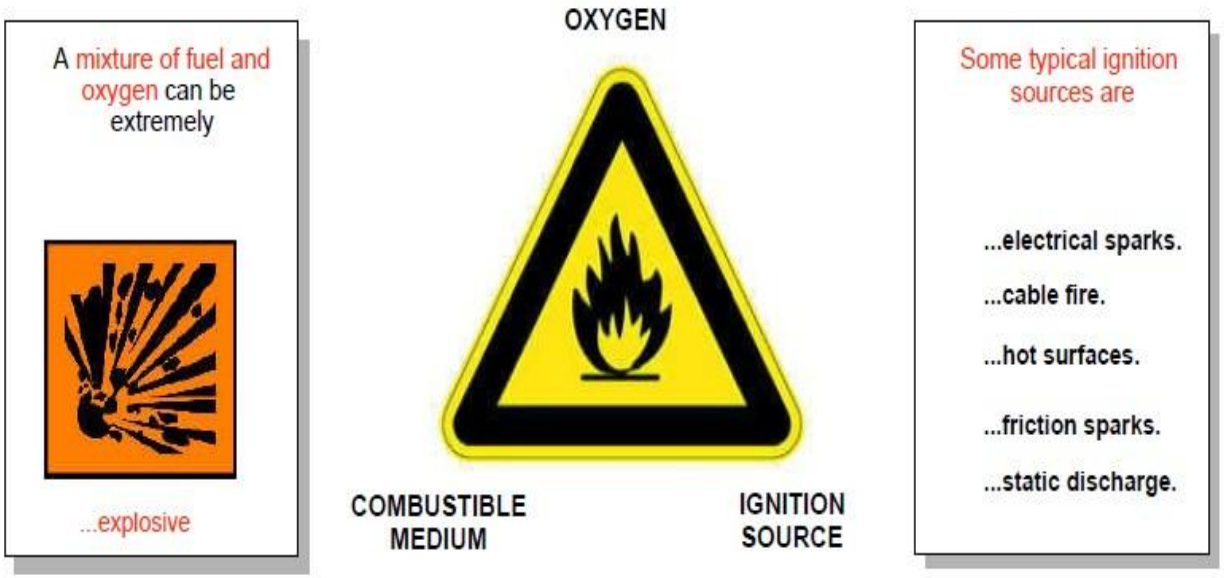
ΤΜΗΜΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Ανώτατο
Εκπαιδευτικό
Ιδρυμα
Πειραιά
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

FUELTANKSAFETY

Σπουδαστής: ΧΟΥΜΠΑ ΒΙΤΟΡ (ΑΜ 43629)

Επιβλέπων Καθηγητής : ΗΡΑΚΛΗΣ ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ

-

ΑΙΓΑΛΕΩ 2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας είναι η Ασφάλεια Δεξαμενής Καυσίμων στον αεροπορικό χώρο. Η πτυχιακή βασίσθηκε στην επιθεώρηση και διοίκηση των Οργανισμών κατασκευής και συντήρησης εναέριων μέσων, βάσει των κανονισμών **2009/006/R** και **2009/007/R** της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (γνωστή και ως EASA), αλλά και του κανονισμού **AC 120-97A** της Αμερικάνικης Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (γνωστή και ως FAA).

Σκοπός της εργασίας μου, είναι η ενημέρωση και εξοικείωση των ενδιαφερομένων με τις αρχές που διέπουν την Ασφάλεια Δεξαμενών Καυσίμων στην αεροπορία, τα ιστορικά γεγονότα που οδήγησαν στην καθιέρωση των αρχών αυτών, το πεδίο εφαρμογής τους, τις διεθνείς ορολογίες που συναντώνται σε αυτές, το νομοθετικό πλαίσιο που τις καθιερώνει και τα πρακτικά προβλήματα που δημιουργούνται στην αξιοπλοηγησιμότητα των εναέριων μέσων από την απουσία αυτών.

Στο 1^{ο} Κεφάλαιο η πτυχιακή αναφέρεται στο Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμων Α/Φ, στις Δεξαμενές Καυσίμων Α/Φ, στα Αεροπορικά Καύσιμα και Ιδιότητες τους

Στο 2^{ο} Κεφάλαιο η πτυχιακή εργασία ασχολείται με το Σύστημα Καλωδιώσεων, τις τάσεις λειτουργίας και τις γειώσεις

Στο 3^{ο} Κεφάλαιο γίνεται μια αναδρομή σε περιστατικά που έκαναν απαραιτητη την εισαγωγή της φιλοσοφίας για Ασφάλεια Δεξαμενών Καυσίμων των Α/Φ και την διαρκή (επαν-) εκπαίδευση σε αυτήν.

Στο 4^{ο} Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο Νομοθετικό Πλαίσιο για την Πρόληψη Ατυχημάτων που σχετίζονται με Δεξαμενές Καυσίμων Α/Φ.

Στο 5^{ο} Κεφάλαιο η πτυχιακή εργασία επεξεργάζεται διάφορα Συστήματα Περιορισμού της Αναφλεξιμότητας

Στο 6^{ο} Κεφάλαιο αναφέραιται στην αντιμετώπιση των προβλημάτων για την Ασφάλεια των Δεξαμενών Καυσίμων και του Προσωπικού που εργάζεται σε αυτές.

Στο 7^{ο} Κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στο πρωτόκολλο Ασφάλειας κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης και επιθεώρησης εντός Δεξαμενών Καυσίμων.

Το τελευταίο Κεφάλαιο αναφέραται στο πρωτόκολλο ασφάλειας κατά την Εκτέλεση Εξωτερικών Εργασιών Ανεφοδιασμού Καυσίμων.

Τελειώνοντας η πτυχιακή αναφερονται τα συμπεράσματα πάνω στις δεξαμενες καυσίμων και την ασγφάλεια τους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

«Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου και επόπτη της πτυχιακής κύριο Ηρακλη Βυλλιωτη, για την υπομονή και την καθοδήγησή του στην περάτωση της πτυχιακής εργασίας.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω θερμά τους γωνεις για την κατανόηση και την υποστήριξή τους, κατά τη διάρκεια της τέλεσης της πτυχιακής μου.»

«Με το πέρας αυτής της πτυχιακής εργασίας ολοκληρώνεται η φοίτησή μου στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και κλείνει ένα μεγάλο κεφάλαιο της ζωής μας. Με αυτή την αφορμή θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους που με βοήθησαν να εισαχθώ στο τμήμα και να ολοκληρώσω το πρόγραμμα σπούδων μου, όλο το ανθρώπινο δυναμικό του τμήματος για την υποστήριξη τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε πρακτική εκπαίδευση, καθώς επίσης και τους καθηγητές και συμφοιτητές μου από τους οποίους έμαθα τις έννοιες της υπευθυνότητας και της ομαδικότητας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την εκτιμησή μου και να αποδώσω ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στον κύριο Ηρακλη Βυλλιωτη, καθηγητή μου και υπεύθυνο πτυχιακής εργασίας μου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τις συμβουλές του ώστε να έχει αυτό το αποτέλεσμα αυτή η εργασία.»

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

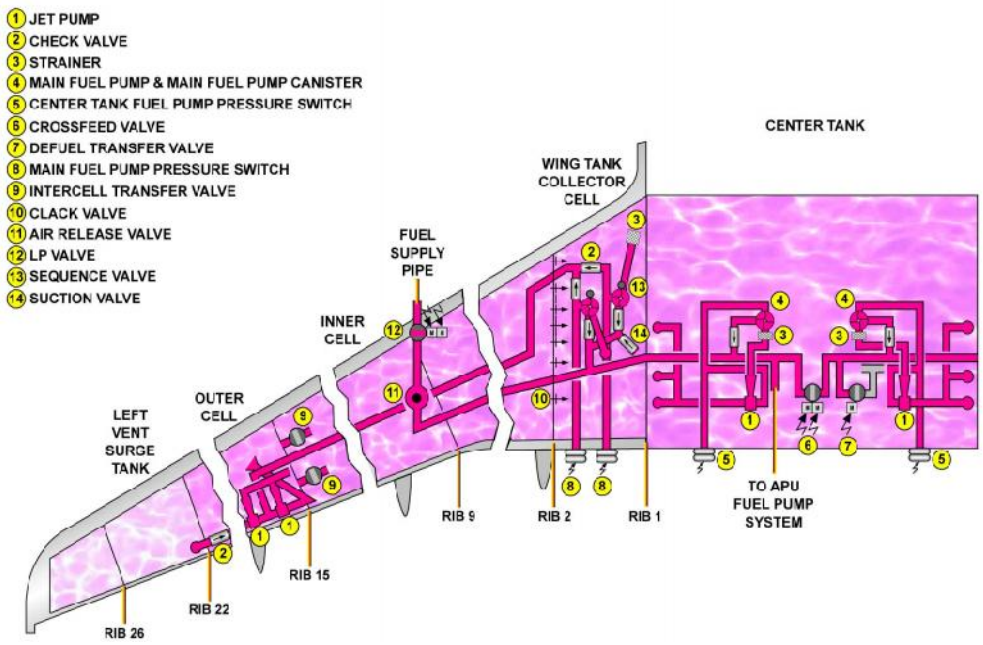
Κεφάλαιο 1

Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμων Α/Φ, Δεξαμενές Καυσίμων Α/Φ, Αεροπορικά Καύσιμα και Ιδιότητες.

Α. Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμων Α/Φ

Η κύρια αποστολή του Συστήματος Καυσίμου ενός Α/Φ είναι η αποθήκευση και παροχή της απαραίτητης (σύμφωνα με τις ανάγκες πρόωσης του Α/Φ) ποσότητας καυσίμου και με την απαραίτητη πίεση στους Κινητήρες.

Κατά την απογείωση του Α/Φ, οι κινητήρες παίρνουν καύσιμο μέσω της Βαλβίδας Παροχής Καυσίμου Χαμηλής Πίεσης (LPFuelValve), από τις δεξαμενές που βρίσκονται στην πτέρυγα του αεροσκάφους. Το καύσιμο αυτό κινείται υπό την επίδραση της βαρύτητος (GravityFeedMode). Μετά την απογείωση, ενεργοποιούνται οι ΗλεκτρικέςΑντλίεςΚαυσίμου (MainFuelPumps) και το Α/Φ καταναλώνει καύσιμο πρώτα από την Κεντρική Δεξαμενή (C.W.T – CenterWingTank). Μόλις τελειώσει όλο το καύσιμο από την κεντρική δεξαμενή τότε το αεροσκάφος παίρνει καύσιμο από τις δεξαμενές που βρίσκονται στις πτέρυγες, πρώτα από την Εσωτερική (InnerCellTank) και έπειτα από την Εξωτερική (OuterCellTank). Αυτό συμβαίνει ώστε να έχουμε την καλύτερη κατανομή φορτίου καυσίμου και το Α/Φ να έχει σταθερότητα και ισορροπία «εν πτήσει».



Σχημα: 1.1 Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμου του Α/Φ Airbus A320 ceo – Πηγή: Airbus A320 Manual

Η παράπανω εικόνα απεικονίζει ένα Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμου του Α/Φ AirbusA320ceo, το οποίο περιλαμβάνει τα κάτωθι Υποσυστήματα:

- Ηλεκτρικές Αντλίες Καυσίμου (MainFuelPumps): Λειτουργούν με τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα, τάσεως 115/200V και συχνότητας 400 Hz. Κάθε κύρια αντλία όταν είναι σε λειτουργία, παρέχει καύσιμο στους κινητήρες για καύση αλλά και για χρήση σε διάφορα υποσυστήματα τους όπως εναλλάκτες θερμότητας, μηχανισμούς κίνησης οδηγών πτερυγίων κλπ.
- Αντεπίστροφες Βαλβίδες (CheckValves): Αποτρέπουν την αντεστραμμένη ροή καυσίμου εξαιτίας της παύσης λειτουργίας των κινητήρων του Α/Φ και των Αντλιών Καυσίμου. Αυτό πρέπει να συμβαίνει αφενός για την ψύξη και λίπανση των γραναζωτών αντλιών καυσίμου των κινητήρων και των σωληνώσεων, αφετέρου ώστε κατά την επόμενη διαδικασία εκκίνησης των κινητήρων να προυπάρχει καύσιμο υπό πίεση για την έναρξη της διαδικασίας έναυσής τους. Επιπλέον, αποτρέπουν την ανεπιθύμητη είσοδο καυσίμου σε άδειες δεξαμενές καθώς και στους ειδικούς χώρους (δεξαμενές) εξαερισμού του συστήματος καυσίμου.
- Διακόπτες Ένδειξης Πίεσης (PressureSwitches): Ηλεκτρικοί διακόπτες που δείχνουν την πίεση εξόδου του καυσίμου από τις αντλίες. Στο Πολιτικό Αεροσκάφος AirbusA320ceo, η πίεση εξόδου του καυσίμου από τις αντλίες πρέπει να είναι πάνω από 6 psi, διαφορετικά ο διακόπτης πίεσης στέλνει προειδοποιητικό σήμα στην Κεντρική Οθόνη Συστημάτων (ECAM - ElectronicCentralizedAircraftMonitor) που βρίσκεται στο πιλοτήριο του Α/Φ.
- Βαλβίδα Παράκαμψης και Αναρρόφησης Καυσίμου (By-PassSuctionValve): Είναι εγκατεστημένη στη γραμμή τροφοδοσίας της μηχανής, μετά από τις Ηλεκτρικές Κύριες Αντλίες Καυσίμου. Εάν υπάρξει ολική αστοχία της Κύριας Αντλίας, η Βαλβίδα Παράκαμψης και Αναρρόφησης ενεργοποιείται μηχανικά και αφήνει το καύσιμο να εισέλθει στους κινητήρες υπό την επίδραση της βαρύτητας.
- Βαλβίδα Απελευθέρωσης Παγιδευμένου Αέρα (AirReleaseValve): Απελευθερώνει τον παγιδευμένο αέρα στη γραμμή τροφοδοσίας καυσίμου του κινητήρα. Αυτή είναι εγκαταστημένη μεταξύ της Κύριας Αντλίας Καυσίμου και της Βαλβίδας Καυσίμου Χαμηλής Πίεσης (LPValve).
- Βαλβίδας Καυσίμου Χαμηλής Πίεσης (LPValve): Αποκόπτει την παροχή καυσίμου προς τους κινητήρες του Α/Φ όταν αυτό διακόπτει την λειτουργία του στο έδαφος ή σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης στον αέρα (πχ εκδήλωση πυρκαγίας). Είναι εγκατεστημένη πάνω στη εσωτερική δεξαμενή πτέρυγας του Α/Φ (InnerCellTank). Η Βαλβίδα ενεργοποιείται ηλεκτρομηχανικά μέσω ενός ενεργοποιητή που παίνει κίνηση από 2 αυτόνομους ηλεκτροκινητήρες που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα, τάσεως 28 V.
- Αντλίες Τύπου Jet (JetPumps): Μεταφέρουν καύσιμο από τις άκρες της δεξαμενής προς στις κύριες αντλίες ώστε να είναι βέβαιο ότι η κάθε δεξαμενή θα αδειάσει εντελώς από καύσιμα πριν ενεργοποιηθεί η τροφοδοσία μέσω

πλευρικής δεξαμενής. Υπάρχει τουλάχιστον μία ανά Κύρια Αντλία Καυσίμου.

- Βαλβίδα Διασταυρούμενης Τροφοδοσίας (CrossfeedValve): Βρίσκεται στην Κεντρική Δεξαμενή και υπό κανονικές συνθήκες είναι σε κλειστή κατάσταση. Σε αυτή την κατάσταση αυτή χωρίζει το κύριο σύστημα αντλίας καυσίμου σε δύο μέρη, ένα για κάθε κινητήρα. Όταν η συγκεκριμένη βαλβίδα είναι ανοιχτή, οποιαδήποτε δεξαμενή μπορεί να προμηθεύσει καύσιμο σε οποιοδήποτε κινητήρα, ιδίως σε περίπτωση αστοχίας κάποιας Ηλεκτρικής Αντλίας Καυσίμου.
- Βαλβίδα Ελέγχου Ακολουθίας (SequenceValve): Είναι εγκατεστημένες στις εσωτερικές δεξαμενές (InnerCellTanks) των πτερύγων του Α/Φ, προκειμένου να επιβεβαιώνουν ότι η κεντρική δεξαμενή έχει αδειάσει πρώτη από καύσιμα.
- Βαλβίδες Μεταφοράς Καυσίμου Εσωτερικής Δεξαμενής (InnercellTransferValve): Επιτρέπουν τη ροή καυσίμου από την εξωτερική δεξαμενή καυσίμου πτέρυγας (OuterCellTank) στην εσωτερική δεξαμενή καυσίμου πτέρυγας (InnerCellTank), όταν οι αισθητήρες ποσότητας καυσίμου στην εσωτερική δεξαμενή καυσίμου πτέρυγας δώσουν ένδειξη χαμηλής στάθμης.

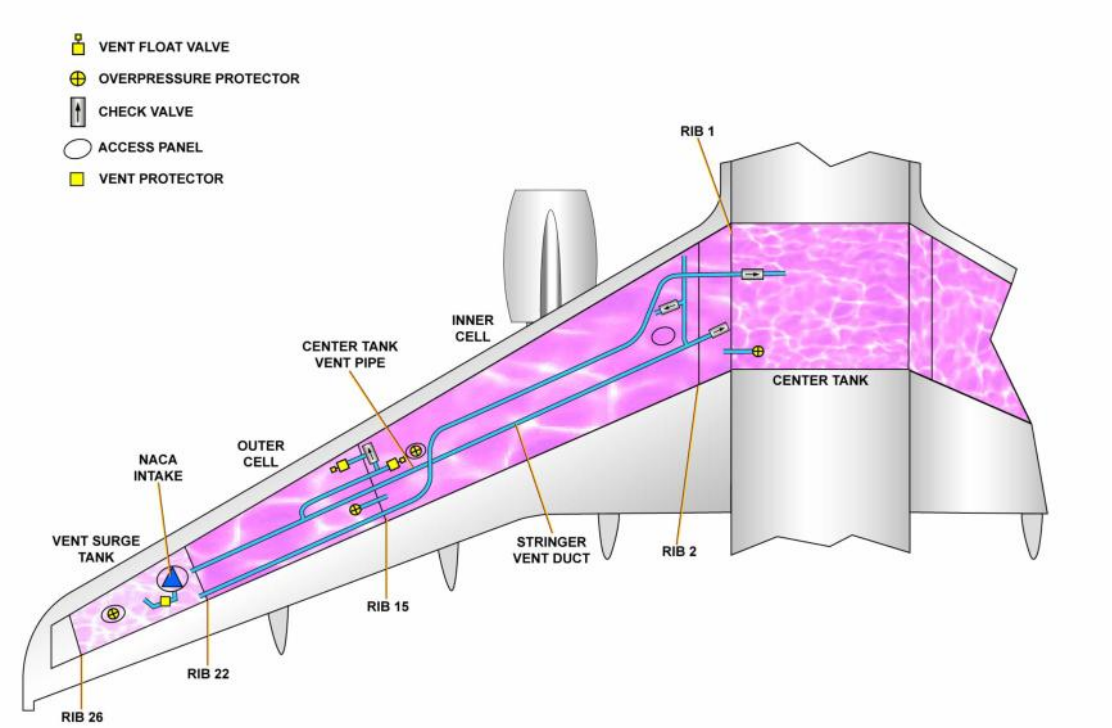
Β. Σύστημα Εξαερισμού Δεξαμενής Καυσίμων Α/Φ

Επιπλέον του Συστήματος Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμου, υπάρχει ένα Σύστημα Εξαερισμού το οποίο περιλαμβάνει ένα ειδικά διαμορφωμένο στόμιο εισόδου σε οβάλ σχέδιο με ένα τρίγωνο στη μέση (εικονίζεται στην παρακάτω εικόνα), το οποίο είναι συνδεδεμένο με έναν σωλήνα εξαερισμού. Αυτό το στόμιο είναι γνωστό ως NACAINLET, βρίσκεται στο κάτω μέρος της Δεξαμενής Εξαερισμού του Συστήματος Καυσίμου (VentSurgeTank) η οποία με τη σειρά της βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά της πτέρυγας του Α/Φ (ακροπτερύγια). Το NACAINLET είναι ειδικά διαμορφωμένο (σχεδιαστικά) κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να μην επιτρέπει την επικάλυψή του από πάγο ή την είσοδο νερού στο εσωτερικό του, χωρίς όμως παράλληλα να διαταράσσει το αεροδυναμικό στρώμα αέρα που σχηματίζεται κατά την κίνηση της πτέρυγας διαμέσου του αέρα.

Ο σωλήνας εξαερισμού με τη σειρά του προστατεύει από τον πάγο και τη φωτιά, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο επίγειας ανάφλεξης των δεξαμενών καυσίμου.

Το σύστημα εξαερισμού περιλαμβάνει επίσης μια Ανακουφιστική Βαλβίδα τύπου Μεμβράνης γνωστή στην αεροπορία με την ονομασία «BurstDisk», η οποία περιλαμβάνει μια ειδική μεμβράνη που σε περίπτωση υπερβολικής πίεσης καυσίμου, διαρρηγνύεται με σκοπό την εκτόνωση του καυσίμου. Κατά τη διάρκεια μιας σύντομης οπτικής επιθεώρησης πριν την απογείωση ενός Α/Φ, είναι απαραίτητο να γίνεται οπτικός έλεγχος της συγκεκριμένης βαλβίδας. Εαν η βαλβίδα είναι σε καλή κατάσταση, θα πρέπει να είναι ορατός ένας άσπρος σταυρός σε μαύρο φόντο. Εάν δεν

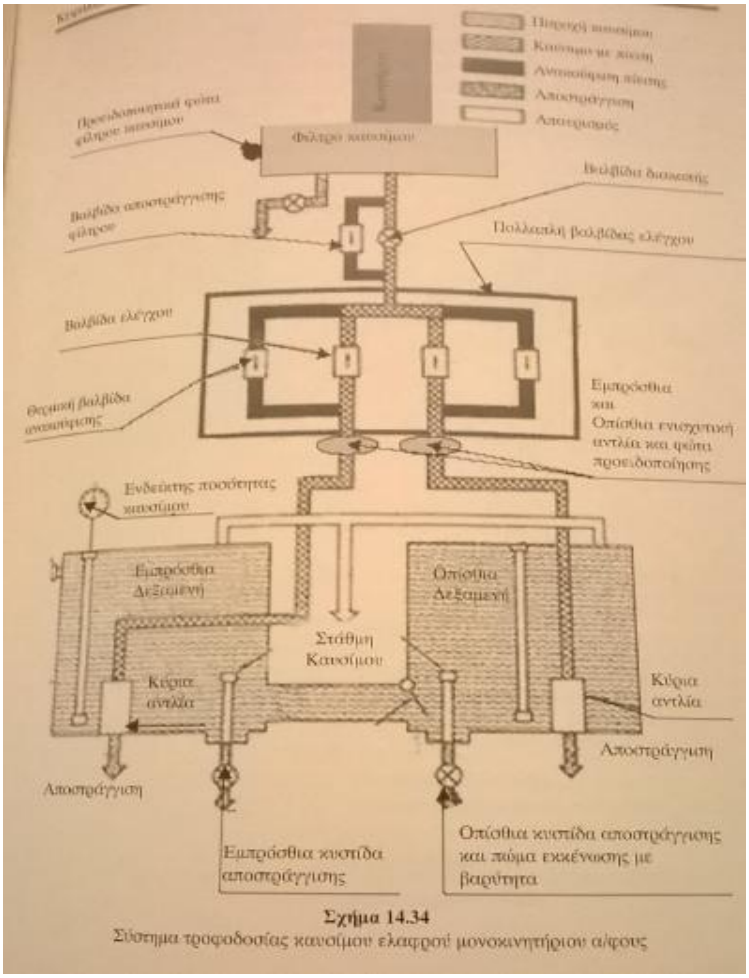
συμβαίνει αυτό, τότε πιθανόν να υπάρχει κάποιο πρόβλημα με το σύστημα εξαερισμού και έχουμε εκτόνωση καυσίμου.



Σχημα: 1.2 Σύστημα Εξαερισμού Δεξαμενών Καυσίμου του Α/Φ AirbusA320ceo – Πηγή: Airbus A320 Manual

Γ. *Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμων Μονοκινητήριων Α/Φ*

Παραπάνω αναφέραμε το σύστημα αποθήκευσης και παροχής της απαραίτητης ποσότητας καυσίμου στα σύγχρονα πολιτικά αεροσκάφη τα οποία διαθέτουν δύο ή περισσότερους κινητήρες. Το σύστημα αποθήκευσης και παροχής της απαραίτητης ποσότητας καυσίμου στα μονοκινητήρια αεροσκάφη αποτελείται από δύο δεξαμενές καυσίμου που κάθε μία έχει τη δική της αντλία καυσίμου, σύστημα αποστράγγισης και εξαερισμού και όργανο μέτρησης της ποσότητας καυσίμου. Η αντλία καυσίμου κάθε δεξαμενής στέλνει το καύσιμο μέσω των σωληνώσεων στην αντίστοιχη ενισχυτική αντλία. Το καύσιμο διέρχεται από τη βαλβίδα ελέγχου του συστήματος, περνάει από τη βαλβίδα διακοπή, φιλτράρεται στο κύριο φίλτρο του συστήματος και παρέχεται στον κινητήρα.



Σχήμα 14.34
Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου ελαφρού μονοκινητήριου αέρος

Σχημα: 1.3 Σύστημα Αποθήκευσης και Διανομής Καυσίμων Μονοκινητήριων Α/Φ

Δ. *Σύστηματα Πλήρωσης Καυσίμων Α/Φ*

Υπάρχουν δύο είδη Συστημάτων Πλήρωσης Καυσίμων: α) το Σύστημα Πλήρωσης Ενός Σημείου και β) το Σύστημα Πλήρωσης Ανα Δεξαμενή. Στο Σύστημα Πλήρωσης Ενός Σημείου, η πλήρωση των σύγχρονων αεροσκαφών με καύσιμο γίνεται με πίεση από ένα σημείο, στο οποίο υπάρχει ένας διακόπτης αποσύνδεσης. Το καύσιμο παρέχεται από μία εξωτερική εγκατάσταση ή όχημα παροχής καυσίμου. Το καύσιμο εισέρχεται στις δεξαμενές καυσίμου του αεροσκάφους, μέσω των βαλβίδων εισόδου καυσίμου, οι οποίες κλείνουν βαθμιαία καθώς αυξάνεται η πίεση του αέρα στις δεξαμενές. Ταυτόχρονα, από την πίεση του αέρα των δεξαμενών καυσίμου, ενεργοποιείται ο διακόπτης αποσύνδεσης που αποσυνδέει αυτόματα τον σωλήνα πλήρωσης του αεροσκάφους. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα πλήρωσης προστατεύεται από πιθανές ζημιές, λόγω υπερβολικής αύξησης της πίεσης όταν κλείνουν οι βαλβίδες εισόδου των δεξαμενών καυσίμου. Επιπρόσθετα, η πίεση της παροχής καυσίμου ρυθμίζεται σε χαμηλές τιμές, συνήθως μικρότερες από 500 psi. Το σύστημα πλήρωσης έχει δύο ειδών βαλβίδες, τις βαλβίδες εισόδου καυσίμου στις δεξαμενές, που χαρακτηρίζονται πρωτεύουσες και τις βαλβίδες στο σύστημα

διανομής καυσίμου στις δεξαμενές που χαρακτηρίζονται δευτερεύουσες. Οι πρωτεύουσες κλείνουν όταν οι δεξαμενές γεμίζουν κατά βάρος και οι δευτερεύουσες όταν γεμίζουν κατά όγκο. Με τον τρόπο αυτό προστατεύεται το σύστημα πλήρωσης όταν το καύσιμο έχει χαμηλή ή υψηλή πυκνότητα.

Στο Σύστημα Πλήρωσης Ανα Δεξαμενή, η πλήρωση των δεξαμενών είναι πολύ πιο απλή.

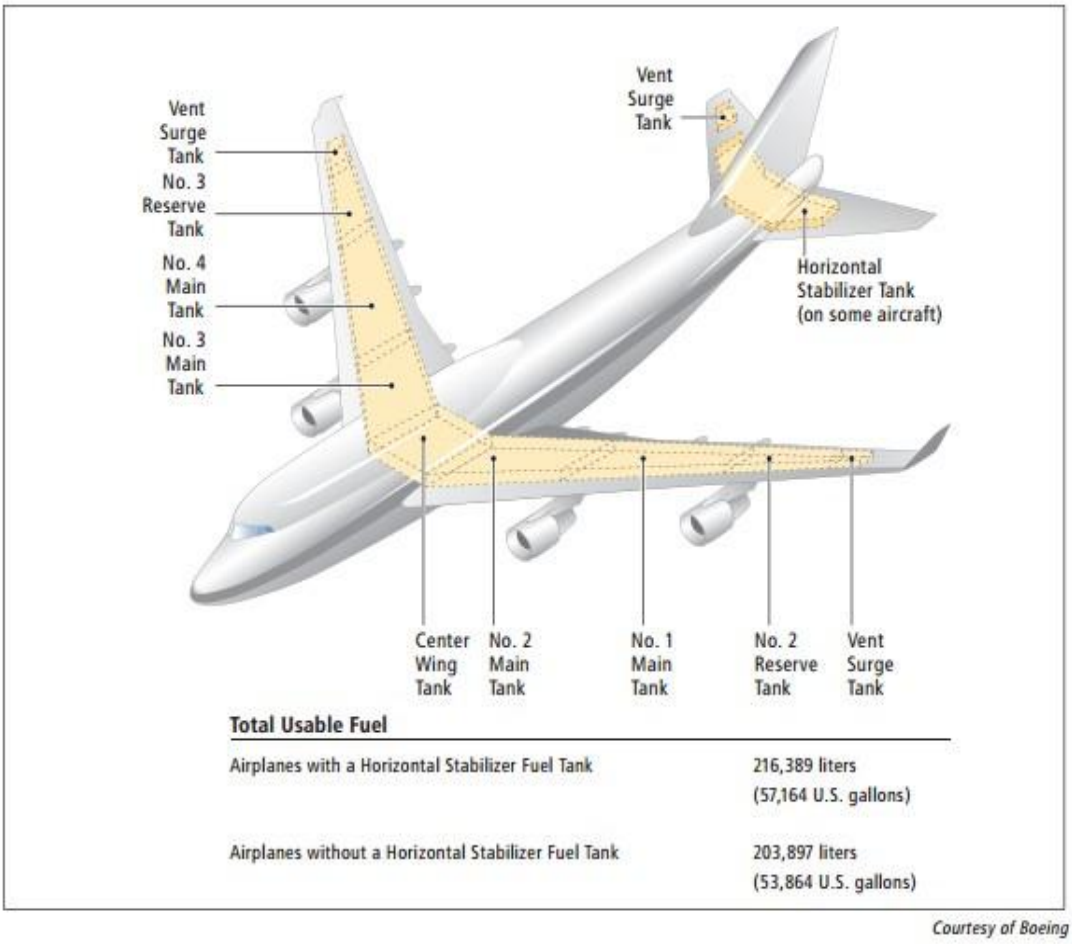
Ε. *Τύποι Δεξαμενών Καυσίμου Α/Φ – Υλικά Κατασκευής τους*

Οι Δεξαμενές Καυσίμου μπορεί να είναι α) Εσωτερικές ή β) Εξωτερικές. Οι Εσωτερικές μπορεί να είναι μεταλλικές, συνθετικές, αλεξίσφαιρες και αυτοστεγανοποιούμενες. Οι δύο τελευταίες αφορούν λιγότερο τα πολιτικά αεροσκάφη και περισσότερο τα μαχητικά αεροσκάφη, καθώς είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να στεγανοποιούν αυτόματα τις οπές ή τις βλάβες από σφαίρες ή κτυπήματα, διασφαλίζοντας την μη απώλεια καυσίμου και ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

Οι Εσωτερικές δεξαμενές καυσίμου είναι εγκατεστημένες στην άτρακτο και στις πτέρυγες του αεροσκάφους. Η κατασκευή, η διαμόρφωση, το σχήμα, το μέγεθος και η θέση τους στο αεροσκάφος εξαρτάται από τον χώρο που είναι διαθέσιμος στις πτέρυγες ή στην άτρακτο. Κατασκευάζονται από υλικά που δεν αντιδρούν χημικά με τα καύσιμα, συνήθως κράματα αλουμινίου. Σε ορισμένα πολιτικά αεροσκάφη, η δομή της πτέρυγας σχεδιάζεται και κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο που να σχηματίζει η ίδια δεξαμενή καυσίμου. Ο χώρος,δηλαδή, που περικλείεται από τις δοκούς, τις εγκάρσιες νευρώσεις και τις επικαλύψεις έχει πλήρη στεγανότητα, αποτελεί μέρος της δομής της πτέρυγας και είναι μία δεξαμενή καυσίμου. Ο τύπος αυτός της πτέρυγας είναι γνωστός ως «υγρή» πτέρυγα. Στη ράχη της πτέρυγας πάνω από τη δεξαμενή υπάρχει θυρίδα προσιτότητας.

Οι μεταλλικές δεξαμενές κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου και έχουν το μέγεθος και τη διαμόρφωση του χώρου που τοποθετούνται. Οι μη μεταλλικές κοινές δεξαμενές κατασκευάζονται από συνθετικά ελαστικά. Αυτές δεν είναι αυτοστεγανοποιούμενες και προτιμούνται επειδή έχουν μικρότερο βάρος από αυτές και από τις αντίστοιχες μεταλλικές δεξαμενές.

Οι Εξωτερικές δεξαμενές καυσίμου αναρτώνται στην άτρακτο, στην κοιλιά της πτέρυγας ή τα ακροπτερύγια. Συνήθως είναι απορριπτόμενες και χρησιμοποιούνται κυρίως στα μαχητικά αεροσκάφη παρά στα πολιτικά.



Σχημα: 1.4 Δεξαμενές Καυσίμου ενσωματωμένες στο εσωτερικό ατράκτου και πτερύγων πολιτικού αεροσκάφους – Πηγή: Boeing

ΣΤ.*Τύποι Αεροπορικών Καυσίμων Α/Φ – Ιδιότητες*

Με τον όρο «Αεροπορικό Καύσιμο» εννοούμε κάθε ειδικό τύπο καυσίμου που προκύπτει ως ειδικό παράγωγο προϊον Πετρελαίου και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την κίνηση Α/Φ. Χαρακτηρίζεται κατά κύριο λόγο από υψηλότερη ποιότητα και ενεργειακή απόδοση από άλλα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση ή για κίνηση σε οδικούς άξονες. Επιπλέον, περιέχει ένα σημαντικό αριθμό διαφορετικών πρόσθετων ουσιών που του προσδίδουν διάφορες ιδιότητες, με ποιο σημαντικές την «αντιεκρηκτική» και την «αντιπαγωτική».

Χημική Σύσταση:

Γενικά, τα Αεροπορικά Καύσιμα προκύπτουν ως προϊόν μίξης διαφόρων χημικών ενώσεων κυρίως Υδρογονανθράκων (Παραφίνες, Ολεφίνες, Ναφθα, αρωματικών ενώσεων κλπ). Επίσης έχουν διάφορες προσμίξεις για τη μείωση της

διάβρωσης και της οξείδωσης, την εξουδετέρωση ανεπιθύμητων μικροοργανισμών και περιέχουν ακόμη αντιεκρηκτικές και αντιψυκτικές ουσίες.

Compound Name	Formula	Hydrocarbon Class	Boiling Point, °C	(°F)	Freezing Point, °C	(°F)
n-Octane	C_8H_{18}	n-Paraffin	125.7	(258.2)	−56.8	(−70.2)
2-Methylheptane	C_2H_{18}	Isoparaffin	117.6	(243.8)	−109.0	(−164.3)
1-Methyl-1-ethylcyclopentane	C_8H_{16}	Naphthene	121.5	(250.7)	−143.8	(−226.8)
Ethylcyclohexane	C_8H_{16}	Naphthene	131.8	(269.2)	−111.3	(−168.4)
o-Xylene	C_8H_{10}	Aromatic	144.4	(292.0)	−25.2	(−13.3)
p-Xylene	C_8H_{10}	Aromatic	138.4	(281.0)	+13.3	(+55.9)
Cis-Decalin	$C_{10}H_{18}$	Naphthene	195.8	(384.5)	−43.0	(−45.4)
Tetralin	$C_{10}H_{12}$	Aromatic	207.6	(405.8)	−35.8	(−32.4)
Naphthalene	$C_{10}H_8$	Aromatic	217.9	(424.3)	+80.3	(+176.5)
n-Dodecane	$C_{12}H_{26}$	n-Paraffin	216.3	(421.4)	−9.6	(+14.8)
2-Methylundecane	$C_{12}H_{26}$	Isoparaffin	210.0	(410.0)	−46.8	(−52.3)
1-Ethylnaphthalene	$C_{12}H_{12}$	Aromatic	258.3	(497.0)	−13.8	(+7.1)
n-Hexylbenzene	$C_{12}H_{18}$	Aromatic	226.1	(439.0)	−61.0	(−77.8)
n-Hexadecane	$C_{16}H_{34}$	n-Paraffin	286.9	(548.4)	+18.2	(+64.7)
2-Methylpentadecane	$C_{16}H_{34}$	Isoparaffin	281.6	(538.9)	−7.0	(+19.4)
n-Decylbenzene	$C_{16}H_{26}$	Aromatic	297.9	(568.2)	−14.4	(+6.1)

Πινακας:1.1 Χημικές ενώσεις που συναντώνται στα αεροπορικά καύσιμα και ιδιότητες αυτών – Πηγή: ChevronFuelCompanyU.S.A

Additive Type	Jet A ASTM D 1655	Jet A-1 DEF STAN 91-91	JP-4 MIL-DTL 5624	JP-5 MIL-DTL 5624	JP-8 MIL-DTL 83133
Antioxidant	Allowed	Required**	Required**	Required**	Required**
Metal deactivator	Allowed	Allowed	Agreement	Agreement	Agreement
Electrical conductivity/ static dissipator	Allowed	Required	Required	Agreement	Required
Corrosion inhibitor/ lubricity improver	Agreement	Allowed	Required	Required	Required
Fuel system icing inhibitor	Agreement	Agreement	Required	Required	Required
Biocide	Agreement	Agreement	Not allowed	Not allowed	Not allowed
Thermal stability	Not allowed	Not allowed	Not allowed	Not allowed	Agreement‡

Πινακας: 1.2 Χημικές ενώσεις που συναντώνται στα αεροπορικά καύσιμα ως «Πρόσθετα» (Additives) – Πηγή: ChevronFuelCompanyU.S.A

Κατηγορίες Αεροπορικών Καυσίμων:

Γενικά τα αεροπορικά καύσιμα, διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Αεροπορικές Βενζίνες (aviationgasolines)
  - Χρησιμοποιούνται σε αεροσκάφη με εμβολοφόρους κινητήρες (ελικοφόρα – δεν μας απασχολούν στην παρούσα φάση)
- Καύσιμα Αεροστρόβιλων (turbine / jetfuels)

Fuel	Typical Density at 15°C (60°F)		Typical Energy Content			
			Gravimetric		Volumetric	
	g/mL	lb/U.S. gal	MJ/kg	Btu/lb	MJ/L	Btu/gal
Aviation Gasoline	0.715	5.97	43.71	18,800	31.00	112,500
Jet Fuel:						
Wide-cut	0.762	6.36	43.54	18,720	33.18	119,000
Kerosine	0.810	6.76	43.28	18,610	35.06	125,800

Πινακας:1.3 Ιδιότητες αεροπορικών καυσίμων – Πηγή: ChevronFuelCompanyU.S.A

Καύσιμα Αεροστροβίλων (JetFuel):

Ουσιαστικά, όταν μιλάμε για καύσιμα αεροστροβίλων (Πολιτικής Αεροπορίας), εννοούμε καύσιμο με κύρια βάση την κηροζίνη ατμοσφαιρικής απόσταξης. Αποτελείται απο υδρογονάνθρακες με μεγαλύτερη περιεκτικότητα άνθρακα και θείου απ' οτι οι αεροπορικές βενζίνες.

Διακρίνονται σε 2 βασικές κατηγορίες:

i) Jet A

Έχει βελτιωμένες φυσικές ιδιότητες εν συγκρίσει με την εμπορική κηροζίνη, όπως υψηλότερο σημείο ανάφλεξης και χαμηλότερο σημείο τήξης. Έχει πολύ χαμηλή πίεση ατμοποίησης άρα και πολύ μικρή απώλεια καυσίμου λόγω εξάτμισης ή βρασμού σε μεγάλα ύψης πτήσης.

ii) Jet A1

Χρησιμοποιούνται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Παράγεται από επεξεργασμένη κηροζίνη με προσθήκη πρόσθετων (αντιστατικών, αντιοξειδωτικών, βελτίωσης της λιπαντικότητας κ.λπ.). Αποτελεί το καύσιμο της πολιτικής αεροπορίας.

	Jet A-1	Jet A
Flash point	38 °C (100 °F)	
Autoignition temperature	210 °C (410 °F)[6]	
Freezing point	−47 °C (−53 °F)	−40 °C (−40 °F)
Max adiabatic burn temperature	2,500 K (2,230 °C) (4,040 °F) Open Air Burn temperature: 1,030 °C (1,890 °F)[9][10][11]	
Density at 15 °C (59 °F)	0.804 kg/l (6.71 lb/US gal)	0.820 kg/l (6.84 lb/US gal)
Specific energy	42.80 MJ/kg	43.02 MJ/kg
Energy density	34.7 MJ/l	35.3 MJ/l

Πινακας:1.4 Διαφορές μεταξύ καυσίμων τύπου JetA-1 και JetA – Πηγή: Wikipedia

Κεφάλαιο 2

Σύστημα Καλωδιώσεων.

Α.Τάση τροφοδοσίας

Τα αεροσκάφη χρησιμοποιούν ρεύμα , τάσης 115/200 V και συχνότητας400Hz εναλλασσόμενο.

Ο λόγος που χρησιμοποιούν ρεύμα συχνότητας 400Hz είναι ότι για την παραγωγή ρεύματος τέτοιας συχνότητας απαιτείται μικρότερη ποσότητα χάλκινων πηνίων (τόσο σε μήκος χαλκού όσο και σε αριθμό πηνίων), με αποτέλεσμα οι γεννήτριες των αεροσκαφών να είναι μικρότερες σε μέγεθος (διαστάσεις) και βάρος, πράγμα πολύ βολικό για τους κατασκευαστές αεροσκαφών που θέλουν να μειώσουν το βάρος των εξαρτημάτων του αεροσκάφους (για λόγους οικονομίας) αλλά και τις διαστάσεις των γεννητριών (για λόγους χωροταξικούς και αεροδυναμικούς).
Μειονέκτημα των γεννητριών συχνότητας 400Hz, είναι ότι παθαίνουν συχνά πτώσεις τάσεως εξόδου, λόγω των δινορευμάτων υψηλής έντασης που αναπτύσσονται στα πηνία του (φαινόμενο αυτεπαγωγής). Για το λόγο αυτό, οι γεννήτριες αυτές απαιτούν διατάξεις ελέγχου και σταθεροποίησης της τάσεως εξόδου.
Τέλος, ο λόγος που τα περισσότερα αεροπορικά κυκλώματα λειτουργούν με 115V εναλλασσόμενο, είναι ότι οι γεννήτριες συχνότητας 400Hz υπερθερμαίνονται γρήγορα όταν πρέπει να εφοδιαστούν με χάλκινα πηνία ικανά να παράξουν 220V, με αποτέλεσμα κίνδυνο ανάφλεξης στο αεροσκάφος.
Ηλεκτρική ισχύς στα αεροπλάνα με τάση 115/200 volts τριφασικού εναλλασσομένου ρεύματος συχνότητας 400 κύκλων εξασφαλίζεται από δύο γεννήτριες τοποθετημένες από μία σε κάθε κινητήρα. Οι γεννήτριες αυτές είναι του τύπου IDG (integrateddrivegenerators). Η μονάδα αυτή έχει ενσωματωμένο και το σύστημα διατήρησης σταθερών στροφών (12000rpm) ώστε να διατηρούνται σταθερές οι παράμετροι της εξόδου της γεννήτριας ανεξαρτήτως των αυξομειώσεων των στροφών του κινητήρα. Μία ακόμη εφεδρική γεννήτρια από το APU μπορεί να τροφοδοτήσει υπό προϋποθέσεις τα συστήματα του αεροπλάνου.Για να τροφοδοτηθούν οι κινητήρες με καύσιμο υπάρχουν δύο ηλεκτρικές (εναλλασσομένου ρεύματος) ενισχυτικές αντλίες (boostpumps) σε κάθε κύρια δεξαμενή και δύο ακόμη υπερβατικές αντλίες (overridepumps) (εναλλασσομένου ρεύματος)στην κεντρική δεξαμενή. Μία ακόμη αντλία συνεχούς ρεύματος μπορεί να τροφοδοτήσει το APU με καύσιμο αν η ενισχυτική αντλία της αριστερής δεξαμενής δεν λειτουργεί ή δεν υπάρχει εναλλασσόμενο ρεύμα στο αεροπλάνο. Αυτό γίνεται διότι όπως είπαμε το APU τροφοδοτεί με εναλλασσόμενο ρεύμα το αεροπλάνο και είναι η κύρια πηγή όταν δεν λειτουργούν οι κινητήρες και εφόσον δεν υπάρχει εξωτερική πηγή. Για να εκκινήσει λοιπόν το APU και να αρχίσει να δίνει ρεύμα θα πρέπει να πάρει και καύσιμο. Για το λόγο αυτό θα πρέπει κάποια αντλία να λειτουργήσει από τον συσσωρευτή του αεροπλάνου και να στείλε καύσιμο για την εκκίνηση του APU.

Β. *Λειτουργία καλωδίων*

Οι πρωταρχικές θεωρίες που διέπουν τη κατασκευή οποιουδήποτε καλωδίου είναι:

- Πρέπει να είναι ικανό να μεταφέρει το ρεύμα.
- Πρέπει να αντέχει στις εφαρμοζόμενες τάσεις.
- Πρέπει να είναι εύκαμπτο όπου είναι απαραίτητο.

Επίσης, θα πρέπει να είναι ικανό να εκτελεί αυτές τις λειτουργίες σε συνθήκες :

- Πολύ υψηλής θερμοκρασίας.
- Πολύ χαμηλής θερμοκρασίας.
- Μεγάλου εύρους θερμοκρασιών.

Η μόνωση των επιπρόσθετων καλυμμάτων η οποία πρέπει να παρέχει μηχανική κάλυψη για να προστατεύει το καλώδιο στο περιβάλλον για το οποίο είναι σχεδιασμένο να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα:

- Ατμοσφαιρική υγρασία.
- Καύσιμα.
- Λάδια λίπανσης και γράσα.
- Υδραυλικά υγρά.
- Τριβή που προκαλείται από δόνηση.

Ο προσδιορισμός της λειτουργίας καλωδίου έχει αυξήσει την πολυπλοκότητα και την ακρίβεια με τη μείωση του πάχους και του βάρους της μονώσεως. Κάποια από τα καλώδια τώρα χρησιμοποιούνται για καλωδίωση στο πλαίσιο του αεροσκάφους τα οποία δεν έχουν περισσότερο από 0,006 ίντσες πάχος μόνωσης και έτσι υπάρχει μικρό περιθώριο για λάθος στη κατασκευή ή στη τοποθέτηση στο αεροσκάφος. Η θερμοκρασία είναι αυτή που υπολογίζεται σε μεγάλο βαθμό για την επιλογή υλικών και κατασκευής που χρησιμοποιούνται , αλλά οι ανάγκες εγκατάστασεις χρειάζονται να ικανοποιηθούν προσδιορίζοντας το ποσό αντίστασης που μπορεί να «παρακάμψει» η μόνωση και την τριβή. Σημειώνεται ότι τα καλώδια πρέπει να διαλέγονται με προσοχή και οι παράγοντες που καταγράφονται παρακάτω θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε σχέση με οποιαδήποτε σχεδιασμένη ενέργεια.

Γ. *Θερμοκρασία*

Η υπολογιζόμενη θερμοκρασία ενός καλωδίου πρέπει να προσδιοριστεί σύμφωνα με τις χειρότερες περιπτώσεις αναγκών της συσκευής. Σημειώνεται ότι η τοποθεσία του καλωδίου, αναφορικά με τους αγωγούς ζεστού αέρα και τοπικά ζεστά σημεία όπως μετασχηματιστές ισχύος και νήματα πυράκτωσης κάποιου λαμπτήρα, πρέπει να είναι γνωστά. Τα καλώδια έχουν μία συνεχόμενη ειδική θερμοκρασία

λειτουργίας και για πολλούς τύπους, αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω οποιουδήποτε συνδυασμού ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας συν της αυξανόμενης θερμοκρασίας εξαιτίας των απωλειών (I^2*R). Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι γενικά είναι ανεπιθύμητη η συνεισφορά περισσότερων από 40 βαθμών Κελσίου σε ηλεκτρική θέρμανση και ότι σε αυτή η θερμοκρασία λειτουργίας και η ορισμένη ζωή των καλωδίων είναι άμεσα συνδεδεμένα. Η θερμοκρασία ενός καλωδίου ορίζεται από την κατασκευή του και πρέπει να είναι γνωστή για τη χρήση του σε οποιαδήποτε συσκευή. Ενδεικτικές θερμοκρασίες καλωδίων είναι 105 ^oC (απαρχαιωμένοι τύποι καλωδίων), 135^oC, 150^oC, 210^oC και 260^oC.

Δ. *Ικανότητα ανάφλεξης και τοξικότητα*

Όλα τα καλώδια πρέπει να έχουν ένα ορισμένο επίπεδο αντίστασης στο κάψιμο όταν εκτίθονται σε ειδικά τέστ που μπορεί να προκαλέσουν ανάφλεξη. Εκτός από τις απαιτήσεις που αφορούν την αναφλεξιμότητα, μέσα στα BCARs και FARs υπάρχουν γενικές πληροφορίες συσχετιζόμενες με τους κινδύνους καπνού και τοξικότητας. Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί έμφαση σε αυτά τα χαραστηριστικά παρά το γεγονός ότι δεν έχουν προσδιοριστεί ακόμα όλες οι ειδικές κατηγορίες καλωδίων, είναι γεγονός ότι τα καινούρια είδη καλωδίων έχουν εξεταστεί πληρως.

Ε. *Wet Arc Tracking*

Χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της αντίστασης σε αστοχία των καλωδίων όταν αυτά υπόκεινται σε συνδυασμό καταστροφής της μόνωσης και μόλυνση ρευστού. «Tracking» μπορεί επίσης να συμβεί και κάτω από στεγνές συνθήκες, το οποίο και μελετάται. Αυτός ο τρόπος αστοχίας ενισχύει την ανάγκη για σωστή τοποθέτηση καλωδίου και ειδικών τρόπων συντήρησης.

ΣΤ. *Μόλυνση με Χημικά Υγρά*

Τα καλώδια μπορούν να είναι εκτεθειμένα στα χρησιμοποιούμενα χημικά υγρά του Α/Φ αι είναι ευνόητο να πούμε ότι τα καλώδια θα πρέπει να αντέχουν στη συνεχή μόλυνση, η οποία θα πρέπει να αποφεύγεται. Ο πιο συνήθης κίνδυνος για μόλυνση του καλωδίου από χημικό υγρό, είναι η χρήση στοιχείων «sealant» γιατί αυτά ίσως περιέχουν συστατικά τα οποία μπορούν να καταστρέψουν τη μόνωση του καλωδίου.

Σημειώνεται ότι όπου εισάγεται ένα νέο καλώδιο, η συμβατότητά του με τα άλλα στοιχεία θα πρέπει να ελέγχεται. Αυτό ισχύει και για τη χρήση νέου υγρού στο αεροσκάφος, παραδείγματος χάρηη χρήση νέων ειδών υδραυλικών υγρών θα πρέπει να ελέγχεται σχετικά με την ικανότητα των καλωδίων να αντέχουν στη μόλυνση τους

από αυτά. Η μόλυνση των καλωδίων από τα απόβλητα της τουαλέτας και των καφετιέρων θα πρέπει να αποτρέπεται γρήγορα ή να διορθώνεται.

Ζ. *Μέγεθος καλωδίου*

Το καλώδιο συνήθως προσδιορίζεται από έναν αριθμό μεγέθους το οποίο προσεγγίζεται σύμφωνα με το AWG (AmericanWireGauge) μέγεθος του αγωγού. Ωστόσο, κάποια καλώδια χρησιμοποιούν έναν αριθμό ο οποίος εκφράζεται σε τετραγωνικά χιλιοστά της διασταυρώμενης περιοχής του αγωγού, το οποίο είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται ευρέως για εμπορικά καλώδια. Το μέγεθος του καλωδίου είναι προκαθορισμένο ότι αφορά το επίπεδο ηλεκτρικής προστασίας από τον διακόπτη ή την ασφάλεια και δεν θα πρέπει να πέφτει κάτω από το επίπεδο των συντονισμένων δεδομένων.

Οι κατασκευαστές δημοσιεύουν δεδομένα μέτρησης για μονά καλώδια με ελεύθερα άκρα και για δεσμίδες τριών καλωδίων με ελεύθερα άκρα. Με μελέτη μικρής διάρκειας και συνεχών μετρήσεων για ένα συγκεκριμένο είδος καλωδίου και μεγέθους, η σωστή προστασία μπορεί να καθοριστεί. Πρόσφατη μέτρηση δεδομένων αναφέρει ότι για μια αύξηση θερμοκρασίας των 40 βαθμών Κελσίου πάνω της ατμοσφαιρικής όπως αναφέρεται παραπάνω θα πρέπει να υπάρχει μια ανοχή σε ηλεκτρική θέρμανση. Δεδομένα κατασκευαστών θα συμπεριλαμβάνουν κανονικά και την αντίσταση του αγωγού σε Ohms ανά χιλιόμετρο στους 20 βαθμούς Κελσίου και μία διόρθωση θερμοκρασίας η οποία ίσως χρειαστεί εάν χρειαστούν μετρήσεις για πτώση τάσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μέγεθος καλωδίου αναφέρεται μόνο ως πρός τον αγωγό και έτσι η ολική διάμετρος και το τελείωμα της επιφάνειας για ένα δεδομένο μέγεθος μπορεί να ποικίλει μεταξύ τύπων καλωδίων, καθώς διαφορές στην ολική διάμετρο μπορεί να έχουν επίδραση στη στεγανοποίηση του καλωδίου στους συνδέσμους και στη συγκέντρωση πίεσης και επίσης στην επιλογή των προμονωτικών τελειωμάτων όπου παρέχεται ένα διηλεκτρικό πτύχωμα που έχει αυτή την ικανότητα.

Η. *Ικανότητα μεταφοράς ρεύματος*

Ένα καλώδιο που τοποθετείται σε ένα σύστημα αεροσκάφους θα πρέπει να είναι ικανό να μεταφέρει το απαιτούμενο ρεύμα χωρίς να υπερθερμανθεί ή να καεί. Θα πρέπει επίσης να είναι ικανό να μεταφέρει ρεύμα χωρίς να παράγει πτώση τάση μεγαλύτερη από αυτήν που επιτρέπει ο διακόπτης.

Η καλωδίωση των περισσότερων αεροσκαφών χρειάζεται να μεταφέρει μεγάλα ποσά ρεύματος σε μεγάλες αποστάσεις και αποτελείται από καλώδια φτιαγμένα από αλουμίνιο.

Θ. *Μέτρηση τάσης και πτώση τάσης*

Όλα τα καλώδια έχουν μία μετρημένη τάση και κάποια, όπως τα καλώδια εξοπλισμών έχουν συγκεκριμένη τάση. Συγκεκριμένη αναφορά θα πρέπει να γίνει στην ειδική τάση ενός οποιουδήποτε καλωδίου όπου υψηλότερα από τα κανονικά αποθέματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν, όπως αποφόρτιση διακοπτών λάμπας και θέρμανση παμπρίζ.

Όταν προσθέτουμε έναν οποιοδήποτε ηλεκτρικό εξοπλισμό σε ένα αεροσκάφος, πρέπει να βεβαιωνόμαστε ότι το ρεύμα της καλωδίωσης δεν προκαλεί πτώση τάσης κάτω από το ορισμένο επίπεδο.

Ι. *Κατηγοριοποίηση των καλωδίων*

Air framecables: Τα καλώδια που είναι σχεδιασμένα για χρήση σε άτρακτο αεροσκάφους (airframe), είναι σχεδιασμένα επαρκώς γερά για να ικανοποιούν τις απαιτήσεις και χρησιμοποιούνται και ως καλωδίωση των κινητήρων. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία ισχυρή τάση υπέρ της πολύ λεπτής μόνωσης που είναι πιο σκληρή και άκαμπτη από ότι μία μόνωση από PVC. Αυτά τα άκαμπτα καλώδια είναι απολύτως ικανοποιητικά εάν υπάρχει εγκατάσταση να τα δεχτεί αλλά ίσως να μην είναι ικανοποιητικά για παλαιότερους σχεδιασμούς ατράκτων αεροσκαφών όπου θα πρέπει να είναι δεμένα σφιχτά σε γάντζους. Εάν όλη η πλειοψηφία των χαρακτηριστικών όπως η ολική διάμετρος και η μετρούμενη θερμοκρασία δεν είναι αποδεκτά, προφανώς τα αντίστοιχα καλώδια ίσως δεν είναι ακόμα συμβατά. Υπάρχουν δύο βασικοί μέθοδοι τοποθέτησης μόνωσης καλωδίων, αποκαλούμενοι ως περιτύλιγμα και πίεση (wrappingandextruding). Αυτοί οι μέθοδοι από μόνοι τους μπορούν να παράγουν διαφορετικά χαρακτηριστικά για τα καλώδια.

Interconnect cables: «Interconnect» είναι όρος που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό καλωδίων, που χρησιμοποιούνται σε περιοχές όπου απαιτείται προστασία καλωδίωσης.Τα «Interconnectcables» έχουν λεπτότερη μόνωση από τα airframecablesώστε να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση βάρους και χώρου και να αυξάνεται η ελαστικότητά τους. Το τελευταίο είναι το πιο σημαντικό όπου όλες οι δεσμίδες καλωδίων χρειάζονται να περιστρέφονται σε μικρή ακτίνα στους ηλεκτρικούς συνδέσμους. Ωστόσο, όλοι οι περιορισμοί που υπάρχουν για τα airframecables εφαρμόζονται επίσης εδώ.

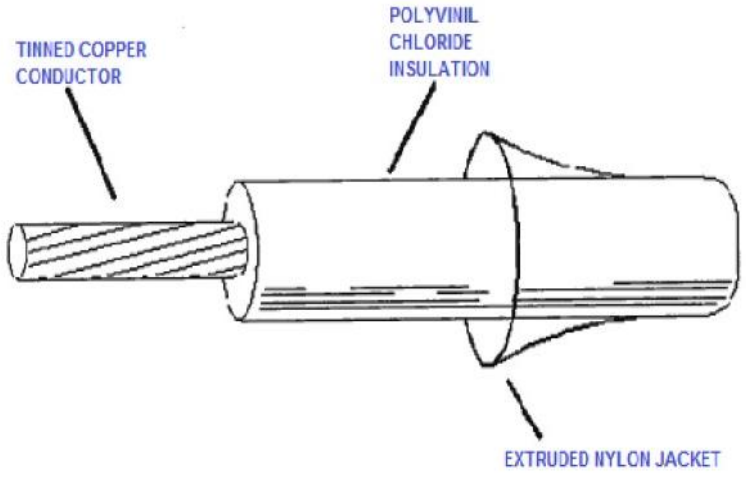
Καλώδιο εξοπλισμού (EquipmentWire): Αυτό το καλώδιο είναι σχεδιασμένο για να χρησιμοποιείται μέσα σε έναν εξοπλισμό και επίσης είναι πολύ εύκαμπτο και κατάλληλο για συγκόλληση. Δεν είναι σχεδιασμένο για χρήση ως Interconnectwiring αλλά πολλοί οργανισμοί το χρησιμοποιούν, όταν επιλέγουν ένα συγκεκριμένο είδος για χρήση σε προστατευμένες περιοχές του πλαισίου του αεροσκάφους. Υπάρχει μία ποικιλία τέτοιων καλωδίων η οποία ποικίλει στη βασική δομή και λειτουργία και τα οποία θα πρέπει να είναι πάντα καθορισμένα.

Καλώδια με αντίσταση στη φωτιά: Αυτό το είδος καλωδίου χρειάζεται να συγκρατεί ένα ορισμένο επίπεδο ηλεκτρικής μόνωσης στην παρουσία φωτιάς για πέντε λεπτά, όπως ορίζεται στην οδηγία EASACS-1. Η «αντίσταση στη φωτιά» δεν θα πρέπει να μπερδεύεται με την «υψηλή θερμοκρασία» και καλώδια με αντίσταση στη φωτιά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όπου υπάρχει ανάγκη, επειδή υστερούν σε άλλα χαρακτηριστικά όπως αντίσταση στην μόλυνση από χημικά υγρά.

Πυρίμαχα καλώδια: Αυτά τα καλώδια χρησιμοποιούνται για λειτουργία για δεκαπέντε λεπτά σε μία καθορίσμένη φωτιά όπως ορίζεται στην οδηγία EASACS-1 και χρησιμοποιούνται σε περιοχές που υπάρχει κίνδυνος φωτιάς. Όπως και τα καλώδια με αντίσταση στη φωτιά, έτσι και αυτά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όπου είναι απαραίτητο.

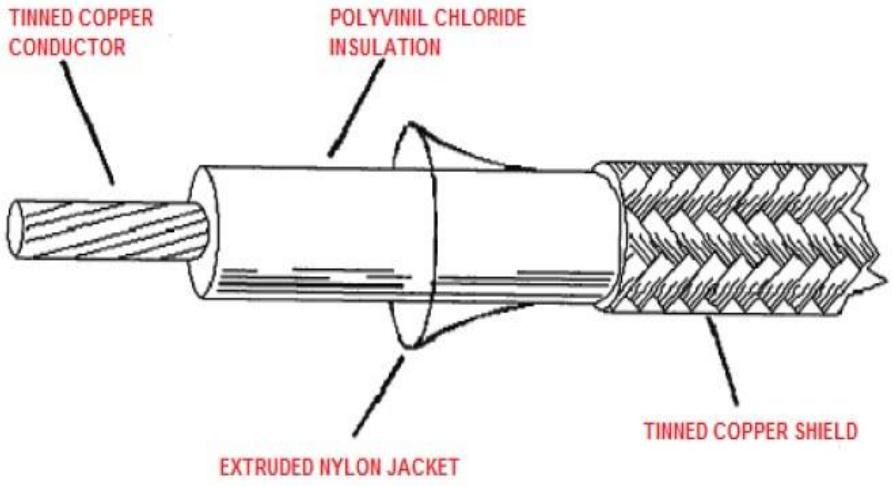
Κ. *Είδη καλωδίων*

Καλώδιο από χαλκό: Υπάρχουν πολλοί τύποι καλωδίων που χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές σε ηλεκτρικά συστήματα αεροσκάφους, αλλά η πλειοψηφία των καλωδίων που χρησιμοποιούνται είναι MIL-W-5086 ή MIL-W-22759 καλώδιο από χαλκό με PVC, νάϋλον ή μόνωση με Teflon.



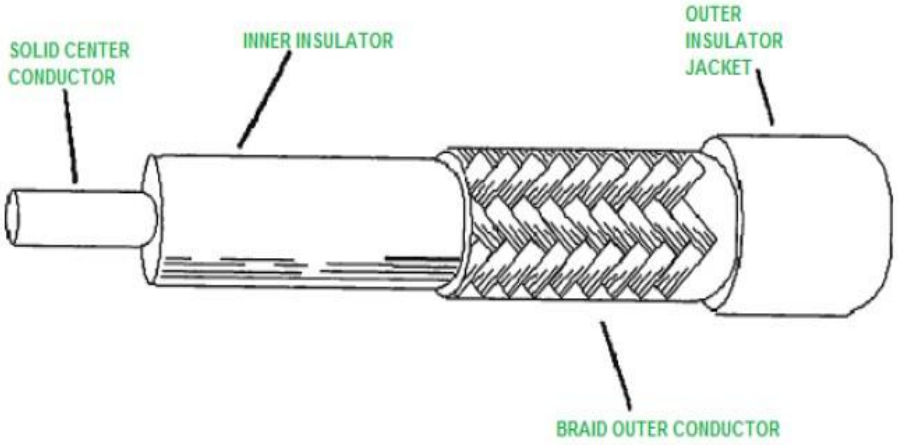
Σχημα:2.1 ΚαλώδιοαπόΧαλκό – Πηγή: HATA, Materials&HardwareHandbook

Καλώδιο από αλουμίνιο: Όπου μεγάλα ποσά ρεύματος μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις, καλώδιο από αλουμίνιο τύπου MIL-W-7072 συχνά χρησιμοποιείται. Αυτό το καλώδιο μονώνεται είτε με «Φλωριούχο Αιθυλένιο Προπυλένιο» (FEP), νάϋλον ή πλεξούδα με υλικό από υαλονήματα. Καλώδιο από αλουμίνιο με διάμετρο μικρότερο από έξι δε συνιστάται για χρήση επειδή είναι πολύ εύκολο να χαλάσει λόγω των δονήσεων.



Σχημα: 2.2 ΚαλώδιοαπόΑλουμίνιο – Πηγή: HATA, Materials&HardwareHandbook

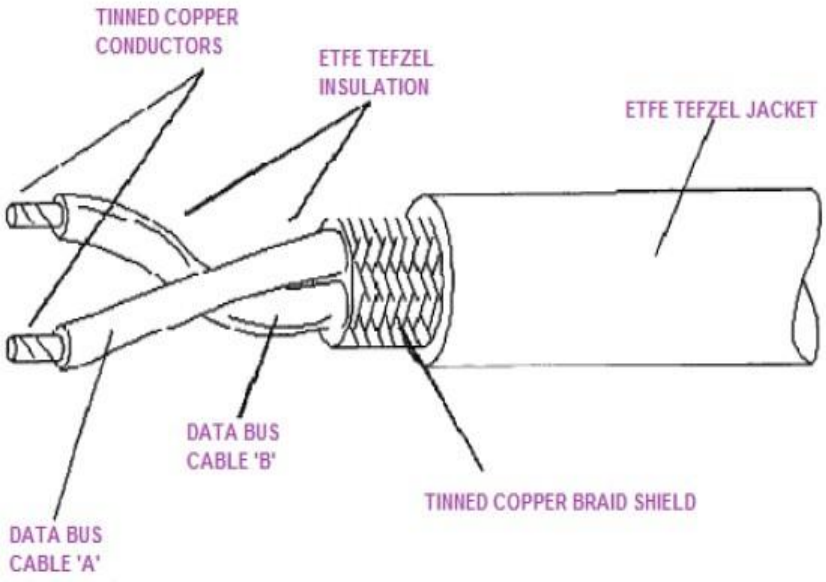
Θωρακισμένο καλώδιο (ShieldedWire): Οποιαδήποτε στιγμή που ένα καλώδιο φέρει ρεύμα, ένα μαγνητικό πεδίο περιβάλλει το καλώδιο και αυτό το πεδίο επηρρεάζει το περιβάλλον του αεροσκάφους. Τα συγκεκριμένα καλώδια περιλαμβάνουν εξωτερική μόνωση τύπου «Κλωβού Faraday», που προστατεύουν το καλώδιο από εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και παράλληλα εμποδίζει το ιδίον μαγνητικό πεδίο να επηρεάσει άλλα καλώδια ή εξοπλισμό.



Σχημα:2.3 ΘωρακισμένοΚαλώδιο – Πηγή: HATA, Materials&HardwareHandbook

DataBusCable: Ένα ειδικό είδος καλωδίου χρησιμοποιείται ευρέως ποικίλα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα ονομάζεται «DataBusCable». Το DataBusCable συνήθως αποτελείται από ένα διασταυρώμενο ζεύγος καλωδίων που περιβάλλονται από ηλεκτρικά προστατευτικά και μονωτές. Τα ψηφιακά συστήματα λειτουργούν σε διάφορες συχνότητες, τάσεις και επίπεδα ρεύματος. Είναι σημαντικό να βεβαιώσουμε ότι το σωστό καλώδιο για κάθε σύστημα που τοποθετείται. Το καλώδιο δεν θα πρέπει να πιέζεται ή να είναι λυγισμένο κατά τη διάρκεια τοποθέτησης και τα μεγέθη του

μήκους των καλωδίων του databus είναι επίσης σημαντικά. Αναφορά για τις προδιαγραφές των καλωδίων γίνεται στα εγχειρίδια των κατασκευαστών.



Σχημα: 2.4 ΚαλώδιοDataBus – Πηγή: HATA, Materials&HardwareHandbook

Λ. *Υλικό αγωγού και Μόνωση*

Τα καλώδια που τοποθετούνται μέσα σε ένα ηλεκτρικό σύστημα αεροσκάφους πρέπει να διαλέγονται με βάση την ικανότητά τους να μεταφέρουν ρεύμα χωρίς τον κίνδυνο υπερθέρμανσής τους και να μεταφέρουν το ρεύμα χωρίς να παράγουν υπερβολική πτώση τάσης. Υπάρχουν ποικίλοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή του σωστού καλωδίου, αυτοί είναι:

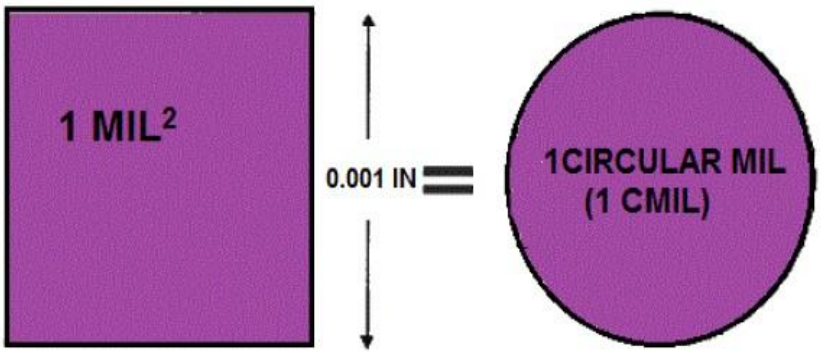
- Υλικό αγωγού.
- Ευκαμπτότητα καλωδίου.
- Υλικό μόνωσης.
- Διάμετρος καλωδίου (AWG).
- Μήκος καλωδίου.
- Είδος τοποθέτησης.

Για ένα αεροσκάφος, το υλικό του καλωδίου θα μπορούσε να είναι είτε χαλκός είτε αλουμίνιο. Εάν ο αγωγός είναι φτιαγμένος από χαλκό, κάθε μικρό καλωδίο είναι σχεδιασμένο να προστατεύει το χαλκό από τη διάβρωση.

Ο αριθμός των μικρών καλωδίων που φτιάχνουν ένα καλώδιο και ο τύπος της μόνωσης του καλωδίου ορίζουν την ευκαμπτότητα του αγωγού. Ο τύπος της μόνωσης είναι πολύ σημαντικός, ποικίλες μονώσεις έχουν διαφορετικές μετρήσεις για τη θέρμανση, τη φθορά λόγω τριβής και την ευκαμπτότητα. Το μήκος και το είδος της εγκατάστασης είναι παράγοντες που ορίζονται από τον κατασκευαστή.

Μ. *Συστήματα Μέτρησης Καλωδίου*

Το καλώδιο που χρησιμοποιείται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του αεροσκάφους συνήθως μετράται σύμφωνα με το «Αμερικάνικο Σύστημα Μέτρησης Καλωδίου» (AWG-AmericanWireGauge). Το μέγεθος του καλωδίου είναι ένας υπολογισμός της διαμέτρου του ο οποίος υπολογίζεται σε μονάδα «CircularMil». Ένα CircularMil ισούται με την τετραγωνική μονάδα επιφάνειας του 1mil (0,001 ίντσες) διάμετρος καλωδίου, μετρημένη σε χιλιοστά ίντσας. Για να υπολογίσουμε το μέγεθος σε CircularMil του καλωδίου, απλά τετραγωνίζουμε τη διάμετρο του καλωδίου, η οποία είναι μετρημένη σε χιλιοστά της ίντσας.



Μονάδα Circular Mil – Πηγή: HATA, Materials & Hardware Handbook

Ν. *Εγκατάσταση και διαδρομή του καλωδίου*

Στο αεροσκάφος υπάρχουν δύο κατηγορίες καλωδίωσης με τις οποίες μπορούν τα καλώδια να τοποθετηθούν:

- Ανοιχτή καλωδίωση - (Κατηγορίες καλωδίων, Δεσμίδες καλωδίων και διαδρομή).
- Χρήση Αγωγού - (Μηχανική Προστασία).

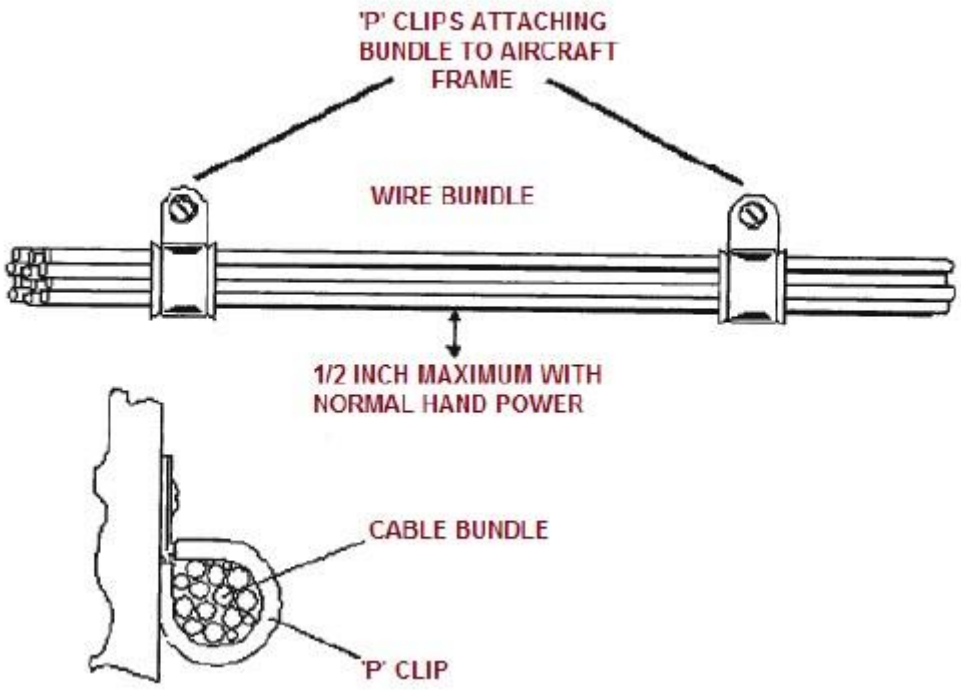
1. Ανοιχτή καλωδίωση

Ανοιχτή καλωδίωση υπάρχει όπου τα καλώδια είναι μαζί σε δέσμη και τοποθετούνται χωρίς εξωτερική προστασία. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει μεγάλος κίνδυνος μηχανικής βλάβης. Αυτός ο τρόπος τοποθέτησης είναι εύκολος για εφαρμογή και συντήρηση και είναι πιο ελαφρύς σε βάρος.

Τα καλώδια κατηγοριοποιούνται και είναι μαζί σε δεσμίδες για πιο κοντινή και αποτελεσματική διαδρομή. Καμία δεσμίδα δεν θα πρέπει να μεταφέρει καλώδια από κυκλώματα τα οποία απενεργοποιούν κύρια συστήματα και συστήματα υποστήριξης. Οι δεσμίδες θα πρέπει να έχουν τέτοια διαδρομή ώστε να μην

εμπλέκονται με οποιοδήποτε ελέγχο ή κινητό στοιχείο. Τα καλώδια θα πρέπει να ακολουθούν διαδρομή που να μην υπάρχει κίνδυνος να καταστραφούν από την είσοδο ή την έξοδο ατόμων από το αεροσκάφος ή από αποσκευές ή μετακίνηση εμπορευμάτων πάνω σε αυτά.

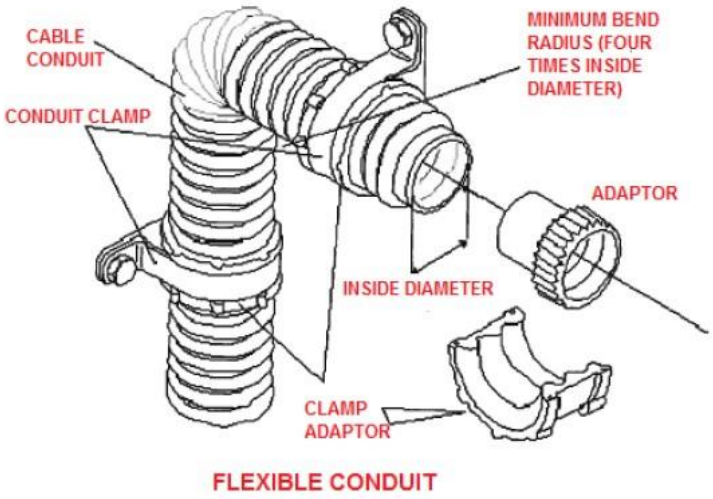
Ηλεκτρικά καλώδια ή δέσμες καλωδίων ασφαλίζονται στη δομή του αεροσκάφους μέσω μεταλλικών στηριγμάτων επενδυμένα με συνθετικό καουτσούκ ή άλλο παρόμοιο υλικό. Στη τοποθέτηση στηριγμάτων στα καλώδια, ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην καταπόνηση που προκαλείται από το καλώδιο στο στήριγμα του καλωδίου , το καλώδιο δεν θα πρέπει διεύθυνση τέτοια που θα έχει την τάση να λυγίσει το στήριγμα. Όταν ένα στήριγμα τοποθετείται πάνω σε ένα κάθετο στοιχείο, η θηλιά του στηρίγματος θα πρέπει να είναι πάντοτε πρός τα κάτω.



Σχημα: 2.5 Στήριξη Καλωδίωσης εντός Α/Φ – Πηγή: HATA, Materials & Hardware Handbook

2. Αγωγός

Μηχανική προστασία μπορεί να προσφερθεί για ένα καλώδιο αν η διαδρομή που ακολουθεί μία δεσμίδα καλωδίων βρίσκεται μέσα σε έναν εύκαμπτο ή συμπαγές αγωγό. Το μέγεθος του αγωγού είναι κανονικά μία εσωτερική διάμετρος κατά 25% μεγαλύτερη από τη διάμετρο μίας δεσμίδας καλωδίων που βρίσκεται μέσα σε αυτόν. Όλοι αγωγοί συμπαγείς ή εύκαμπτοι θα πρέπει να έχουν οπές αποστράγγισης στο χαμηλότερο σημείο τους και αυτές οι οπές και άκρες του αγωγού δε θα πρέπει να έχουν συμπαγείς άκρες που θα μπορούσαν να καταστρέψουν το καλώδιο.



Σχημα: 2.6 Αγωγός Προστασίας Καλωδίου – Πηγή: HATA, Materials & Hardware Handbook

Ξ. *Γείωση*

Η γείωση παρέχει προστασία ενάντια στα ηλεκτρικά φορτία που προκαλούν συσσώρευση στατικού και ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργείται από τους κεραυνούς, έτσι ώστε η ασφάλεια του αεροσκάφους ή των επιβατών να μη βρίσκεται σε κίνδυνο. Συγκεκριμένα:

- Ελαχιστοποιεί την καταστροφή της δομής του αεροσκάφους ή τμημάτων του.
- Αποτρέπει το πέρασμα των ηλεκτρικών ρευμάτων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν επικίνδυνη δυσλειτουργία του αεροσκάφους ή του εξοπλισμού του.
- Μειώνει την παρεμβολή στη λειτουργικότητα των απαραίτητων συσκευών (για παράδειγμα, ραδιοεπικοινωνίες και οδηγίες ναυσιπλοΐας) και παρέχει μίας χαμηλής αντίστασης διαδρομή για ηλεκτρικό ρεύμα στην επαφή με δυναμικό γης κατά την προσγείωση.

1. Πρωταρχικοί και δευτερεύοντες αγωγοί

Οι πρωταρχικοί αγωγοί είναι αγωγοί οι οποίοι χρειάζονται για να μεταφέρουν ρεύμα αποφόρτισης που προκαλείται από κεραυνούς, ενώ οι δευτερεύοντες αγωγοί είναι αυτοί που παρέχονται ως άλλες μορφές γείωσης.

2. Γείωση αεροσκάφους μεταλλικής δομής

Η επικάλυψη ενός αεροσκάφους μεταλλικής δομής θεωρείται κατάλληλη για προστασία ενάντια στην αποφόρτιση που δημιουργείται από κεραυνούς και θεωρείται ότι η μέθοδος κατασκευής είναι τέτοια που δίνει ικανοποιητική ηλεκτρική επαφή με τους συνδέσμους. Σημείωση: Μία ηλεκτρική επαφή με μία αντίσταση λιγότερη από 0,05 ohm θεωρείται ικανοποιητική.

3. Γείωση αεροσκάφους μη μεταλλικής δομής

Σύμφωνα με τη μη μεταλλική δομή ή δομή κατασκευασμένη από συνθετικά υλικά, ένα περίβλημα που αποτελείται από μεταλλικούς αγωγούς με ικανότητες μεταφοράς υπερτάσης πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στη δομή του αεροσκάφους.Μεταλλικά μέρη του αεροσκάφους θα πρέπει να γειώνονται στο περίβλημα αυτό.

4. Μέθοδοι αποφόρτισης με το έδαφος

Το σύστημα της γης που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η μεταλλική κατασκευή, το αεροσκάφος, πρέπει να συνδέεται αυτόματα με το έδαφος με την προσγείωση. Αυτό επιτυγχάνεται με το ελαστικό του ρηναίου τροχού, το οποίο περιλάμβανει ένα ηλεκτρικό αγώγιμο στοιχείο.

Σημείωση: Σε κάποια αεροσκάφη υπάρχει συσκευή που απορροφάει τον στατικό ηλεκτρισμό ή κάποια άλλη παρόμοια συσκευή στο πίσω μέρος του τροχού προσγείωσης το οποίο βοηθάει στη γείωση κατά την προσγείωση.

5. Ηλεκτροστατικά Φορτία

Η μείωση ή απομάκρυνση ηλεκτροστατικών φορτίων , τα οποία δημιουργούνται σε επιφάνειες από ίνες γυαλιού εμπλουτισμένες με πλαστικό, επιτυγχάνεται με χρήση ειδικής βαφής, η οποία δημιουργεί μία αγώγιμη επιφάνεια.

6. Αγωγοί γείωσης

Συμπαγείς λωρίδες γείωσης επιλέγονται για κάθε διατομεακή επιφάνεια. Οι λωρίδες αυτές κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό ή αλουμίνιο, οι οποίες τοποθετούνται σε κάθε τελείωμα της επιφάνειας και συνδέονται με ταινία ή παξιμάδι. Αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για γείωση σε κινούμενα τμήματα ή τμήματα που υφίστανται δονήση. Αυτές οι λωρίδες είναι κατάλληλες να χρησιμοποιηθούν ως πρωταρχικοί ή δευτερεύοντες αγωγοί.

7. Έλεγχος γείωσης

Επειδή το μήκος μίας τυπικής γείωσης είναι εξήντα πόδια, η μέτρηση μεταξύ των άκρων του αεροσκάφους θα πρέπει να έχει γίνει με σωστή επιλογή ενός ή περισσότερων σημείων με δυναμικό γης. Σε αυτή την περίπτωση, η μέτρηση της αντίστασης μεταξύ των κύριων σημείων με δυναμικό γης που έχουν επιλεχθεί, θα πρέπει να ελέγχονται πρωτού γίνει έλεγχος στο απομονωμένο σημείο.

Ο έλεγχος της γείωσης θα πρέπει να γίνεται για να εξετάσουμε την αντίσταση μεταξύ των επιλεγμένων σημείων. Οι απαραίτητες μετρήσεις κατηγοριοποιούνται σε ένα πίνακα ελέγχου γείωσης ή στη βιβλιογραφία της κατασκευάστριας εταιρείας σχετικά με συγκεκριμένο αεροσκάφος. Όταν τα τελειώματα της ελεγχόμενης γείωσης έρχονται σε επαφή με το τμήμα του αεροσκάφους, η συσκευής μέτρησης (test-meter) θα δείξει σε ohms την αντίσταση της γείωσης.

Για επιβεβαίωση καλής επαφής με τα τελειώματα της ελεγχόμενης γείωσης ίσως είναι απαραίτητο να διεισδύσουμε σε ένα μικρό τμήμα της γείωσης ή να αφαιρέσουμε ελάχιστη από μη αγώγιμη προστατευτική επικάλυψη. Μετά από τον έλεγχο, οποιαδήποτε καταστροφή στην προστατευτική επικάλυψη πρέπει να επιδιορθωθεί. Εάν η αντίσταση της γείωση είναι υπερβολικά μεγάλη, η επιδιόρθωση θα εξαρτηθεί από τον τύπο της επαφής της γείωσης με την επιφάνεια.

Σημείωση: Σε περιπτώσεις μέτρησης υπερβολικά μεγάλης αντίστασης, πιθανή αιτία μπορεί να είναι διάβρωση που τείνει να εμφανίζεται στη γείωση.

	Test Condition	Maximum Resistance
Primary Conductors	Between extremities of the fixed portions of aircraft of non-metallic or composite construction.	Estimated and declared by manufacturer.
	Between extremities of the fixed portions of metallic aircraft.	0.05 ohm
	Between bonded components and portions of main earth system to which they are connected.	
Secondary Conductors	Between metallic parts normally in contact with flammable fluids and main earth system and between the parts themselves.	1 ohm
	Between isolated conducting parts, which may be subjected to appreciable electrostatic charging and the main earth system.	0.5 megohm or 100,000 ohms per sq ft of surface area whichever is the less
	Between equipment supplied from an unearthed system, of any voltage, and the main earth system.	1 ohm
	Between equipment containing circuits carrying 50 volts (RMS or DC) or more, and the main earth system.	

Πινακας:2.1 ***Καλώδιο από Χαλκό – Πηγή: HATA, Maintenance Practices in Aviation Handbook***

Κεφάλαιο 3

Αναδρομή σε περιστατικά που έκαναν απαραίτητη την εισαγωγή της φιλοσοφίας για Ασφάλεια Δεξαμενών Καυσίμων των Α/Φ και την διαρκή (επαν-)εκπαίδευση σε αυτήν.

Α. ***Εισαγωγή***

Στις μέρες μας η καθημερινότητα και οι έντονοι ρυθμοί της κάνουν τη χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς απαραίτητη για τον άνθρωπο. Μετά από χρόνιες προσπάθειες και εκατομμύρια επενδύσεων σε μελέτες και κατασκευές για τη διαφύλαξη της ασφάλειας των επιβατών, τα αεροπλάνα συγκαταλέγονται πλέον στα ασφαλέστερα εξ αυτών. Οι μελέτες σε αυτόν τον χώρο συνεχίζονται με σκοπό τον εκμηδενισμό των περιπτώσεων ατυχήματος κατά την διάρκεια μια πτήσης.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα ατυχήματα που προήλθαν από τον χώρο αυτό, θα διερευνήσουμε τους παράγοντες που ευθύνονται για αυτά καθώς και τα μέτρα που είναι υποχρεωμένες να λάβουν οι εταιρίες αερομεταφορών.

Κατ’ αρχάς με τον όρο «ατύχημα», αναφερόμαστε σε κάποιο γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα υλική ζημιά ή τραυματισμό, στην περίπτωση όμως των περιστατικών που οφείλονται σε εκρήξεις ή ζημιά των δεξαμενών καυσίμων, χρησιμοποιούμε το όρο «Αεροπορικό Δυστύχημα». Δηλαδή κάθε βλάβη και κάθε συμβάν το οποίο συμπεριλαμβάνει τη λειτουργία ενός αεροσκάφους από τη στιγμή που κάποιος επιβάτης επιβιβάζεται στο αεροσκάφος με σκοπό την πτήση, η οποία θα επιφέρει το θάνατο ενός ή και περισσοτέρων ατόμων και μέχρι την στιγμή που θα αποβιβαστεί, τότε το συμβάν αυτό χαρακτηρίζεται ως αεροπορικό δυστύχημα.

Ερμηνεύοντας τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία που αφορούν τις πτήσεις των επιβατικών αεροπλάνων, διαπιστώνουμε ότι τα τελευταία 40 περίπου χρόνια οι αναλογίες όλων των κατηγοριών ατυχημάτων διατηρούνται σχεδόν σταθερές. Αναλυτικότερα κατά το χρονικό διάστημα από το 1959 – 2007 από τα 1465 ατυχήματα που έλαβαν χώρα 565 ήταν θανατηφόρα (36% του συνόλου) και 999 μη θανατηφόρα (64% του συνόλου) ενώ την τελευταία δεκαετία (2004- 2014) συνέβησαν 264 αεροπορικά ατυχήματα εκ των οποίων 90 ήταν θανατηφόρα (25% του συνόλου) και 274 μη θανατηφόρα (75% του συνόλου). Τέλος, αναλύοντας τα αίτια των αεροπορικών ατυχημάτων: 66% αυτών οφείλονται σε χειριστικό σφάλμα, 14% αποδίδεται σε μηχανική βλάβη ενώ 10% στις καιρικές συνθήκες. Ακολουθούν με ποσοστό 3% παραλείψεις των ΕΕΚ και ατέλειες στο σύστημα συντήρησης των αεροσκαφών. Το ποσοστό 5% των αεροπορικών ατυχημάτων προκαλείται από αδιευκρίνιστες συνθήκες.Αν λάβουμε όμως υπόψη μας ότι ο ανθρώπινος παράγοντας υπεισέρχεται σε όλες σχεδόν τις παραπάνω κατηγορίες τότε η συμβολή του ανθρώπινου λάθους (ανθρώπινος παράγοντας) στα αεροπορικά ατυχήματα φτάνει το 80%-90%.

Β. ***Ατύχημα TWAFlight 800 – 17/07/1996***

Χαρακτηριστικο παράδειγμα, στις **17 Ιουλίου του 1996**, καθώς η**TransWorldAirlinesFlight 800** (**TWA 800**) εκτελούσε πτήση με ένα Boeing 747-100 με προορισμό το Παρίσι, εξερράγη πάνω από τον Ατλαντικό λίγη ώρα μετά την απογείωσή του από τη Νέα Υόρκη με αποτέλεσμα να σκοτωθούν ακαριαία 346 επιβάτες.

Ο τρόπος που έγινε το δυστύχημα καθώς και το γεγονός ότι οι έρευνες αργούσαν να καταλήξουν σε σαφή συμπεράσματα πυροδότησε πολλά σενάρια, με το κυριότερο εξ αυτών να παρουσιάζει ως αιτία την εσφαλμένη εκτόξευση πυραύλου προς το μέρος του αεροπλάνου από μία ζώνη όπου γινόταν δοκιμές.

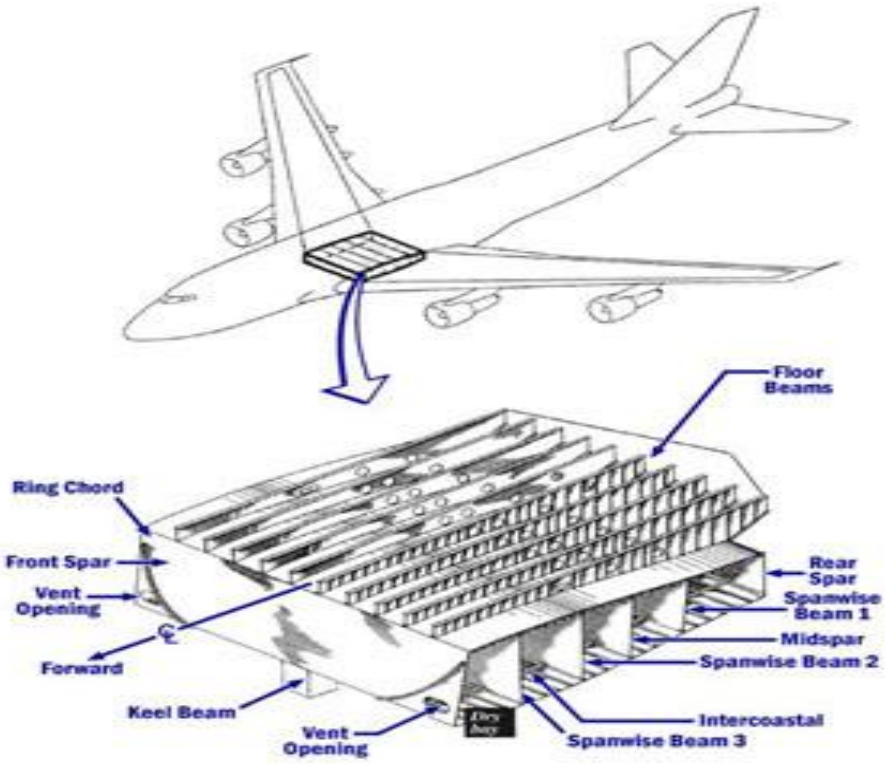
Σήμερα, η πιθανότερη υπόθεση είναι ότι σημειώθηκε βραχυκύκλωμα που προκάλεσε φωτιά σε μια δεξαμενή καυσίμων.

Το το Εθνικό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών των Η.Π.Α (NTSB) μετά από μια τετραετή έρευνα, κατέληξε σε μια εγκεκριμένη έκθεση (AircraftAccidentReport)τον Αύγουστο του 2000, τερματίζοντας την πιο εκτεταμένη, δαπανηρή και πολύπλοκη έρευνα στην ιστορία των ΗΠΑ. Το συμπέρασμα της έκθεσης ανέφερε ως πιθανή αιτία του ατυχήματος την έκρηξη εύφλεκτων ατμών αέρα στο εσωτερικό της δεξαμενης και παρόλο που δεν μπορεί να προσδιοριστεί με βεβαιότητα, η πιθανότερη αιτία της έκρηξης ήταν ένα βραχυκύκλωμα. Ως αποτέλεσμα της έρευνας, νέες απαιτήσεις αναπτύχθηκαν για αεροσκάφη με σκοπό την πρόληψη μελλοντικών εκρήξεων σε δεξαμενές καυσίμων.

Την ημέρα του δυστυχήματος το αεροσκάφος είχε ολοκληρώσει 16.869 πτήσεις με 93.869 ώρες λειτουργίας. Το αεροπλάνο αναχώρησε από την Αθήνα ως TWA 881 και έφτασε στο Διεθνές Αεροδρόμιο «JohnF. Kennedy» όπου και πραγματοποίησε ανεφοδιασμό.Κατά τον ανεφοδιασμό του αεροσκάφους, ο έλεγχος της ογκομετρικής διεργασίας ενεργοποιήθηκε νωρίτερα. Προκειμένου λοιπόν να πραγματοποιηθεί εκτόνωση στο εσωτερικό της δεξαμενής ο μηχανικός παρέλειψε τη ογκομετρική ασφάλεια και προκάλεσε υπερχείλιση.

Μάρτυρες αναφέρουν ότι είδαν μια ξαφνική έκρηξη και συντρίμμια να πέφτουν στον ωκεανό. Το πλήρωμα δεν είχε αναφέρει κάποιο πρόβλημα στην εναέρια κυκλοφορία, δεν υπήρχαν καιρικές συνθήκες ή άλλοι εξωτερικοί παράγοντες που να επηρέασαν την πτήση. Από το σημείο του δυστυχήματος ανακτήθηκαν μέρη τα οποία εξετάστηκαν διεξοδικά για θραύσματα βόμβας, συντρίμμια πυραύλων, εκρηκτικά κατάλοιπα ή οποιαδήποτε άλλη ένδειξη εχθρικής πράξης. Δεν βρέθηκε κανένα ίχνος τρομοκρατικής ενέργειας.

ΤοΕθνικό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών των Η.Π.Α (NTSB)όρισε ως αιτία του ατυχήματος ήταν μια έκρηξη στο κέντρο της πτέρυγας που οφείλεται στην ανάφλεξη έφλεκτων καυσίμων/ αέρα στη δεξαμενη. Λόγω της υπερχείλισης το ηλεκτρονικό σύστημα μέσα στη δεξαμενή σε συνδιασμό με ένα βραχυκύκλωμα ή άλλη βλάβη μέσα στη δεξαμενή οδήγησε σε ένα ηλεκτρικό τόξο υψηλής ενέργειας εντός της δεξαμενής καυσίμου που έκανε τους έφλεκτους ατμούς να αναφλεγούν. Η έκρηξη που ξεκίνησε τη διάλυση πιστεύεται ότι έχει τις ρίζες της στην κεντρική δεξαμενή της πτέρυγας (CWT).



Σχημα:3.1 Πηγή: Internet

Για διαρθρωτικούς λόγους οι πλευρικές δεξαμενές γεμίζουν πρώτα και τα τυχόν υπόλοιπα καύσιμα που απαιτούνται για την πτήση μπαίνουν στις δεξαμενές CWT. Ο όγκος της CWTτου 747-131, κατά τα πρότυπα είναι μεγάλος. Έχει χωρητικότητα καυσίμου JetA1 86,363 λίβρες. Με βάση το μήκος πτήσης του TWA 800 η CWTδεν χρειαζόταν καύσιμο, παρόλ' αυτα όπως συμβαίνει σε όλα τα αεροπλάνα μεταφοράς ακόμα και αυτή η άδεια δεξαμενή περιέχει μια μικρή ποσότητα άχρηστων καυσίμων, η οποία εκτιμάταισε 50 περίπου γαλόνια, κατοικεί σε μικρούς θύλακες και παγιδεύεται στην κάτω επιφάνεια της δεξαμενής. Από την έρευνα προέκυψε ότι στο αεροδρόμιο JFKόπου έγινε ο ανεφοδιασμός υπήρχαν υψηλές θερμοκρασίες και λειτουργούσε το σύστημα κλιματισμού, το οποίο βρίσκεται κάτω από την CWTμε αποτέλεσμα να μεταφερθεί η θερμότητα από τα συστήματα κλιματισμού του αεροσκάφους στη δεξαμενή. Μετά το δυστύχημα, η διάταξη αυτή άλλαξε προκειμένου να αποφευχθούν παρόμοια προβλήματα. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, η θερμοκρασία του κενού χώρου στη δεξαμενή καυσίμου και το επίπεδο της ενέργειας που απαιτείται για την ανάφλεξη των ατμών έγινε ένας βασικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της εφλεκτότητας της CWT. Το υψόμετρο καθώς και η θερμοκρασία στη δεξαμενή ήταν ιδανικά για την έκρηξη, καθώς πλέον ελάχιστα επίπεδα ενέργειας χρειαζοντουσαν για να προκληθεί η έκρηξη στη δεξαμενή. Ο αριθμός των πιθανών πηγών ανάφλεξης που απαιτείται για μια έκρηξη επεκτάθηκαν , όπως η αποσύνθεση της αντλίας καυσίμου, η εκφόρτιση στατικού ηλεκτρισμού , και έγιναν υποψήφια εκτενέστερης έρευνας. Για μεγάλα εμπορικά αεροσκάφη μεταφοράς,όπως το 747, η στρατηγική για την ασφάλεια των δεξαμενών καυσίμου στηρίζεται σε πιθανές απειλές που μπορούν να εντοπισθούν σε δυο βασικές κατηγορίες:

1. Εσωτερικές απειλές, όπως αστοχία στην καλωδίωση, στις αντλίες, κ.α.
2. Περιβαλλοντικές απειλές, όπως αστραπή, υψηλής έντασης πεδία ακτινοβολίας (HIRF) στο εσωτερικό της δεξαμενής καυσίμου, κα.

Κατά τη διάρκεια της έρευνας του ατυχύματος, οι ερευνητές επιθεώρησαν δεκάδες αεροσκάφη διαφόρων τύπων, συμπεριλαμβανομένου και του 747, επανεξετάζοντας χιλιάδες αρχεία που σχετίζονταν με την σωστή λειτουργία της δεξαμενής καυσίμου. Αποτέλεσμα αυτών των ερευνών ήταν η αναγνώριση πολυάριθμων βασικών ελλείψεων ασφαλείας σε χώρους και συστήματα που σχετίζονται με το σύστημα αποθήκευσης και διανομής καυσίμου, καθώς και στις καλωδιώσεις που γειτονιάζουν με αυτό.Αναφέρονται απροσδόκητες συνθήκες αστοχίας όπως η ποσότητα καυσίμου, μέρη που λείπουν όπως λανθασμένη συναρμολόγηση αντλιών μετά από συντήρηση καθώς και άλλες πιθανές πηγές ανάφλεξης μέσα στη δεξαμενή.

Από τη διεξοδική αυτή έρευνα προέκυψαν τρία γενικά συμπεράσματα:

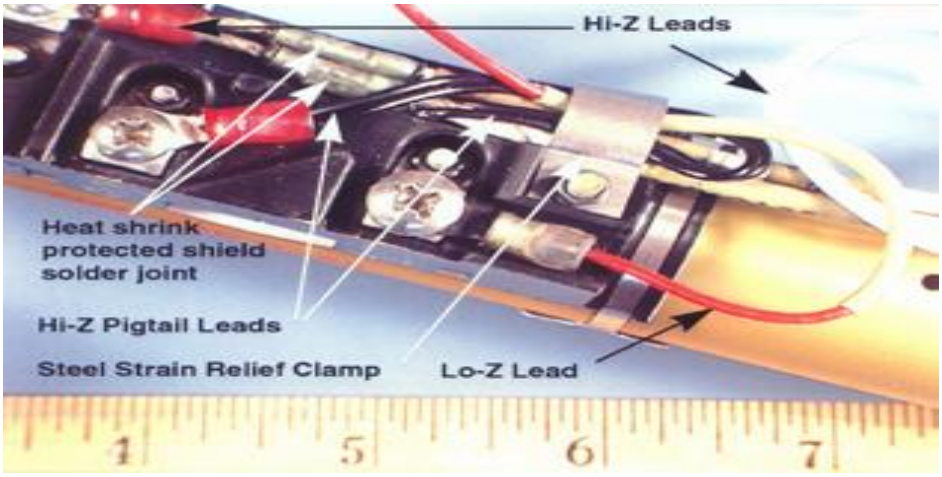
1. Η διάταξη των καυσίμων και τα συστατικά του 747-100 ήταν παρόμοια με πολλά άλλα αεροσκάφη που είχαν παρουσιαστεί και λειτουργούσαν.Για παράδειγμα, αντλίες, καλωδιώσεις, ανιχνευτές και άλλα χαρακτηριστικά ήταν κοινά με άλλα αεροσκάφη που δεν είχαν παρουσιάσει προβλήματα.

2. Πολλές πιθανές πηγές ανάφλεξης σε δεξαμενή καυσίμου εντοπίστηκαν και σε άλλα μοντέλα 747.

3. Το επίπεδο της στρατηγικής ασφάλειας των δεξαμενών για την πρόληψη ανάφλεξης ήταν μη αποδεκτό.

Η ακριβής πηγή ανάφλεξης που πυροδότησε το εύφλεκτο ατμοποιημένο καύσιμο στην δεξαμενη του TWA 800, δεν ήταν σε θέση να προσδιοριστεί με βεβαιότητα. Ωστόσο μετά από εκτενή ανασκόπηση στα συντρίμμια που ανακτήθηκαν, τις διαθέσιμες πληροφορίες από τους καταγραφείς δεδομένων της πτήσης και την εξέταση των πολλών παρόμοιων αεροπλάνων, το Εθνικό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών των Η.Π.Α (NTSB) προσδιόρισε ως πιο πιθανή αιτία την έκρηξη λόγω βραχυκυλώματος που προκλήθηκε στην εξωτερική καλωδίωση ενός ανιχνευτή στάθμης καυσίμου (FQIS) εντός της κεντρικής δεξαμενής.

Το 747-131 χρησιμοποιεί έναν αριθμό ανιχνευτών στάθμης καυσίμου που κατανέμονται σε όλη τη δεξαμενή καυσίμου. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται σε τομή ένας τέτοιος ανιχνευτής με τα εσωτερικά του καλώδια. Η καλωδίωση από τους ανιχνευτές εκτείνεται εκτός της δεξαμενής προς το πιλοτήριο, όπου τα σήματα ερμηνεύονται από τους μετρητές και αναφέρουν την ποσότητα καυσίμου μέσα σε κάθε δεξαμενή.



Σχημα:3.2 Ανιχνευτής στάθμης καυσίμου FQIS με την καλωδίωσή του – Πηγή: Internet

Τοτο Εθνικό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών των Η.Π.Α (NTSB) αναγνώρισε ως το πιο πιθανό σενάριο της έκρηξης ένα είδος λανθάνουσας βλάβης σε κάποιο αισθητήρα ποσότητας καυσίμου σε συνδιασμό με ένα βραχυκύκλωμα. Η λανθάνουσα αυτή βλάβη προφανώς δεν επηρεάζει την κανονική λειτουργία του αισθητήρα, ωστόσο μπορεί να παραχθει ένα ηλεκτρικό τόξο υψηλής ενέργειας όταν ρεύμα από ένα άλλο καλώδιο πολύ υψηλής τάσης εκ παραδρομής εισήχθει στα καλώδια που οδηγούν στη δεξαμενή καυσίμου και στον αισθητήρα ποσότητας καυσίμου. Η έκθεση του NTSBκαι η επακόλουθη διερεύνηση αποκάλυψε αρκετές πιθανότητες για μια λανθάνουσα βλάβη. Ένα από τα σενάρια περιλαμβάνει έναν ορισμένο τύπο διάβρωσης-μόλυνσης από επικαθίσεις σουλφιδίου που μπορεί να αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου μεταξύ των ηλεκτρικών επαφών στους ανιχνευτές. Οι επικαθίσεις αυτές δεν επηρεάζουν την κανονική λειτουργία των ανιχνευτών αλλά μπόρει να δημιουργήσουν τόξο αν εκτεθούν σε υψηλότερες τάσεις. Το πιο πιθανό σενάριο που επικαλείται το NTSB για την παραγωγή μιας ηλεκτρικής πηγής υψηλης ενέργειας μέσα στη δεξαμενή καυσίμου, ήταν ένα βραχυκύκλωμα σε μια δέσμη καλωδίων έξω από το ρεζερβουάρ επιτρέποντας την εισαγωγή ρεύματος υψηλής τάσης (115 VAC) μέσα σε καλώδια χαμηλής τάσηςπου εισέρχονται στη δεξαμενή καυσίμου.Αναπαράσταση αυτής της αποτυχίας είναι διαθέσιμη στον ακόλουθο σύνδεσμο:

http://lessonslearned.faa.gov/ll_main.cfm?TabID=3&LLID=21&LLTypeID=2#null

Γ. *Ατύχημα Philippine Airlines Flight 143 – 11/05/1990*

Έξι χρόνια νωρίτερα,στις **11 Μαϊου του 1990** στο Διεθνές Αεροδρόμιο της Μανίλα Νικόι Ακίνο καθώς ετοιμαζόταν να πραγματοποιήσει μια εσωτερική πτήση, το **Boeing 737-300** τυλίχθηκε στις φλόγες μέσα σε μόλις τέσσερα λεπτά μετά από έκρηξη της κεντρικής δεξαμενής καυσίμου.

Σχημα: 3.3 *Το* ***Boeing 737-300 της Philippine Air Linesμετά την έκρηξη στο Διεθνές Αεροδρόμιο της Μανίλα - Πηγή: Internet***

Η θερμοκρασία την στιγμή του ατυχήματος ήταν ιδιαίτερα υψήλη, περίπου 35°C (95 F), ενώ το 737-300 ήταν σταθμευμένο στο αεροδρόμιο της Μανίλα. Όπως αποδείχθηκε οι μονάδες κλιματισμού που βρίσκονταν κάτω από την κεντρική δεξαμενή της πτέρυγας ήταν σε λειτουργία περίπου 30-45΄πριν την τροχοδρόμηση. Η CWT, η οποία δεν είχε πληρωθεί από το Μάρτιο του 1990, πιστεύεται ότι περιείχε κάποιες αναθυμιάσεις, οι οποίες με το τέλος της φάσης τροχοδρόμησης, προκάλεσαν έκρηξη στην κεντρική δεξαμενή καυσίμου, που έσπρωξε το πάτωμα της καμπίνας του 737 βίαια προς τα επάνω. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι πλευρικές δεξαμενές να υποστούν ρήξη και το αεροσκάφος να τυλιχθεί στις φλόγες. Η πλειονότητα των 113 επιβατών καθώς και το 6μελές πλήρωμα κατάφερε να διαφύγει από τις εξόδους έκτακτης ανάγκης του Αεροσκάφους.

Τόσο οι μάρτυρες όσο και ο Διευθυντής της υπηρεσείας πολιτικής αεροπορίας των Φιλιππίνων, επιβεβαίωσαν ότι οι μηχανές κατά τη διάρκεια της έκρηξης δεν ήταν σε λειτουργία. Θεωρείται πως οι εύφλεκτοι ατμοί προκλήθηκαν από κάποια φθαρμένη καλωδίωση, καθώς αποδείχθηκε από τα δεδομένα ότι δεν επρόκειτο για βομβαρδιστικη επίθεση ή κάποιο εμπρησμό. Η αεροπορική εταιρεία είχε τοποθετήσει φώτα για το λογότυπό της των οποίων οι καλωδιώσεις πέρναγαν από το σημείο που σφραγίζονται με ειδικές στεγανώσεις οι εύφλεκτοι ατμοί των δεξαμενών. Η NTSB συνέστησε στην FAA μια οδηγία αξιοπλοϊας σύμφωνα με την οποία απαιτούνται επιθεωρήσεις στις προωθητικές βαλβίδες, στον διακόπτη πτήσης, στις καλωδιώσεις καθώς και στα σημεία τριβής που είχαν παρατηρηθεί. Η FAAαρνήθηκε να εκδόσει την παραπάνω οδηγία αξιοπλοηγησιμότητας.

Δ. *Ατύχημα Thai Airways Flight 114 – 03/03/2001*

Στις **3 Μαρτίου του 2001**, το Boeing**737-400** της ThaiAirwaysInternational με προορισμό το ChiangMai από το αεροδρόμιοDonMuang της Μπανγκόκ καταστράφηκε μετά από μια έκρηξη στην κεντρική δεξαμενή της πτέρυγας.

Σχημα: 3.4 Φωτογραφία του Boeing 737-4D7 HS-TDC της Thai Airways - Πηγή: Internet

Έρευνες έδειξαν ότι η έκρηξη προήλθε από την ανάφλεξη εύφλεκτου μίγματος καυσίμου αέρα στη δεξαμενή, ενώ το αεροσκάφος ήταν σταθμευμένο επί εδάφους, πριν την επιβίβαση. Επισήμως, η πηγή ανάφλεξης δεν μπόρεσε να προσδιοριστεί με βεβαιότητα, αλλά ηπιθανότερη πηγή ήταν μια έκρηξη που προήλθε από την αντλία της CWT ως αποτέλεσμα ενός συνδυασμού παρουσίας μεταλλικών ρινισμάτων στην αντλία και ενός μίγματος καυσίμου/αέρα της δεξαμενής. Μέσα στο αεροπλάνο, την στιγμή της έκρηξης, ήταν μόνο το πλήρωμα εκ των οποίων ένας έχασε τη ζωή του.

Κεφάλαιο 4

Νομοθετικό Πλαίσιο για την Πρόληψη Ατυχημάτων που σχετίζονται με Δεξαμενές Καυσίμων Α/Φ.

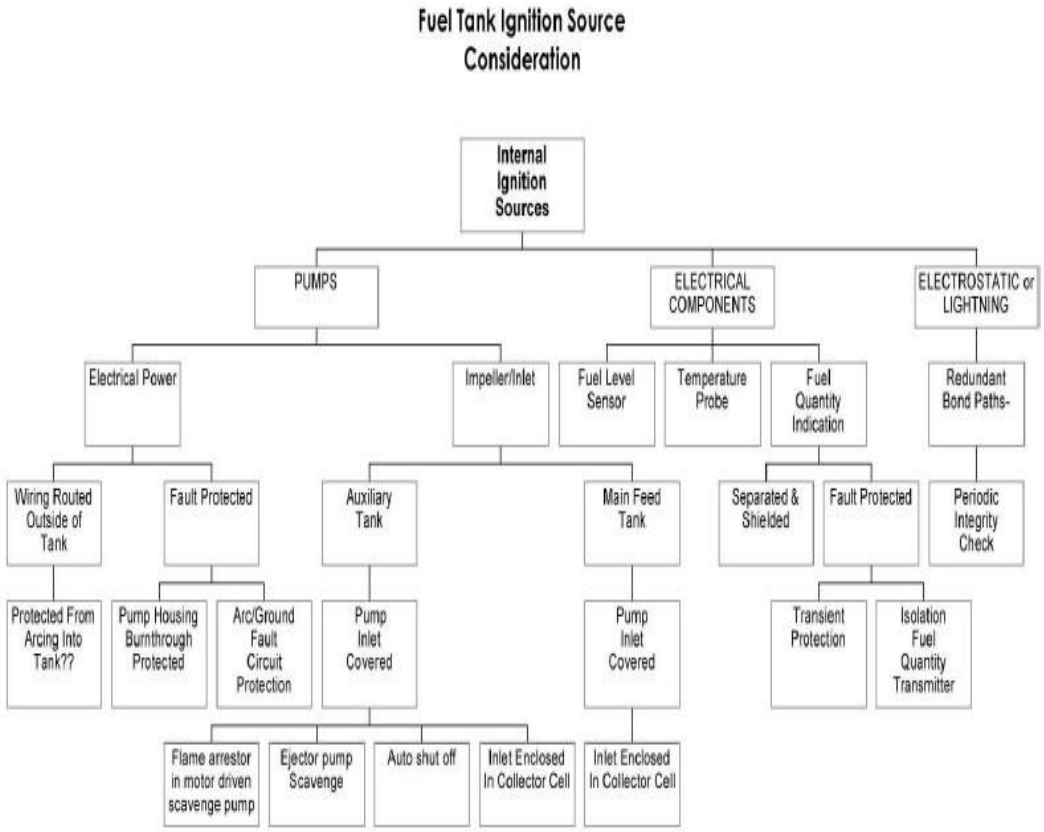
Α. *Εισαγωγή*

Στη σκιά του ατυχήματος της Πτήσεως 800 της TWA, Οι σπουδαιότερες αεροπορικές εταιρείες της εποχής εκείνης (Airbus, Boeing, LockheedMartin&McDonnellDouglas) συμφώνησαν το 1997 να συμμετάσχουν από κοινού σε ένα πρωτότυπο –για την εποχή- πρόγραμμα με αρχικό σκοπό τον έλεγχο της κατάστασης των συστημάτων των Α/Φ που σχετίζονται με την αποθήκευση, την τροφοδοσία και την ένδειξη της στάθμης καυσίμων, καθώς της κατάστασης κάθε είδους καλωδιώσεων και γειώσεων των Α/Φ. Το πρόγραμμα ονομάστηκεAFSSP (AircraftFuelSystemSafetyProgram) και η βασική φιλοσοφία του ήταν, ότι πέραν των ενεργειών που θα κάνουν οι αρμόδιες ΥΠΑ ανά τον κόσμο (σημ: η έρευνα για το ατύχημα της TWA 800 ήταν ακόμα σε εξέλιξη εκείνη την περίοδο), θα πρέπει οι κατασκευάστριες με δική τους πρωτοβουλία να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα για να βελτιωθεί η ασφάλεια πτήσεων και ότι τα μέτρα αυτά θα πρέπει να επηρεάσουν τόσο τον υφιστάμενο στόλο Α/Φ, όσο και τα μελλοντικά μοντέλα των εταιρειών. Το πρόγραμμα αυτό θεωρήθηκε πολύ σημαντικό για την εποχή του και τις δεδομένες συνθήκες και σύντομα εντάχθηκαν σε αυτό οικειοθελώς πάρα πολλές εταιρείες που κατασκεύαζαν αεροπορικό εξοπλισμό (από συστήματα φωτισμού και ψυχαγωγίας, μέχρι συστημάτων πέδησης και πρόωσης).

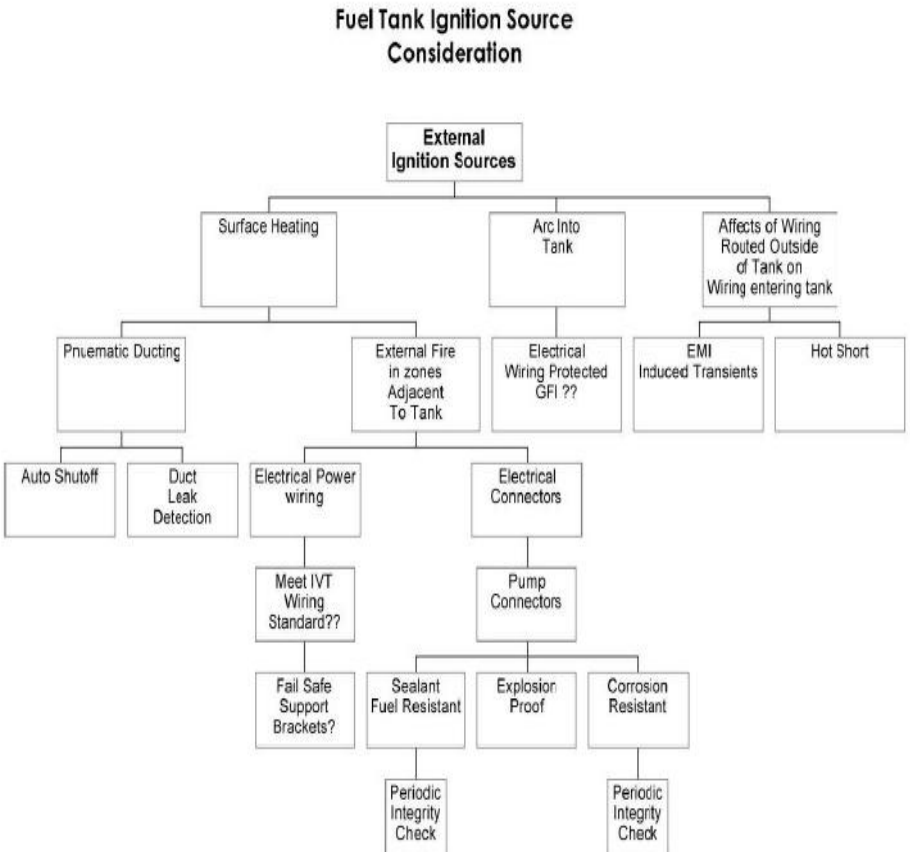
Σε ένα τέτοιο πρόγραμμα, δεν θα μπορούσαν να λείπουν και οι αρμόδιες ΥΠΑ ανά τον κόσμο και κυρίως η Αμερικάνικη FAA, η οποία ήταν και η άμεσα ενδιαφερόμενη για τη διερεύνηση του ατυχήματος της TWA, αφού το Α/Φ που εξερράγη στον αέρα ήταν τόσο αμερικάνικης κατασκευής, όσο και νηολόγησης. Έτσι η FAA, όχι μόνο συμμετείχε στο πρόγραμμα με την παροχή ειδικών συμβούλων και εξειδικευμένης βιβλιογραφίας, αλλά ενθάρρυνε τις αεροπορικές κατασκευάστριες εταιρείες να τις καταθέσουν πλήρως εμπεριστατωμένες μελέτες για το τι θεωρούν αυτές αναγκαίο να τροποποιηθεί, στα πλαίσια της κατασκευής, επισκευής και επιθεώρησης των συστημάτων που προαναφέρθηκαν στην πρώτη παράγραφο.

Το πρόγραμμα ολοκληρώθηκε και παρουσιάστηκε επισήμως τον Αύγουστο του 2000, και ανέδειξε μια σειρά από προβληματικές καταστάσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σοβαρά ατυχήματα και εκρήξεις. Οι περισσότερες από αυτές μάλιστα, σχετίζονταν με το σύστημα ηλεκτρικών καλωδιώσεων του Α/Φ: Κατεστραμένες μονώσεις καλωδίων από θερμότητα, τριβή ή από χημικούς παράγοντες, κατεστραμένες ή ανεπαρκείς γειώσεις, επικαθίσεις μεταλλικών οξειδίων σε ηλεκτρικές επαφές που υπο συνθήκες θα μπορούσαν να οδηγήσουν και σε καταστάσεις αυτοανάφλεξης. Επιπρόσθετα, το ατύχημα της TWA ανέδειξε και το

πρόβλημα της «συνύπαρξης» στους ίδιους χώρους και σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, των καλωδίων ρεύματος Υψηλής Τάσης, με αυτών της Χαμηλής. Ταλαντώσεις μεγάλης έντασης, ελλατωματικά στηρίγματα καλωδίων, υψηλή θερμότητα ή ακόμα και αστοχία υλικού των καλωδίων, θα μπορούσε να φέρει σε επαφή αυτά τα δύο είδη καλωδίων. Υπο προϋποθέσεις λοιπόν, ελλόχευε ο κίνδυνος ρεύμα Υψηλής Τάσης να διοχευτευθεί μέσω των καλωδίων Χαμηλής Τάσης, σε περιοχές εξαιρετικά εύφλεκτες (πχ Δεξαμενές Καυσίμων, Κινητήρες, Υδραυλικά Συστήματα κλπ), προκαλώντας εκτεταμένες ζημιές ή/και εκρήξεις.



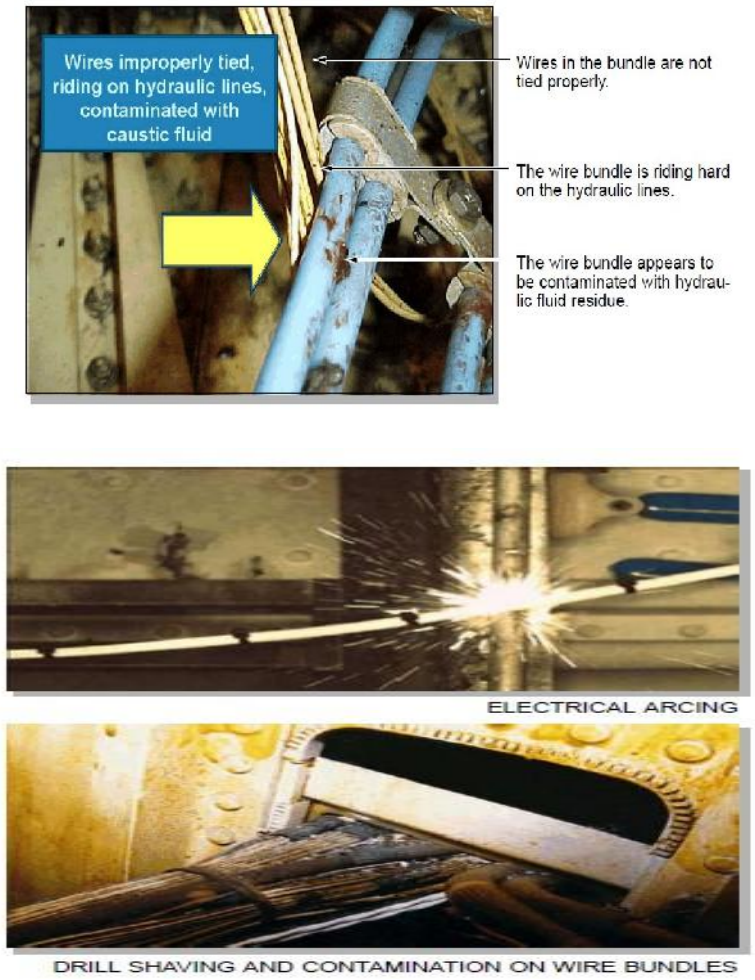
Σχημα: 4.1 Τα συμπεράσματα της αρμόδια επιτροπής του προγράμματος AFSSP, σχετικά με τις πιθανές εσωτερικές πηγές ανάφλεξης – Πηγή: Lufthansa Technical Training



Σχημα: 4.2 Τα συμπεράσματα της αρμόδια επιτροπής του προγράμματος AFSSP, σχετικά με τις πιθανές εξωτερικές πηγές ανάφλεξης – Πηγή: Lufthansa Technical Training

Επίσης, οι κατασκευάστριες εταιρείες πρότειναν μέσω του προγράμματος, εκτεταμένες βελτιώσεις στο σχεδιασμό κάποιων συστημάτων, καθώς και την περιοδική επιθεώρηση και συντήρηση όλων των συστημάτων και υποσυστημάτων που λόγω της φύσης τους ή της παρουσίας τους, θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε τέτοιες εκρήξεις στο μέλλον σε περίπτωση υπολειτουργίας τους. Αυτές οι βελτιώσεις θα έπρεπε να περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τον επανασχεδιασμό και την επιθεώρηση των αντλιών καυσίμων, των ανιχνευτών στάθμης καυσίμου FQIS, τον έλεγχο ή/και επανασχεδιασμό της διαδρομής όλων των καλωδιώσεων μέσα στις δεξαμενές, κοντά στα συστήματα κλιματισμού και στα πνευματικά συστήματα και την εγκατάσταση νέου τύπου μονώσεων στα καλώδια και στις περιοχές που εναποτίθενται με βασικό κριτήριο την Πυραντοχή.

Τέλος, κατέστησε σαφές ότι θα πρέπει να επαναπροσδιοριστούν από τις ίδιες τις κατασκευάστριες εταιρείες τα ημερολογιακά προγράμματα περιοδικής επιθεώρησης και συντήρησης των Α/Φ και των εξαρτημάτων τους, να επανασχεδιαστούν τα βιβλία συντήρησης αυτών, καθώς και ότι θα πρέπει να εισαχθούν ειδικά προγράμματα εκπαίδευσης και πιστοποίησης του προσωπικού που εμπλέκεται στην επιθεώρηση και την συντήρηση αυτών.



Σχημα:4.3 Φωτογραφίες που προσκομίστηκαν στην αρμόδια επιτροπήτου προγράμματος και απεικονίζει την κατάσταση των καλωδιώσεων σε αεροσκάφη τύπου 747-100, μετά από χιλιάδες ώρες πτήσης – Πηγή: Lufthansa Technical Training

Β. *Νομοθετικό Πλαίσιο*

Η αμερικάνικη ομοσπονδιακή υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας (FAA), υιοθέτησε όλα τα συμπεράσματα του προγράμματος AFSSP που προανεφέρθει και τα εισήγαγε σε μια έκτακτη «οδηγία αξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessDirective), καθιστώντας τα ανωτέρω υποχρεωτικά για όλους τους κατασκευαστές Α/Φ και εξαρτημάτων και για όλους τους εμπλεκόμενους στην συντήρηση και κατασκευή αυτών, που υπάγονται υπό την αρμοδιότητά της. Η οδηγία αυτή ονομάστηκε SFAR 88 (SpecialFederalAviationRegulation) και εισήχθη τον Ιούνιο του 2001.

Ανάλογη υποχρεωτική οδηγία εκδόθηκε και από την αντίστοιχη ευρωπαϊκή υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας (EASA) με τον κωδικό 04/00/02/07/03-L024, στις 03 Φεβρουαρίου του 2003. Κύρια φιλοσοφία και των δύο νομοθετικών οδηγιών ήταν τα εξής:

- Η τροποποίηση των αεροπορικών συστημάτων και η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και προτύπων κατασκευής, επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής, σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζονται στις νομοθετικές οδηγίες
- Η επαναξιολόγηση και ο επαναπροσδιορισμός των περιοδικών προγραμμάτων συντηρήσεων και επισκευών, καθώς και η ενημέρωση της σχετικής βιβλιογραφίας, σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζονται στις νομοθετικές οδηγίες
- Η ενημέρωση του προσωπικού που σχετίζεται με την κατασκευή και τη συντήρηση των Α/Φ και των συστημάτων τους, σχετικά με τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν από την παρουσία ατμών καυσίμου ή/και φθαρμένων καλωδιώσεων σε κλειστούς χώρους.

Για τα πρώτα δύο, τέθηκε ως χρονικό περιθώριο προσαρμογής και συμμόρφωσης η 6^{η} Δεκεμβρίου 2002 (για το SFAR 88) και η 7^{η} Ιουλίου 2004 (για την EASA), ενώ για το τρίτο τέθηκε από κοινού ως χρονικό περιθώριο ο Μάρτιος του 2007.

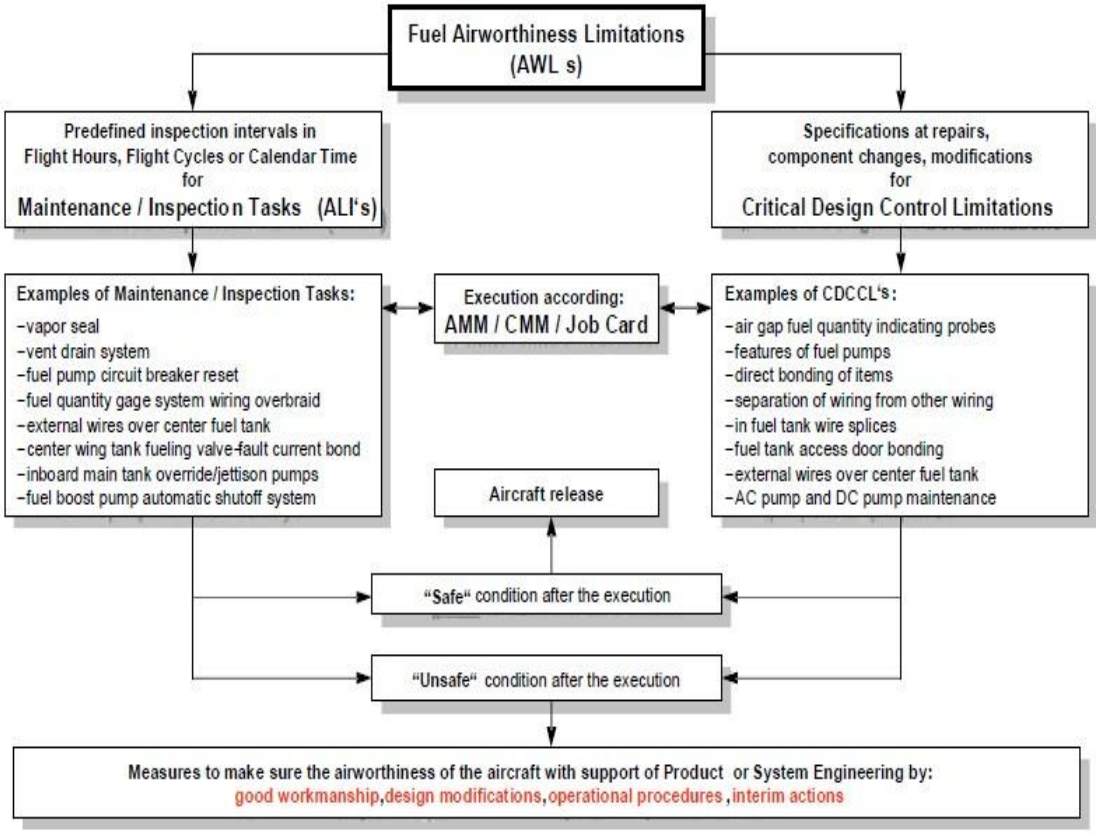
Γ. *Περιορισμοί Αξιοπλοηγησιμότητας*

Οι νομοθετικές οδηγίες που προαναφέρθηκαν στην παράγραφο Β, ανάγκασαν τους κατασκευαστές Α/Φ και των συστημάτων τους να επαναπροσδιορίσουν τη σημασία που έχουν κάποιες κατηγορίες συστημάτων, υποσυστημάτων και δομικών μερών των Α/Φ, στην ασφάλεια πτήσεων και στην αποτροπή επικίνδυνων περιστατικών, όπως αυτά περιγράφικαν στο Κεφάλαιο 3 της εργασίας. Έτσι, οι βιβλιογραφίες συντήρησης και επισκευής χρειάστηκαν εκτός των άλλων να εμπλουτιστούν με κάποιους «όρους», η αναφορά των οποίων εντός συγκεκριμένων κεφαλαίων της βιβλιογραφίας, θα καταδείκνυε τον βαθμό επικινδυνότητας σε περίπτωση ελλειπούς επιθεώρησης και ελλατωματικής συντήρησης. Οι «όροι» αυτοί ονομάστηκαν «Περιορισμοί Αξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessLimitations) , δηλαδή η περίπτωση ελλειπούς επιθεώρησης και ελλατωματικής συντήρησης κάποιου/ων συστήματος/ων ή δομικών μερών του Α/Φ, θα έθετε φραγμούς στην ασφάλεια κατά την εκτέλεση πτήσεως. Οι περιορισμοί αυτοί, διακρίνονται στις εξής επιμέρους κατηγορίες:

- FAL (FuelAirworthinessLimitations): Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει αντικείμενα (συστήματα, υποσυστήματα κλπ), για τα οποία έχει διαπιστωθεί κατόπιν μελετών ότι η πιθανή αστοχία στην λειτουργία τους, μπορεί να οδηγήσει σε μια επικίνδυνη κατάσταση και άρα το Α/Φ να καταστεί άμεσα «μη αξιόπλοο». Για κάθε αντικείμενο με αυτό τον χαρακτηρισμό, αναγράφονται υποχρεωτικά τα χρονικά διαστήματα επιθεώρησης και συντήρησης (ή αντικατάστασης)του. Η αμέλεια ή

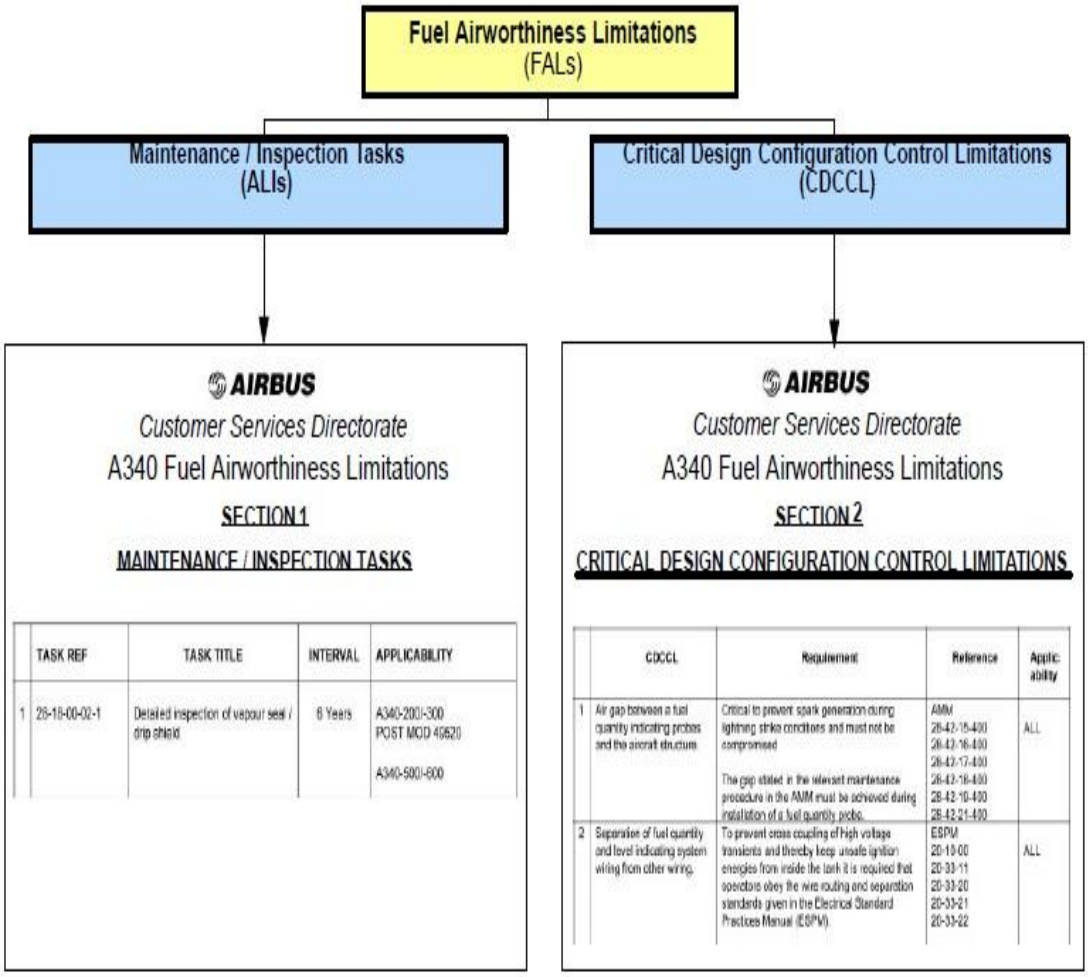
παρέκκλιση από την τήρηση αυτών των χρονικών διαστημάτων, δημιουργεί έναν «Περιορισμό Αξιοπλοηγησιμότητας».

- CDCCL (Critical Design Configuration Control Limitations): Ορόςπροκύπτειωςαπόρροιατουόρου FAL. Χρησιμοποιείται για να περιγράψει αντικείμενα (δεξαμενές, συστήματα, υποσυστήματα κλπ), για τα οποία απαιτείται ειδικός σχεδιασμός και έλεγχος, για να εξαλειφθεί κάθε πιθανότητα εκδήλωσης κάποιας ανάφλεξης ή έκρηξης εντός δεξαμενής καυσίμων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσης του όρου αυτού, είναι η αναφορά σε γειώσεις, καλωδιώσεις συστημάτων, σωληνώσεις, αντλίες τροφοδοσίας και γενικά για όλα τα συστήματα/υποσυστήματα που σχετίζονται άμεσα με την αποθήκευση και την τροφοδοσία καυσίμου.
- ALIs (AirworthinessLimitationInspections): Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει απαραίτητες και περιοδικά επαναλαμβανόμενες επιθεωρήσεις και ελέγχους (ή ακόμα και αντικαταστάσεις) που επιβάλλονται να γίνουν σε εξαρτήματα και συστήματα εκτός της κατηγορίας CDCCL, προκειμένου να αποτραπεί η φθορά τους σε τέτοιο βαθμό, που να αποτελέσουν πιθανή πηγή ανάφλεξης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσης του όρου αυτού είναι ο έλεγχος της κατάστασης των γειώσεων, των συνδέσμων/στηριγμάτων διαφόρων εξαρτημάτων, της μόνωσης των καλωδίων κ.α.

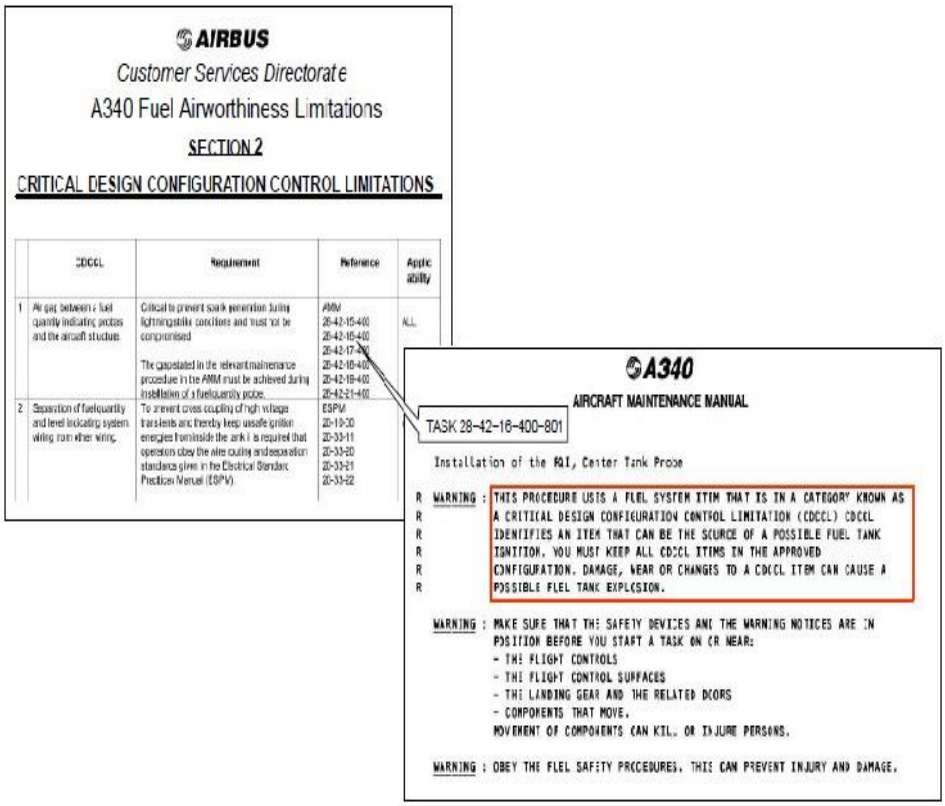


Σχημα: 4.4 «Περιορισμοί Αξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessLimitations) – Πηγή: Lufthansa Technical Training

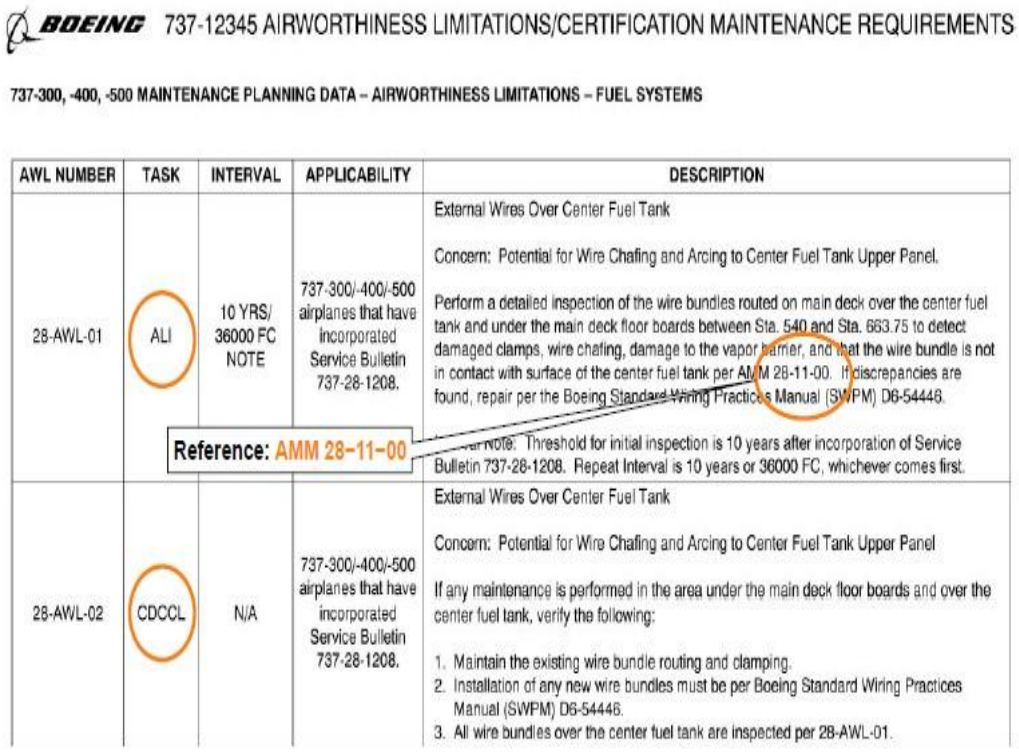
Όπως προαναφέρθηκε, όλοι οι άνωθεν όροι συναντώνται στις βιβλιογραφίες των Α/Φ, συμπεριλαμβανομένων και των περιοδικών προγραμμάτων συντήρησης (MaintenanceReviewBoardReport) που προτείνει η εταιρεία. Τα τελευταία, αποτελούν ουσιαστικά «ημερολόγια» προγραμματισμένης συντήρησης που προτείνει η κατασκευάστρια εταιρεία στους χρήστες των Α/Φ της. Κρατήστε παρακαλώ στο νου σας την λέξη «προτείνει». Και αυτό γιατί, υπάρχει η δυνατότητα στους χρήστες να καταθέτουν και να χρησιμοποιούν τα δικά τους περιοδικά προγράμματα συντήρησης (MaintenancePrograms), εαν και εφόσον διαπιστωθεί ότι απαιτούνται πιο συχνά διαστήματα μεταξύ των επιθεωρήσεων, για τον συνεχή έλεγχο της αξιοπλοηγησιμότητας του Α/Φ. Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει όμως αυτό είναι το περιοδικό πρόγραμμα συντήρησης του χρήστη να βασίζεται σε αυτό της κατασκευάστριας εταιρείας και παράλληλα, να έχει γνωστοποιηθεί και να έχει λάβει έγκριση από την αρμόδια υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας στην οποία υπάγεται αυτός.



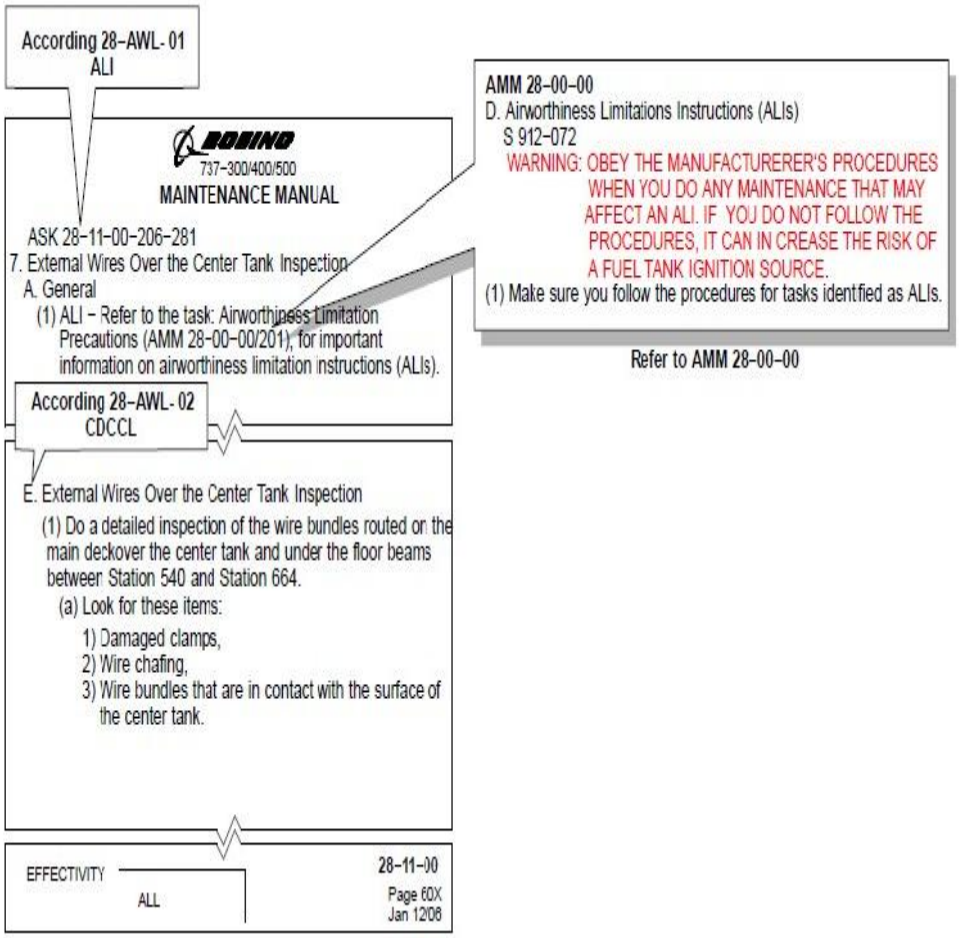
Σχημα: 4.5 «Περιορισμοί Αξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessLimitations) για τα Α/Φ τύπου Airbus – Πηγή: LufthansaTechnicalTraining



Σχημα: 4.6 «Περιορισμοί Αξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessLimitations) για τα Α/Φ τύπου Airbus – Πηγή: Lufthansa Technical Training



Σχημα: 4.7 «ΠεριορισμοίΑξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessLimitations) γιατοΑ/ΦτύπουBoeing – Πηγή: LufthansaTechnicalTraining



Σχημα: 4.8 ΠεριορισμοίΑξιοπλοηγησιμότητας» (AirworthinessLimitations) για τα Α/ΦτύπουBoeing – Πηγή: LufthansaTechnicalTraining

Κεφάλαιο 5

Συστήματα Περιορισμού της Αναφλεξιμότητας

Α. Εισαγωγή

Οι κατασκευάστριες εταιρείες Α/Φ, μετά το ατύχημα της TWA 800 και κατόπιν υποδείξεων των αρμόδιων υπηρεσιών πολιτικής αεροπορίας των χωρών όπου εδρεύουν αυτές, ενσωμάτωσαν σε κάποια* από τα αεροσκάφη τους συστήματα παραγωγής αδρανούς αερίου που χρησιμοποιεί μια διαχωριστική μονάδα του αέρα (ASM) για το διαχωρισμό του αζώτου και του οξυγόνου από τον αέρα. Με τον διαχωρισμό των δύο αυτών αερίων, ο εμπλουτισμένος με άζωτο αέρας (Nitrogenenrichedair - NEA) εισάγεται στην δεξαμενή, ενώ ο εμπλουτισμένος με οξυγόνο αέρας (OxygenEnrichedAir - OEA) εξαερίζεται στη θάλασσα. Ο πλούσιος-σε περιεκτικότητα αζώτου αέρας, παράγεται σε επαρκείς ποσότητες, ώστε να μειωθεί η περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο εντός των δεξαμενών σε επίπεδο τέτοιο, που η ελλιπής ύπαρξή του να μην μπορεί να προκαλέσει καύση.

* Σημ: Η οδηγία των αρμόδιων ανά τον κόσμο ΥΠΑ, που υποχρεώνει τις εταιρείες κατασκευής να ενσωματώσουν συστήματα περιορισμού της αναφλεξιμότητας, επηρεάζει τα αεροσκάφη των οποίων οι μονάδες κλιματισμού παρουσιάζουν (ή ενδέχεται να παρουσιάσουν) καταστάσεις υπερθέρμανσης, σε σημείο ώστε να προκαλέσουν με τη σειρά τους υπερθέμανση σε μια μισογεμάτη ή άδεια κεντρική δεξαμενή καυσίμου (CWT). Αεροσκάφη των εταιρειώνAirbus και Boeingμε ημερομηνία παραγωγής πριν την 01/01/1992, θεωρούνται ύποπτα για εμφάνιση τέτοιων καταστάσεων (Οδηγία FAA AC 120-98A). Όσον αφορά τα νέα σχέδια αεροσκαφών, τοAirbus A380 δεν έχει κεντρική δεξαμενή καυσίμων και ως εκ τούτου απαλλάσσεται από την υποχρέωση εγκατάστασης τέτοιου συστήματος, ενώ το Boeing 787 έχει ένα σύστημα ασφαλείας δεξαμενής καυσίμων που συμμορφώνεται ήδη με τους ισχύοντες κανονισμούς. Η FAA έχει δηλώσει ότι υπήρξαν τέσσερις εκρήξεις ρεζερβουάρ καυσίμου κατά τα προηγούμενα 16 χρόνια-δύο στο έδαφος και δύο στον αέρα, και ότι με βάση αυτό το στατιστικό στοιχείο και την εκτίμηση της FAA ότι μια τέτοια έκρηξη θα μπορούσε να συμβεί κάθε 60 εκατομμύρια ώρες του χρόνου πτήσης, περίπου 9 τέτοιες εκρήξεις θα συμβούν κατά πάσα πιθανότητα μέσα στα επόμενα 50 χρόνια. Τα συστήματα για την αδρανοποίηση θα αποτρέψουν πιθανώς 8 από αυτές τις 9 πιθανές εκρήξεις, όπως ισχυρίζεται η FAA. Πριν προταθεί η οδηγία από την FAA για την εγκατάσταση του συστήματος αδρανοποίησης, η Boeingείχε δηλώσει ότι θα προεγκαθιστά το δικό της σύστημα για την αδρανοποίηση δεξαμενών, για όλα τα αεροσκάφη που θα κατασκευάζει από το 2005 και μετά. Η Airbus είχε υποστηρίξει ότι η ηλεκτρική καλωδίωση και η διαδρομή της στα

αεροπλάνα της έχουν σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο, που έκανε το σύστημα για την αδρανοποίηση μια περιττή δαπάνη.

Β. *Σύστημα κατασκευάστριας εταιρείας AIRBUS Fuel Tank Inerting System - FTIS*

Περιγραφή:

Το Σύστημα Αδρανοποίησης Δεξαμενής Καυσίμου (FuelTankInertingSystem-FTIS) είναι ένα μέσο μείωσης της αναφλεξιμότητας το οποίο μειώνει την γρήγορη έκθεση του καυσίμου σε συνθήκες αναφλεξιμότητας. Το FTIS προστατεύει την κεντρική δεξαμενή καυσίμου , μειώνοντας τον κίνδυνο της φωτιάς και της έκρηξης. Το FTIS δημιουργεί αδρανειακές καταστάσεις στην περιοχή πάνω από το καύσιμο της δεξαμενής καυσίμου (στον περιοχή όπου υπάρχουν αναθυμιάσεις καυσίμου).

Το FTIS έχει δύο υποσυστήματα, το Σύστημα Παροχής Αδρανειακού Αερίου (IGGS) και το Σύστημα Υποστήριξης Κλιματιζόμενου Αέρα (CSAS). Το CSASπαρέχει στο IGGS ένα κλιματιζόμενο ρεύμα αέρα στη σωστή θερμοκρασία, πίεση και ροή. Το IGGS αφαιρεί το οξυγόνο από το ρεύμα αέρα και εισάγει αέρα εμπλουτισμένο με άζωτο (NEA) στην περιοχή πάνω από την επιφάνεια καυσίμου, εντός της δεξαμενής. Το άζωτο είναι ένα χημικά αδρανειακό αέριο, δεν υποστηρίζει την αντίδραση καύσης υδρογονάνθρακα και δεν αντιδρά με τα υλικά/ενώσεις των στοιχείων και του εξοπλισμού της δεξαμενής καυσίμου.

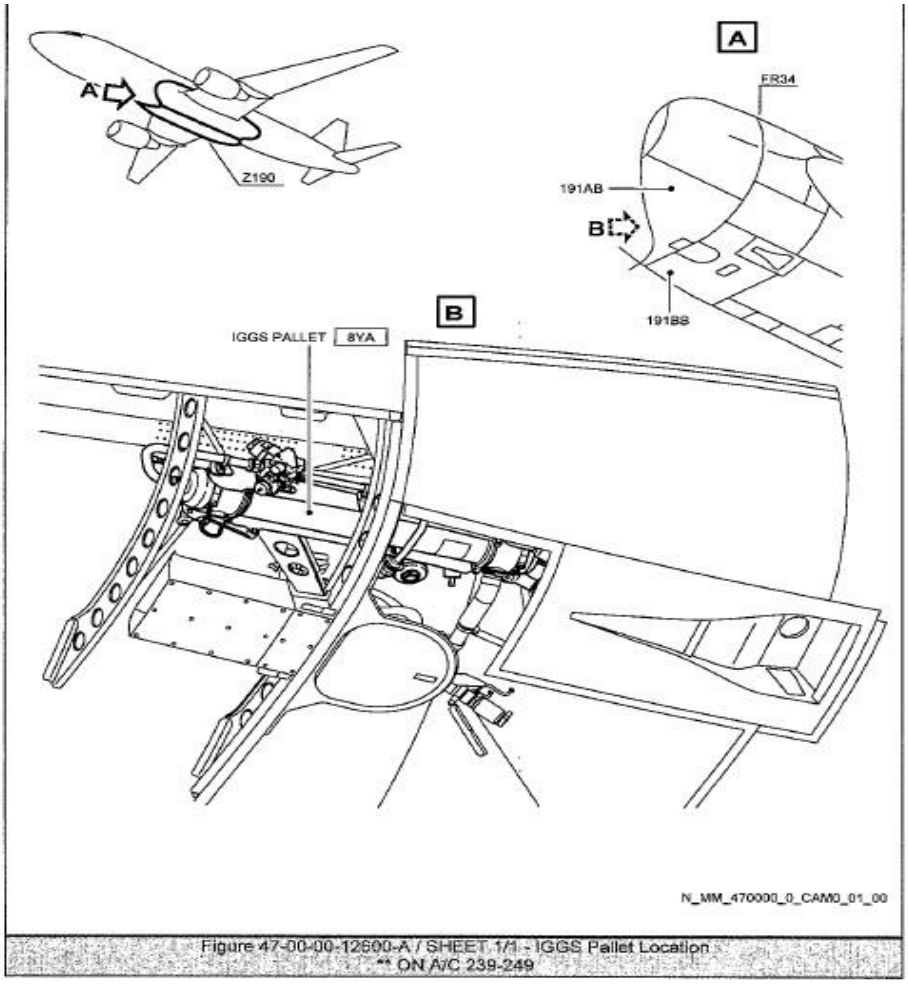
Ο εμπλουτισμένος με άζωτο αέρας (NEA), εισέρχεται μέσα στη δεξαμενή καυσίμου μέσω δικτύου σωληνώσεων και παράλληλα πιέζει τον ήδη υπάρχοντα εγκλωβισμένο (μέσα στην δεξαμενή) αέρα με περίσσεια οξυγόνου (OEA) έξω από τη δεξαμενή καυσίμου, διαμέσου σωλήνα εξαγωγής. Αυτό προκαλεί αδρανειακές συνθήκες μέσα στη δεξαμενή καυσίμου.

Η δεξαμενή καυσίμου θεωρείται ότι βρίσκεται σε κατάσταση αδράνειας (δηλαδή σε συνθήκες πολύ περιορισμένης αναφλεξιμότητας), όταν ο μέσος όρος συγκέντρωσης οξυγόνου :

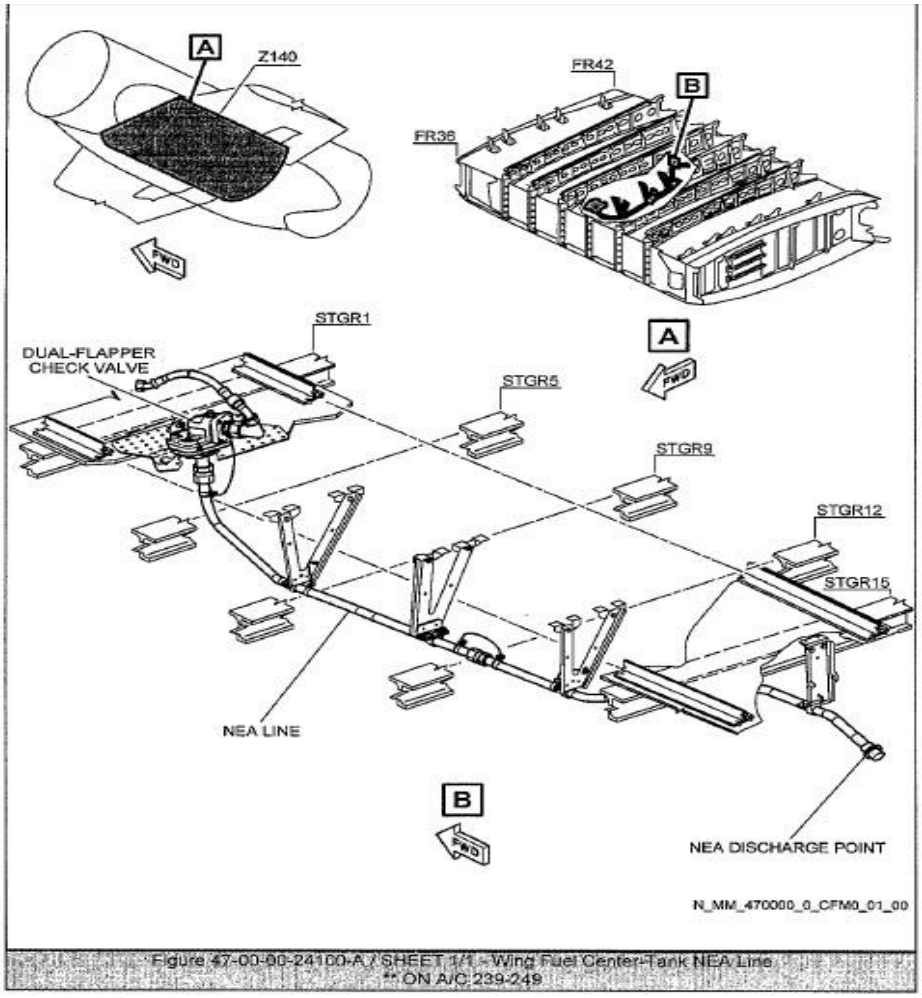
1. Είναι κάτω από 12% στο επίπεδο θαλάσσης, πάνω από τα 3048 m (1000,18 ft),
2. Αυξάνεται γραμμικά από 12% στα 3048m (1000,18 ft) στο 14,5% στα 12192 m (40000,73 ft),
3. Επιμηκύνεται γραμμικά πρίν συμβεί η περίπτωση 2 για ύψη πάνω από 12192m (40000,73 ft).

Στον χώρο υπό ατμοσφαιρική συμπίεσηόπου υπάρχουν οι μονάδες των υπολογιστών του πιλοτηρίου (avionicsbay),βρίσκεται η μονάδα ελέγχου του IGGS. Η συσκευή IGGS, βρίσκεται εντός ειδικού–μη συμπιεσμένου χώρου, στην κοιλία του Α/Φ.Η συμπιεσμένη δεξαμενή καυσίμου στο πάνω τμήμα της, έχει τον σωλήνα

παροχής αζώτου, καθώς και μία βαλβίδα ελέγχου. Η ασυμπίεστη περιοχή στο εσωτερικό της δεξαμενής καυσίμου έχει ένα περίβλημα εντός της δεξαμενής.



Σχημα: 5.1 Θέσητης μονάδας IGGS – Πηγή: Airbus Aircraft Maintenance Manual



Σχημα: 5.2 Σωληνώσεις Παροχής NEA και εξαγωγής OEA – Πηγή: Airbus Aircraft Maintenance Manual

1. *Παροχή και Αποθήκευση*

Αφού το ρεύμα αέρα παραχθεί από το CSAS, πηγαίνει στο τμήμα του IGGS. Το τμήμα του IGGS περιέχει μία βαλβίδα απομόνωσης (αναφέρεται επίσης ως βαλβίδα θύρας), ένα ειδικό φίλτρο με την ονομασία «Double-UltraLowParticleAir» , αισθητήρες θερμοκρασίας, πίεσης και οξυγόνου, ένα στοιχείο διαχωρισμού αέρα (AirSeperationModule), μία διπλής ροής βαλβίδα διακοπής (DualFlowShut-OffValve), ένα σύνδεσμο αποστράγγισης, σφιγκτήρες και βραχίονες και γειωμένους ιμάντες.

Το ρεύμα αέρα εισέρχεται στη βαλβίδα απομόνωσης και στο ειδικό φίλτρο Double-UltraLowParticleAir (D-ULPA). Το ειδικό φίλτρο D-ULPA καθαρίζει το ρεύμα αέρα, προκειμένου αυτός να εισέρχεται μέσα στοιχείο διαχωρισμού του αέρα (AirSeperationModule).

Το AirSeperationModule αποτελείται από χιλιάδες μικρής διαμέτρου σωλήνες σε μέγεθος ίνας, οι οποίοι διαχωρίζουν τον αέρα σε ρεύματα αέρα εμπλουτισμένο με οξυγόνο (OEA) και σε ρεύματα αέρα εμπλουτισμένο με άζωτο (NEA). Ο

εμπλουτισμένος σε οξυγόνο αέρας βγαίνει από το AirSeperationModule στην ατμόσφαιρα και ο εμπλουτισμένος σε άζωτο αέρας εισέρχεται μέσω της DualFlowShut-OffValve στο IGGSpallet και καταλήγει στη δεξαμενή καυσίμου.

Ο σωλήνας που εισέρχεται στη βαλβίδα απομόνωσης, το ειδικό φίλτρο D-ULPA και ο σωλήνας στην είσοδο του AirSeperationModule, έχουνειδική θερμική μόνωση προκειμένου ο αέρας που εισέρχεται στο AirSeperationModule να είναι πάνω από 54^{o}C.

2. *Διανομή*

Το σύστημα διανομής, παρέχει αέρα εμπλουτισμένο σε άζωτο από το IGGS στη δεξαμενή καυσίμου μέσω σωληνώσεων και του ακροφυσίουεκφυγής και αποτρέπει την είσοδο του καυσίμου από τη δεξαμενή καυσίμου πίσω στο IGGS.

Το ρεύμα αέρα που βγαίνει από το CSAS εισέρχεται μέσα στο IGGSpallet και μετά πηγαίνει στη βαλβίδα απομόνωσης. Η βαλβίδα απομόνωσης κλείνει εάν το ρεύμα αέρα έχει πίεση λιγότερη από 15 psi (1,0342 bar) και/ή θερμοκρασία του είναι περισσότερη από 85 ^{o}C.

Ο εμπλουτισμένος αέρας με άζωτο βγαίνει από το AirSeperationModule και εισέρχεται στην DualFlowShut-OffValve. Η DualFlowShut-OffValve, ελέγχει τη ροή του αέρα εμπλουτισμένου με άζωτο στη δεξαμενή καυσίμου, ρυθμίζει τη ροή του αέρα εμπλουτισμένου με άζωτο μεταξύ χαμηλής/μεσαίας/υψηλής ροής και απομονώνει το IGGS από τη δεξαμενή καυσίμου.

Στο επάνω μέρος της κεντρικής δεξαμενής καυσίμου υπάρχει μία ειδική βαλβίδα ελέγχου (τύπου αντεπίστοφης), η οποία αποτρέπει το καύσιμο από τη δεξαμενή καυσίμου να επιστρέψει πίσω στο IGGS. Η βαλβίδα ελέγχου, έχει ένα περίβλημα εντός της δεξαμενήςκαι μία βαλβίδα ελέγχου τύπου dual-flapper.

Στη δεξαμενή καυσίμου της πτέρυγας, ένα δίκτυο σωληνώσεων απελευθερώνει αέρα εμπλουτισμένο με άζωτο το οποίο γεμίζει το τμήμα πάνω από το καύσιμο, προκειμένου να υπάρξει κατάσταση αδράνειας.

3. *Έλεγχος*

Το σύστημα ελέγχου περιέχει τη μονάδα ελέγχου του IGGS. Η μονάδα ελέγχου του IGGS επικοινωνεί με τη μονάδα ελέγχου του CSAS (CCU) και το ADIRU 1 (AirDataInertialReferenceUnit 1) με το ARINC (AeronauticalRadioIncorporated)429 πρωτόκολλο και δίνει αυτόματο έλεγχο στο σύστημα και έλεγχο μέσω BITE.

Η μονάδα ελέγχου του IGGS λαμβάνει δεδομένα από τη βαλβίδα απομόνωσης, τον αισθητήρα θερμοκρασίας, τον αισθητήρα πίεσης και τη dualflowshut-offvalve.Το CCU επικοινωνεί με τη μονάδα ελέγχου του IGGS και τα δύο λειτουργούν ανεξάρτητα για λόγους ασφαλείας.

4. Ένδειξη

Το σύστημα ένδειξης έχει αισθητήρες θερμοκρασίας, πίεσης και οξυγόνου, τα οποία δίνουν δεδομένα στη μονάδα ελέγχου του IGGS. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας ελέγχει τη θερμοκρασία του ρεύματος αέρα το οποίο βγαίνει από το ειδικό φίλτρο D-ULPA και δίνει δεδομένα στη μονάδα ελέγχου του IGGS. Ένας αισθητήρας πίεσης ελέγχει τη πίεση του ρεύματος αέρα το οποίο βγαίνει από το ειδικό φίλτρο D-ULPA και δίνει δεδομένα στη μονάδα ελέγχου του IGGS.

Οι αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης παρέχουν προστασία από την υπερθερμοκρασία και υπερπίεση, ανεξαρτήτως του CSAS.

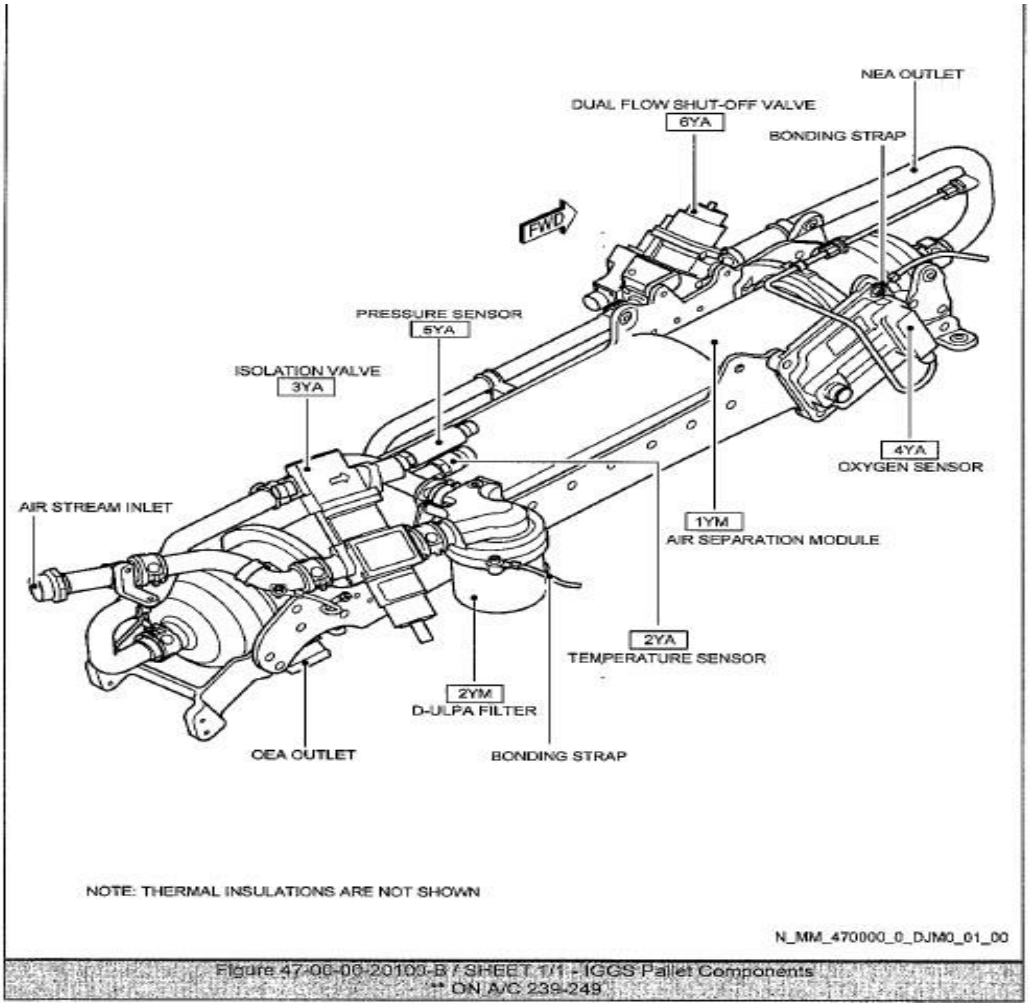
Στο κάτω μέρος του AirSeperationModule, ένας αισθητήρας οξυγόνου δίνει δεδομένα στη μονάδα ελέγχου του IGGS. Αυτό το δεδομένο βοηθάει στην αντίληψη της κατάστασης του AirSeperationModule και στον έλεγχο της λειτουργίας του FTIS για κάθε πτήση κατά τη διάρκεια κατάστασης πτήσεως πλεύσης (cruiseflight).

5*. Παροχή Ισχύος*

Ο δίαυλος ισχύος του αεροσκάφους 103PP προμηθεύει 28 VDC στη μονάδα ελέγχου του IGGS.Η μονάδα ελέγχου του IGGS δίνει 28VDCπαροχή ισχύος στην βαλβίδα απομόνωσης, στον αισθητήρα θερμοκασίας, στον αισθητήρα πίεσης και στην DualFlowShut-OffValve.

6. Περιγραφή συστημάτων IGGS

Το σύστημα IGGS επικοινωνεί με το σύστημα Air-Condition του Α/Φ, με τη γεννήτρια σταθερού ρεύματος (DC), με τις δεξαμενές και το ADIRU.



Σχημα: 5.3Υποσυστήματα μονάδας IGGS – Πηγή: Airbus Aircraft Maintenance Manual

- **D-ULPA Φίλτρο**

Το ειδικό φίλτρο D-ULPA είναι ένα περίβλημα φτιαγμένο από αλουμίνιο μαζί με μία κεφαλή φίλτρου και ένα κάλυμμα φίλτρου. Η κεφαλή φίλτρου έχει μία εσοχή εισόδου και το κάλυμμα μία εσοχή για αποστράγγιση.Το IGGSpallet στηρίζει την κεφαλή φίλτρου, έτσι ώστε να γίνεται εφικτή η αφαίρεση αυτού από το κάλυμμα του φίλτρου και η αντικατάσταση του φίλτρου. Ένα εσωτερικό ελατήριο ασφαλίζει το φίλτρο στο κάλυμμα. Το φίλτρο έχει έναν ειδικό τύπο κατασκευής , έχει πολλές στρώσεις συνθετικού υλικού. Τα καλύμματα είναι φτιαγμένα από κράμμα αλουμινίου και το κάλυμμα υποστήριξης στηρίζει τη μονάδα του φίλτρου.

Το φίλτρο καθαρίζει το ρεύμα αέρα και ο καθαρός αέρας εισέρχεται στο AirSeperationModule.Ένας γειωμένος ιμάντας συνδέει το φίλτρο ηλεκτρικά στην άτρακτο.Το φίλτρο έχει μία θερμική μόνωση, έτσι ώστε το ρεύμα αέρα που εισέρχεται στο AirSeperationModuleνα έχει θερμοκρασία πάνω από 54^{o}C.

- **Air Seperation Module**

ToAirSeperationModule είναι ένα φίλτρο διαχωρισμού με αλουμινένιο περίβλημα, το οποίο αποτελείται από χιλιάδες μικρής διαμέτρου σωλήνες σε μέγεθος ίνας, οι οποίοι διαχωρίζουν τον αέρα σε ρεύματα αέρα εμπλουτισμένο με οξυγόνο (OEA) και σε ρεύματα αέρα εμπλουτισμένο με άζωτο (NEA). Το ρεύμα αέρα εμπλουτισμένο με οξυγόνο βγαίνει από το AirSeperationModule στην ατμόσφαιρα. Το ρεύμα αέρα εμπλουτισμένο με άζωτο βγαίνει από το AirSeperationModule στο τμήμα πάνω από το καύσιμο της δεξαμενής καυσίμου.

- **IGGS Pallet**

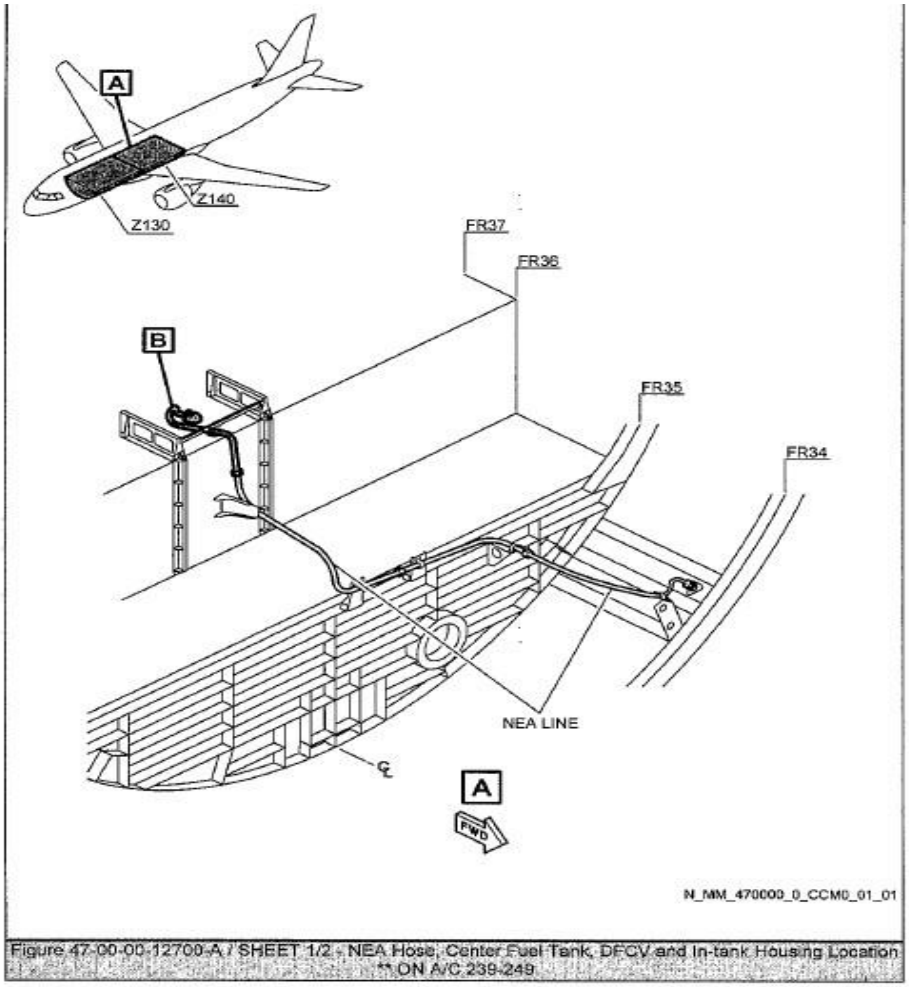
Τα συμπιεσμένα μέρη που υπάρχουν οι μονάδες των υπολογιστών του πιλοτηρίου (avionicsbay) έχουν τη μονάδα ελέγχου του IGGS, στην αριστερή πλευρά, στην περιοχή που υπάρχει η μονάδα κλιματισμού του aircondition. Το IGGSpallet είναι μία δομική υποστήριξη φτιαγμένη από αλουμίνιο, περιλαμβάνει τη βαλβίδα απομόνωσης, το φίλτρο, τον αισθητήρα θερμοκρασίας, τον αισθητήρα πίεσης, το AirSeperationModule, τον αισθητήρα οξυγόνου και τη DualFlowShut-OffValve. Έχει επίσης εσωτερικές σωληνώσεις και ένα πώμα αποστράγγισης για διαδικασίες διάγνωσης βλαβών.

Η είσοδος του αέρα, η έξοδος του αέρα που είναι εμπλουτισμένος σε οξυγόνο και η έξοδος του αέρα που είναι εμπλουτισμένος σε άζωτο είναι πνευματικά συσχετισμένα μεταξύ τους.Η βαλβίδα απομόνωσης, ο αισθητήρας θερμοκρασίας, ο αισθητήρας πίεσης, ο αισθητήρας οξυγόνου και η DualFlowShut-OffValve συνδέονται ηλεκτρικά με τη μονάδα ελέγχου του IGGS.Δύο ιμάντες γείωσης, ένας βραχίονας στο φίλτρο και ένας στον αισθητήρα οξυγόνου που στηρίζεται με βίδα, συνδέει το pallet με την άτρακτο ηλεκτρικά.

Πέντε ρυθμιζόμενα στηρίγματα κρατούν το pallet με την άτρακτο. Ένα ramairinletbracket συνδέει το χαμηλότερο τελείωμα του pallet με το bellyfairing του Α/Φ.

- **Περίβλημα εντός της δεξαμενής.**

Το πρωταρχικό υλικό του περιβλήματος εντός της δεξαμενής είναι κράμα αλουμινίου με καρφιά από ακατέργαστο χάλυβα. Το περίβλημα εντός της δεξαμενής δεν έχει μία εσωτερική συσκευή, ώστε να αφήνει ελεύθερη ροή από αέρα εμπλουτισμένο με άζωτο από το IGGS.

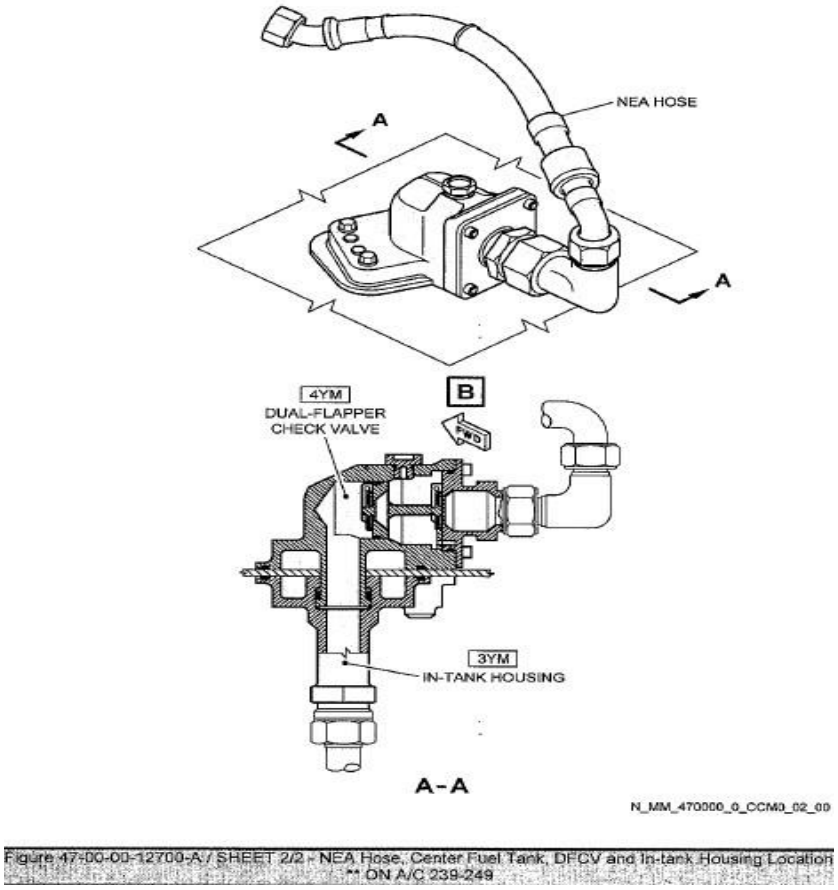


Σχημα: 5.4 Διαδρομή Σωλήνα Παροχής NEA εντός Κεντρικής Δεξαμενής Καυσίμου – Πηγή: Airbus Aircraft Maintenance Manual

- **Dual-Flapper Check Valve**

Το πρωταρχικό υλικό της dual-flappercheckvalve (DFCV) είναι κράμα αλουμινίου, με κάποια ακατέργαστα στοιχεία ακατέργαστου χάλυβα και μονώσεις από σιλικόνη.Το περίβλημα του DFCV έχει ένα δοχείο το οποίο με τη σειρά του έχει δύο αντεπίστροφες βαλβίδες με ελατήρια που αποτρέπουν την είσοδο καυσίμου από τη δεξαμενή καυσίμου πίσω στο IGGS.Η βαλβίδα ανοίγει όταν η πίεση στους σωλήνες αέρα εμπλουτισμένου με άζωτο είναι 0,29psi (0,0200 bar).

Το DFCV έχει δύο διακόπτες για τέστ. Μετά την τοποθέτηση της DFCV και το περίβλημα στο εσωτερικό της δεξαμενής, ο ένας διακόπτης ελέγχει ότι μετά την τοποθέτηση της checkvalve δεν υπάρχει διαρροή. Ο άλλος, ελέγχει ότι δεν υπάρχει διαρροή ανάμεσα στις εσωτερικές βαλβίδες ελέγχου της DFCV.



Σχημα: 5.6 Dual Flapper Check Valvesετομή – Πηγή: Airbus Aircraft Maintenance Manual

- **Βαλβίδα απομόνωσης.**

Το πρωταρχικό υλικό της βαλβίδας απομονώσης είναι κράμα αλουμινίου. Ένα ενσωματωμένο 2 θέσεων πηνίο, το οποίο παίρνει παροχή σταθερού ρεύματος (DC) από τη μονάδα ελέγχου του IGGS, ελέγχει την βαλβίδα απομόνωσης. Η βαλβίδα απομόνωσης έχει ενεργοποιητή με πιστόνι που λειτουργεί πνευματικά, το οποίο βρίσκεται κανονικά σε κλειστή θέση υπό την επίδραση ελατηρίου. Με αυτό το πηνίο, η μονάδα ελέγχου του IGGS ελέγχει τη βαλβίδα απομόνωσης σε ανοιχτή θέση.

Η βαλβίδα απομόνωσης κλείνει εάν:

1. Η πίεση του ρεύματος αέρα είναι λιγότερη από 15 psi (1,0342 bar),και/ή
2. Η θερμοκρασία του ρεύματος αέρα είναι περισσότερη από 85 ^{o}C

Η βαλβίδα απομόνωσης έχει έναν μηχανικό δείκτη σε εμφανή θέση για διαδικασία διάγνωσης βλάβης με οπτικό έλεγχο και έναν ηλεκτρικό διακόπτη, έτσι ώστε η μονάδα ελέγχου του IGGS να μπορεί να ελέγξει τη λειτουργία της βαλβίδας απομόνωσης και να βοηθήσει στη διάγνωση λάθους.

7. Ενεργοποίηση του συστήματος FTIS

Το πλήρωμα του αεροσκάφους δεν βάζει σε λειτουργία το FTIS επειδή αυτό έχει αυτόματο έλεγχο.Η λειτουργία του FTIS διακόπτεται όταν τα όρια λειτουργίας δεν είναι διαθέσιμα ή εάν το σύστημα δεν λειτουργεί σωστά.

Η μονάδα ελέγχου του IGGS συνδέεται με τη μονάδα ελέγχου του CSAS και τα δύο ελέγχουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Εάν το ένα από τα δύο βρεί μία λάθος κατάσταση, και τα δύο θα σταματήσουν με ασφάλεια.

Η μονάδα ελέγχου του IGGS έχει ψηφιακούς και αναλογικούς δίαυλους:

Ψηφιακοί δίαυλοι οι οποίοι ελέγχουν το σύστημα και τις λειτουργίες διακοπής. Τα όρια θερμοκρασίας για διακοπή είναι τα παρακάτω:

- Η θερμοκρασία του IGGS να είναι περισσότερη από 66 ^{o}Cκαι λιγότερη από 75^{o}C. Σε αυτές τις συνθήκες, εάν το IGGS λειτουργεί με μία υψηλή ροή, μετά από ένα λεπτό θα αλλάξει σε μέση ροή, εάν το IGGS λειτουργεί με μέση ροή, μετά από ένα λεπτό θα αλλάξει σε χαμηλή ροή, εάν το IGGS λειτουργεί με χαμηλή ροή, μετά από τρία λεπτά θα σταματήσει.
- Η θερμοκρασία του IGGS είναι περισσότερη από 75 ^{o}Cκαι λιγότερη από 85 ^{o}C, οπότε η λειτουργία του συστήματος μετά από δύο λεπτά θα σταματήσει.
- Η θερμοκρασία του IGGS είναι 85^{o}Cκαι το όριο πίεσης είναι 60 psi (4,1369 bar).

Το όριο θερμοκρασίας για ακαριαία διακοπή της λειτουργίας του συστήματος, είναι 90^{o}C

Γ. *Σύστημα κατασκευάστριας εταιρείας BOEING*

NGSSystem - NGS

Περιγραφή:

Το σύστημαNGS(NitrogenGenerationSystem), αποτελεί το αντίστοιχο σύστημα ελέγχου της αναφλεξιμότητας, για τα αεροσκάφη της κατασκευάστριας εταιρείας Boeing. Δύο εταιρείες, η Honeywell και η HamiltonSundstrand, προμηθεύουν την Boeing με το σύστημα αυτό. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μόνο που διαφοροποιεί το σύστημα της Boeing, από αυτό της Airbus που αναφέραμε πιο πάνω, είναι οι ονομασίες του συστήματος και των υποσυστημάτων. Η φιλοσοφία και οι αρχές λειτουργίας και στα δύο συστήματα, είναι ίδια.

Το σύστημα NGS, έχει τα εξής υποσυστήματα:

(1) Μονάδα Θερμικού ελέγχου (TCU)

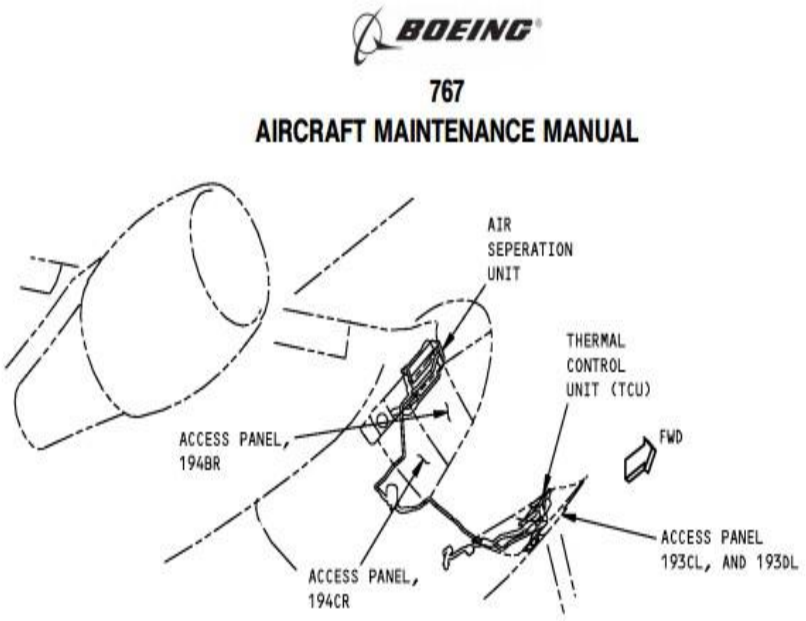
(2) Μονάδα Διαχωρισμού του Αέρα (AirSeparationUnit - ASU)

(3) ΜονάδαΔιανομήςΑζώτου – NEA (Nitrogen Enriched Air Distribution - NEADS)

(4) Μονάδα Ελέγχου

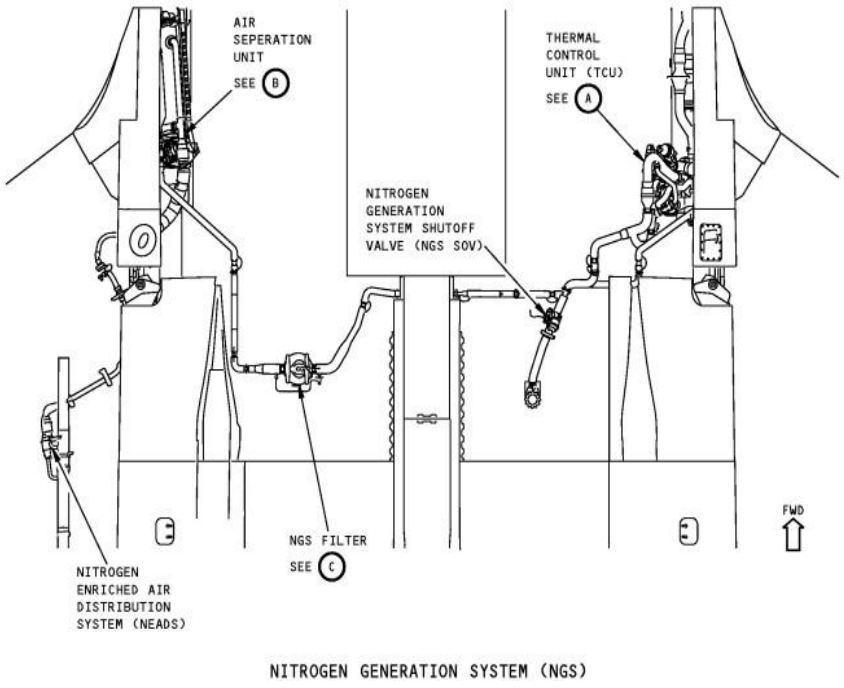
(5) Ενδείξεις

Το σύστημα NGS χρησιμοποιεί αέρα από την αριστερή πλευρά του πνευματικού συστήματος του Α/Φ. Ένας τοποθετημένος αισθητήρας στον σωλήνα εισαγωγής αέρα, στέλνει ένδειξη στη μοναδα ελέγχου NGS, σχετικά με την πίεση του συστήματος. Η βαλβίδα διακοπής του NGS ελέγχει τη ροή αέρα από το πνευματικό σύστημα. Η μονάδα ελέγχου του NGS χρησιμοποιεί την πίεση του συστήματος και τάσης για τον έλεγχο της βαλβίδας διακοπής.



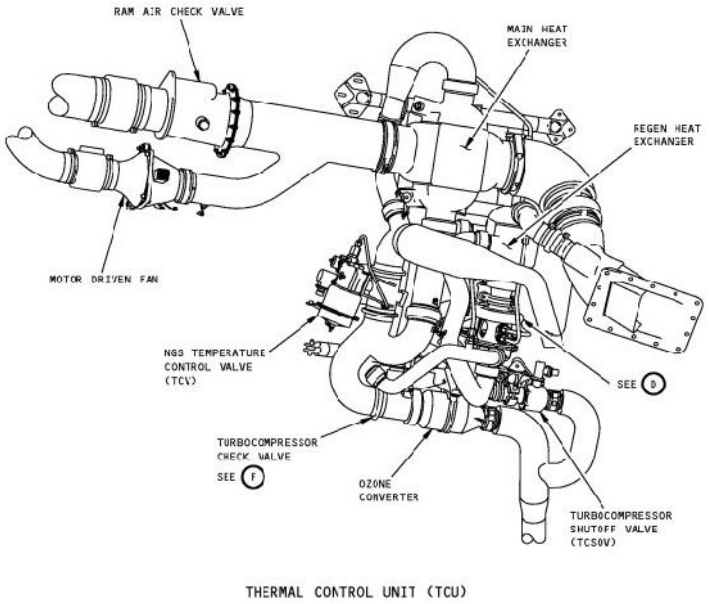
Σχημα: 5.7 Θέσεις υποσυστημάτων NGS σε αεροσκάφος τύπου 767 – Πηγή: Boeing AMM

Ο αέρας που συλλέγεται από το πνευματικό σύστημα, περνά μέσα από τον μετατροπέα όζοντος. Αυτό μειώνει την περιεκτικότητα σε όζον στον αέρα με την διαδικασία της καταλυτικής μετατροπής σε οξυγόνο. Το όζον μπορεί να μειώσει τις επιδόσεις και μηχανικές ιδιότητες της μονάδας διαχωρισμού του αέρα.



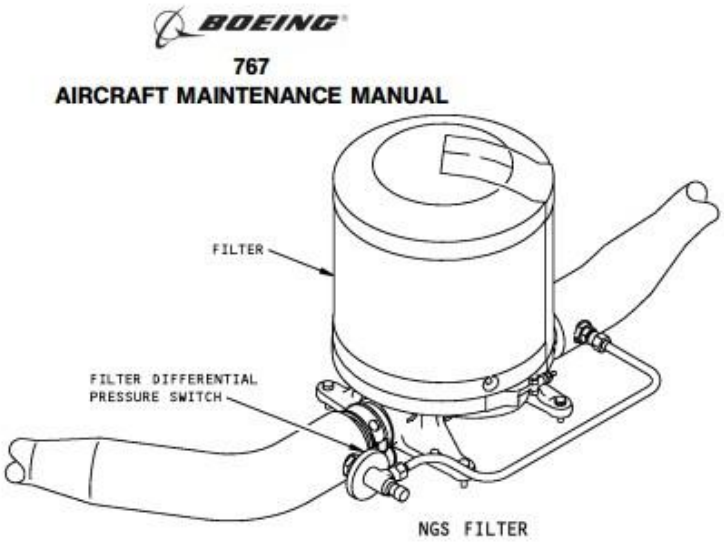
Σχημα: 5.8 Πηγή: Boeing AMM

Έπειτα ο αέρας εισέρχεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος χρησιμοποιεί εξωτερικό αέρα, για να ψύξει τον εισερχόμενο (στο NGS) αέρα. Ο εναλλάκτης θερμότητας ρυθμίζει τη θερμοκρασία του αέρα στους 71^0 C. Μια βαλβίδα ελέγχου της θερμοκρασίας που ενεργοποείται από την μονάδα θερμικού ελέγχου, ρυθμίζει την ποσότητα του αέρα που περνά μέσα από τον εναλλάκτη θερμότητας. Ένας αισθητήρα θερμοκρασίας, στέλνει δεδομένα θερμοκρασίας στην μονάδα ελέγχου. Αυτή ελέγχει και ρυθμίζει τη θερμοκρασία.



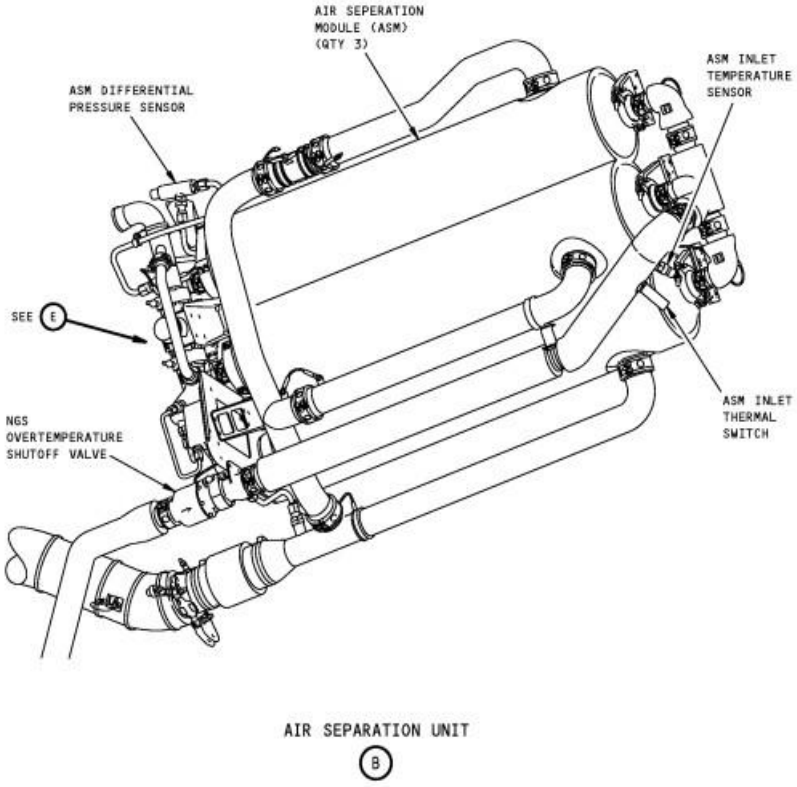
Σχημα:5.9 Πηγή: BoeingAMM

Στο σύστημα υπάρχει και φίλτρο αέρα που καθαρίζει τον εισαγόμενο αέρα. Η λειτουργία του ελέγχεται μέσω ηλεκτρονικού αισθητήρα διαφορικής πίεσης.



Σχημα: 5.10 Πηγή: Boeing AMM

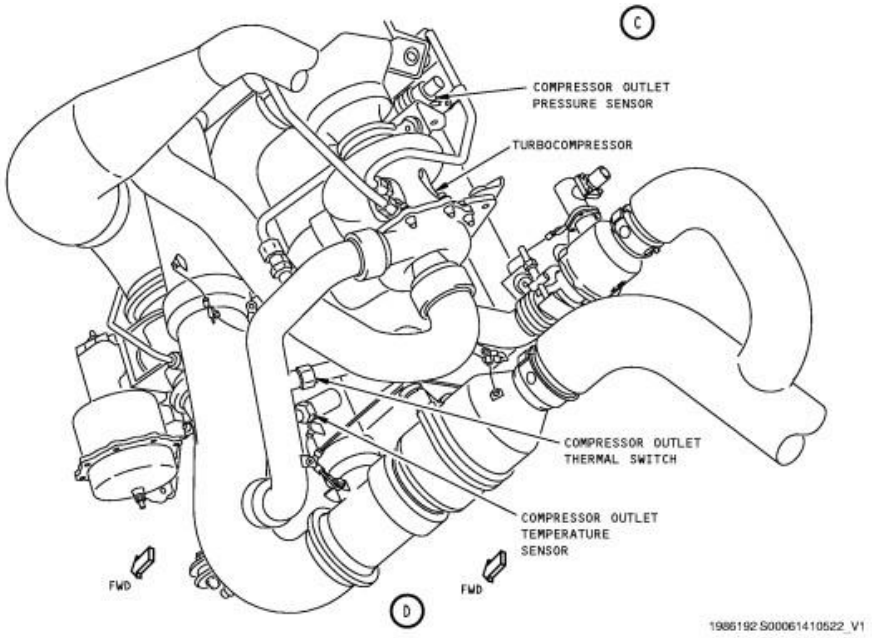
Έπειτα ο αέρας εισέρχεται στην μονάδα διαχωρισμού του αέρα. Η μονάδα διαχωρισμού του αέρα αφαιρεί το οξυγόνο από τον αέρα και τον απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα.



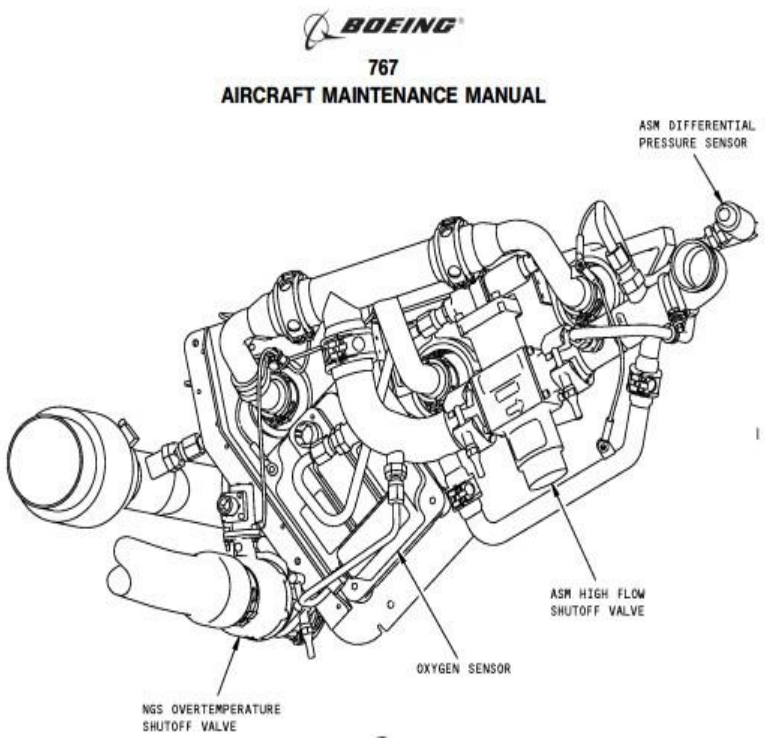
Σχημα: 5.11 Πηγή: Boeing AMM

Εμπλουτισμένος με άζωτο αέρας (NEA) περνά μέσα από την υψηλή βαλβίδα ροής προς το κέντρο της δεξαμενής. Η βαλβίδα υψηλής ροής ελέγχει την ποσότητα NEA που πηγαίνει προς το κέντρο της δεξαμενής. Ο ελεγκτής χρησιμοποιεί δεδομένα από διαφορικό αισθητήρα πίεσης και τα συστήματα του αεροπλάνου, για να ανοίξει ή να κλείσει τη βαλβίδα.

Η μονάδα διανομής NEA (NEADS) στέλνει NEA στην κεντρική δεξαμενή, μέσω ενός εκχυτήραπου βρίσκεται στο δεξί μέρος της δεξαμενής. Μια βαλβίδα με πλωτήρα στο αριστερό μέρος της δεξαμενής, ελέγχει ότι η συγκέντρωση του NEA είναι σταθερή. Μια ειδική βαλβίδα ελέγχου αέρα, εξασφαλίζει ότι ο εξωτερικός ατμοσφαιρικός αέρας δεν μειώνει την συγκέντρωση του αζώτου της δεξαμενής, κατά τη διάρκεια της καθόδου του Α/Φ.



Inert Gas System - Description and Operation
Figure 1 (Sheet 4 of 5)/47-00-00-990-801



Σχημα: 5.12 Πάνω και Κάτω εικόνα: Σύστημα NGS – Πηγή: Boeing AMM

Κεφάλαιο 6:

Ανθρωποκεντρική Αντιμετώπιση για την Ασφάλεια των Δεξαμενών Καυσίμων και του Προσωπικού που εργάζεται σε αυτές.

Α. *Εισαγωγή*

Κάθε τεχνικόςπου ασχολείται με τη συντήρηση των δεξαμενών καυσίμου θα πρέπει να λαμβάνει μέτρα τόσο για την προσωπική όσο και για την ασφάλεια των υπόλοιπων ανθρώπων και εξοπλισμού που συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο συντήρησης.

Αρχικά, κάθε τεχνικός θα πρέπει να ακολουθεί το νομοθετικό πλαίσιο που αφορά τη συντήρηση-πλήρωση-καθαρισμό των δεξαμενών καυσίμου σε διαφορετικούς χώρους και συνθήκες (σε υπόστεγο, σε πίστα, υπό βροχή με καταιγίδες κλπ).

Επίσης θα πρέπει να τηρεί τις οδηγίες των τεχνικών εγχειριδίων που αφορούν εργασίες στις δεξαμενές καυσίμου και να δίνει απαραίτητη σημασία στα «safetyprecautions», τα οποία αναφέρονται σε μέτρα ασφαλείας για κάθε εργασία στο Α/Φ.

Β. *Προσωπικός Προστατευτικός Εξοπλισμός (Personal Protective Equipment – PPE)*

Όπως προαναφέρθηκε, κάθε Μηχανικός Αεροσκαφών θα πρέπει να είναι υπεύθυνος και για την προσωπική του ασφάλεια. Αυτή μπορεί να τη διασφαλίσει με κατάλληλο ατομικό εξοπλισμό. Θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με κατάλληλα υποδήματα που να πληρούν τις κυριότερες απαιτήσεις που προβλέπονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία CEE/89/686 σχετικά με τα Μέσα Ατομικής Προστασίας, που είναι για την ασφάλεια, την άνεση, την ανθεκτικότητα και την προστασία από τους κινδύνους πτώσης εξαιτίας ολίσθησης και ρίψης αντικειμένων σε αυτά. Τα υποδήματα θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών προτύπων EN345, EN346 και EN347.

Ο ρουχισμός πρέπει να είναι κατασκευασμένος από 100% βαμβάκι, για την αποφυγή πρόκλησης σπινθήρων από την ύπαρξη συνθετικού υλικού.

Οι ανεφοδιαστέςκαυσίμων και το προσωπικό συντήρησης θα πρέπει να φορούν γυαλιά προστασίας οφθαλμών με κρύσταλλα σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN166. Τα γυαλιά προστατεύουν την περιοχή των οφθαλμών από την εισβολή ξένων υλικών στο μάτι (γρέζια, σύρμα, σκόνη) αλλά και από τα χημικά υγρά και χρωστικές ουσίες που μπορεί να εισχωρήσουν στο μάτι και να προκαλέσουν τραυματισμό ή ακόμα και μερική ή ολική τύφλωση.

Επίσης, θα πρέπει να διαθέτουν γάντια προστασίας από χημικά και βαριές εργασίες σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN388 (μηχανική αντοχή, αντοχή στη διάσχυση, αντοχή στον στατικό ηλεκτρισμό),EN420 (απαιτήσεις γενικής προστασίας), EN374 (προστασία ενάντια στα χημικά και στους μικροοργανισμούς), EN407 και EN659(προστασία ενάντια στην φωτιά και τη θερμότητα).

Ακόμα, θα πρέπει να διαθέτουν κράνος βιομηχανικού τύπου και γιλέκο προειδοποίησης υψηλής ορατότητας (φθορίζον αντανακλαστικό γιλέκο) σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN471 τάξης 2. Ειδικά όσοι εργάζονται ως ανεφοδιαστές ή ως προσωπικό συντήρησης γραμμής αεροσκαφών θα πρέπει να φορούν φθορίζων γιλέκο κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και της νύχτας. Την ημέρα ο ήλιος εμποδίζει την πλήρη ορατότητα , λόγω της έντασής του, με αποτέλεσμα άτομα πιστοποιημένα για οδήγηση στον χώρο γραμμής των αεροσκαφών να εμποδίζονται να δουν με καθαρότητα και ακρίβεια την ύπαρξη άλλων ατόμων στο χώρο γραμμής των αεροσκαφών. Την νύχτα ο περιορισμός πηγών φωτισμού αποτελεί επίσης κίνδυνο για την ασφάλεια των ανεφοδιαστών και προσωπικού συντήρησης γραμμής αεροσκαφών. Για τους λόγους αυτούς είναι απαραίτητο τα άτομα αυτά να διαθέτουν φθορίζων γιλέκο. Σε περίπτωση μη τήρησης της ενδυμασίας γιλέκου στο χώρο γραμμής των αεροσκαφών επιβάλλεται πρόστιμο στους παραβάτες.

Γ. *Διαρκής Εκπαίδευση - Επανεκπαίδευση*

Κρίνεται απαραίτητο κάθε τεχνικός που ασχολείται με τη συντήρηση των δεξαμενών καυσίμου να είναι ενήμερος για αλλαγές τεχνικού χαρακτήρα. Δηλαδή, να είναι ενήμερος για αλλαγές εκτέλεσης εργασιών, νέας τεχνολογίας υλικών, μέτρα ασφαλείας και μέτρα αντιμετώπισης σοβαρών ατυχημάτων. Αυτό μπορεί να επιτύχει με παρακολούθηση σεμιναρίων με δική του πρωτοβουλία, σωστή ενημέρωση και επίγνωση παρόμοιων παρελθοντικών κινδύνων και εκπαίδευση αυτού μέσω της εταιρείας που δουλεύει.

Η εταιρεία καυσίμου οφείλει να εκπαιδεύει επαρκώς όλο το προσωπικό που ασχολείται με τις διαδικασίες αυτές, στα καθήκοντα που καλείται να εκτελέσει. Το προσωπικό πρέπει να έχει εκπαιδευτεί στις διαδικασίες προκειμένου οι ανεφοδιασμοί να διεξάγονται με ασφάλεια.

Με μέριμνα και ευθύνη της εταιρείας καυσίμων στην οποία ανήκει, το προσωπικό ανεφοδιασμού διαθέτει άρτια εκπαίδευση στην ασφαλή λειτουργία του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, την λειτουργία των συστημάτων ασφαλείας τους και τον χειρισμό του σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Πρέπει να γνωρίζει την χρήση πυροσβεστήρων που προορίζονται για την προστασία του εξοπλισμού αυτού και τις ενέργειες στις οποίες πρέπει να προβαίνει σε έκτακτα περιστατικά.

Επίσης, η εκπαίδευση του προσωπικού μπορεί να γίνει από την ΥΠΑ (Υπηρεσίες Πολιτικής Αεροπορίας). Με μέριμνα και ευθύνη της ΥΠΑ, η αρμόδια

Διεύθυνση Αερολιμένων σε συνεργασία με τις εταιρείες καυσίμων εκπαιδεύει και πιστοποιεί στην Σχολή Πολιτικής Αεροπορίας (ΣΠΟΑ) την ικανότητα των ανεφοδιαστών στα παρακάτω θέματα:

- Αντιμετώπιση πρόκλησης φωτιάς στον εξοπλισμό και στα αεροσκάφη (όπως κινητήρες, σύστημα προσγείωσης κλπ) με τα κατασβεστικά μέσα που διαθέτουν.
- Αντιμετώπιση διαρροής καυσίμου, περιλαμβανομένων όλων των διαδικασιών άμεσης διακοπής παροχής καυσίμου.
- Αντιμετώπιση κηλίδας καυσίμου στην πίστα.
- Πλήρη γνώση του παρόντος κανονισμού.
- Αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, όπως αναρρόφηση καυσίμου από αεροσκάφος μετά από ατύχημα.
- Πλήρη γνώση όλων των διαδικασιών που συνδράμουν στην «Υγιεινή και Ασφάλεια» στο χώρο εργασιών αυτών.
- Γνώση όλων των απαραίτητων επιχειρησιακών δραστηριοτήτων που διεξάγονται στο χώρο στάθμευσης αεροσκαφών και των σχετικών διαδικασιών, προκειμένου να συνδράμουν στην ομαλή και ασφαλή λειτουργία του Αερολιμένα.

Όλα τα έξοδα για την εκπαίδευση του προσωπικού της παρούσης παραγράφου καταβάλλονται από τις εταιρείες καυσίμων.

Τα πιστοποιητικά της εκπαίδευσης του προσωπικού ελέγχονται από τους επιθεωρητές πυρασφάλειας της ΥΠΑ ή τον Αερολιμενικό Έλεγχο των αεροδρομίων.

Δ. *Υλικοτεχνική Υποδομή*

Ανεφοδιαστές και προσωπικό συντήρησης βαριάς και γραμμής αεροσκαφών θα πρέπει να διαθέτουν τα κατάλληλα εργαλεία τα οποία θα πρέπει να έχουν ελεγχθεί για την ακρίβειά και την καταλληλότητά τους και σε ορισμένες περιπτώσεις να έχουν πιστοποιητικό έγκρισης από EASA (Form 1). Τα εργαλεία ή ανταλλακτικά θα πρέπει να είναι προστατευμένα σε χώρους αποθήκευσης, να είναι καθαρά και να συντηρούνται. Τα εργαλεία θα πρέπει να μην έχουν υπολείμματα λαδιού ή άλλων ουσιών που μπορεί να προκαλέσουν ανάφλεξη.

Η ευθύνη για τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται κατάτον ανεφοδιασμό ή την συντήρηση, αφορά τους ανεφοδιστές και το προσωπικό συντήρησης, το προσωπικό αποθήκης και φύλαξης εργαλείων αλλά και των υπευθύνων διασφάλισης ποιότητας στην εργασία (QualityManagers), οι οποίοι πρέπει να ελέγχουν σε τακτά χρονικά διαστήματα την καταλληλότητα των εργαλείων αλλά και την συμπεριφορά των προαναφερθέντων (ανεφοδιαστές, προσωπικό συντήρησης και αποθήκης) απέναντι στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση εργασιών πάνω στο αεροσκάφος.

Ε. *Αναγνώριση και Καταγραφή Επικίνδυνων Στοιχείων και Καταστάσεων*

Θα πρέπει ακόμα να γίνεται διαρκής και άμεση ενημέρωση στους αρμόδιους φορείς, σε περίπτωση που υποπέσει στην αντίληψη κάποιου τεχνικού συντήρησης ή ανεφοδιαστή μη τήρηση των τεχνικών εγχειριδίων και μέσων ασφαλείας καθώς και χρήση ακατάλληλου τεχνικού εξοπλισμού και εργαλείων. Μέσω σύνταξης Αναφοράς Ασφαλείας (SafetyReport), με επαρκή στοιχεία που αφορούν ώρα, ημερομηνία, τοποθεσία και σχετική λεπτομερής αναφορά προβλήματος, ο καθένας μπορεί να ενημερώνει κάθε αρμόδιο φορέα, προκειμένου να αποφευχθούν μελλοντικές επικίνδυνες καταστάσεις. Έχει παρατηρηθεί άλλωστε, ότι τα πιο σοβαρά προβλήματα-ατυχήματα έχουν συμβεί λόγω μη αναφοράς διάφορων καταστάσεων.

Το προσωπικό συντήρησης δεξαμενών καυσίμου θα πρέπει να είσαι θέση να αναγνωρίζει τους κινδύνους που υπάρχουν σε περίπτωση που χρειαστεί να μπεί στο εσωτερικό μιας δεξαμενής καυσίμου. Στη συνέχεια, θα πρέπει να κάνει κατάλληλη προετοιμασία για είσοδο του στην δεξαμενή, να ελέγξει τις συνθήκες που υπάρχουν και να έχει ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης.

Κεφάλαιο 7

Πρωτόκολλο Ασφάλειας Κατά Την Εκτέλεση Εργασιών Συντήρησης και Επιθεώρησης Εντός Δεξαμενών Καυσίμων.

Α. *Εισαγωγή*

Είναι κατανοητό ότι το προσωπικό συντήρησης πρέπει να λάβει κάποια μέτρα κατά την είσοδό του σε μια δεξαμενή καυσίμου. Τα μέτρα αυτά είναι γνωστά στην Αεροπορία ως «Πρωτόκολλο Ασφάλειας Κατά Την Εκτέλεση Εργασιών Συντήρησης και Επιθεώρησης Εντός Δεξαμενών Καυσίμων» ή ως «Fuel Tank Confined Space Entry Requirements». Το Πρωτόκολλο αυτό, περιλαμβάνει μέτρα όπως εφαρμογή ηλεκτρικών γειώσεων, αφαίρεση καυσίμου του αεροπλάνου με ειδικές πρακτικές, ύπαρξη διαθέσιμου εξοπλισμού προστασίας από φωτιά και απενεργοποίηση πληθώρας συστημάτων του Α/Φ. Τα ποιο σημαντικά όμως μέτρα που περιλαμβάνονται στο Πρωτόκολλο, σχετίζονται με τον Εξαερισμό του χώρου εισόδου (δεξαμενές), τις Προτεινόμενες Τεχνικές Εξαερισμού και τον Κατάλληλο Έλεγχο του Εγκλωβισμένου Αέρα. Για αυτά, θα μιλήσουμε στο παρόν Κεφάλαιο.

Β. *Κατάλληλος Εξαερισμός*

Η πιο σημαντική μέθοδος ελέγχου φωτιάς, έκρηξης και τοξικών κινδύνων σε συνδυασμό με την εργασία σε μια ανοιχτή δεξαμενή καυσίμου, είναι ο εξαερισμός. Όσο πιο πολύ φρέσκος αέρας υπάρχει στη δεξαμενή καυσίμου, τόσο πιο ασφαλές είναι το περιβάλλον για το προσωπικό συντήρησης. Η συνεχόμενη παροχή αέρα στη δεξαμενή καυσίμου βοηθάει στην αποτροπή συγκέντρωσης ατμοποιημένου καυσίμου στο επίπεδο χαμηλής ανάφλεξής του, αποτρέποντας έτσι φωτιές και εκρήξεις. Ο φρέσκος αέρας επιπλέον, αραιώνει τη συγκέντρωση τοξικών χημικών, μειώνοντας τον κίνδυνο επικίνδυνης έκθεσης. Μεγάλη ποσότητα φρέσκου αέρα θα αποτρέψει επίσης μία κατάσταση, γνωστή ως «ανεπάρκεια οξυγόνου». Η κανονική συγκέντρωση ατμοσφαιρικού οξυγόνου σε αέρα είναι σε ποσοστό 21% κατ’ όγκο. Σε επίπεδα «ανεπάρκειας οξυγόνου» (συγκέντρωση <19,5% κατ’ όγκο) ένα άτομο θα αρχίσει να εμφανίζει συμπτώματα όπως πονοκέφαλο, ναυτία, υπνηλία και ασυνάρτητο λόγο. Σε δραματικά χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης οξυγόνου, πιο σοβαρά συμπτώματα μπορούν να συμβούν, με τελικό σύμπτωμα θάνατος από ασφυξία.

Η έλλειψη οξυγόνου συχνά προκαλείται από φυσικό ή τεχνητόπεριορισμό της διαθεσιμότητας οξυγόνου σε ένα χώρο. Για παράδειγμα, βάζοντας άζωτο σε μία δεξαμενή καυσίμου για να αποφευχθεί ανάφλεξη, θα προκαλέσει μείωση της συγκέντρωσης οξυγόνου (τεχνητός περιορισμός). Η ανεπάρκεια οξυγόνου μπορεί να προκληθεί επίσης από την οξείδωση κάποιων υλικών μέσα σε έναν χώρο (φυσικός

περιορισμός). Η οξείδωση είναι μία χημική αντίδραση,στην οποία ατμοσφαιρικό οξυγόνο αντιδρά χημικά με κάποιο υλικό.

Γ. *Προτεινόμενες Τεχνικές Εξαερισμού*

Η φυσική δομή των δεξαμενών καυσίμου ενός αεροπλάνου παρουσιάζει κάποιες αναπόφευκτες προκλήσεις που αφορούν τη διασφάλιση σωστού εξαερισμού. Κάποιες από τις προκλήσεις περιλαμβάνουν «νεκρά» σημεία εγκλωβισμού αέρα, μικρά ανοίγματα μεταξύ των τμημάτων δεξαμενής τα οποία δεν επιτρέπουν τη ροή αέρα, εξοπλισμός εξαερισμού μη σωστά επιλεγμένος ή μη σωστά τοποθετημένος, αναβολή εξαερισμού πρωτού η εργασία εκτελεστεί κλπ. Ο σωστός σχεδιασμός και η σωστή εκτέλεση είναι απαραίτητα για παραγωγή κατάλληλου εξαερισμού.

Η προτεινόμενη πρακτική για εξαερισμό μιας δεξαμενής καυσίμου είναι η τεχνική «Push-Pull». Αρχικά, μια εξωτερική θυρίδα πρόσβασης στην επιλεγμένη δεξαμενή ανοίγει και εγκαθίσταται στην οπή της ένας σωλήνας εξαερισμού (σημείο «Push»). Έπειτα, μια εξωτερική θυρίδα πρόσβασης στο αντίθετο σημείο από το σημείο «Push» στην επιλεγμένη δεξαμενή ανοίγει και εγκαθίσταται επίσης στην οπή της ένας σωλήνας εξαερισμού (σημείο «Pull»). Τελικά, ένας φυσητήρας τοποθετείται στοσημείο «Push», βάζοντας φρέσκο αέρα στη δεξαμενή ενώ μια αντλία εξαγωγής τοποθετείται στο σημείο «Pull» διευκολύνοντας την ροή του αέρα στο εσωτερικό της δεξαμενής και κατ’ επέκταση τον συνεχή εξαερισμό της.

Σχημα: 7.1 Πηγή: Internet

Δ. ***Έλεγχος Αέρα στην Δεξαμενή Καυσίμου***

Κανένας από το προσωπικό συντήρησης δεν πρέπει να μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου, εάν δεν έχει τελείως εξαεριστεί. Για να αποφασιστεί εάν η ατμόσφαιρα στη δεξαμενή είναι κατάλληλη για να μπεί κάποιος μέσα, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες θα πρέπει να ελέγχονται ως πρός τη συγκέντρωση οξυγόνου, τη συγκέντρωση ατμών καυσίμου σε ποσοστό ικανό για πρόκληση ανάφλεξης και τη συγκέντρωση τοξικών αερίων.

Η είσοδος δεν θα πρέπει να επιτρέπεται, εάν η συγκέντρωση οξυγόνου δεν είναι μεταξύ 19,5% και 23,5% κατ' όγκο. Συγκεντρώσεις κάτω από 19,5% οδηγούν σε ανεπάρκεια οξυγόνου. Συγκεντρώσεις πάνω από 23,5% μπορεί να προκαλέσουν αύξηση του κινδύνου φωτιάς και έκρηξης, καθότι το οξυγόνο είναι καθοριστικός παράγοντας για την εκδήλωση και την διατήρηση φλόγας. Το προσωπικό συντήρησης δεν θα πρέπει να μπαίνει στη δεξαμενή σε οποιαδήποτε από αυτές τις περιπτώσεις.

Όργανα πρέπει να είναι διαθέσιμα τα οποία μπορούν να ελέγξουν τη συγκέντρωση οξυγόνου και τη συγκέντρωση ατμών ικανών για πρόκληση ανάφλεξης. Οποιαδήποτε μέτρηση εκτός των επιτρεπτόμενων ορίων μπορεί να απειλήσει σοβαρά την ασφάλεια του προσωπικού και μπορεί να προκαλέσει λάθος ένδειξη άλλων συσκευών ελέγχου, ειδικά εκείνων που χρησιμοποιούνται για ανίχνευση ατμών.

Όργανα που χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν την αναφλεξιμότητα πρέπει να ρυθμίζονται σύμφωνα με τον τύπο καυσίμου που χρησιμοποιείται. Για καύσιμα τύπου JetA, ο έλεγχος του εύφλεκτου καυσίμου γίνεται με πρότυπη βάση το εξάνιο. Εάν άλλοι τύποι καυσίμου υπάρχουν, ο έλεγχος γίνεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του καυσίμου. Σε μερικές περιπτώσεις, τα χαρακτηριστικά του καυσίμου είναι άγνωστα, οπότε υπάρχουν ανοχές στην ακρίβεια του εργαλείου που θα πρέπει να υπολογίζονται. Εάν άλλα εύφλεκτα χημικά υπάρχουν, όπως Μεθυλαιθυλκετόνη (MEK), ειδικά ρυθμισμένες συσκευές θα χρειαστούν για να ελέγξουν την παρουσία ατμών τοξικών ουσιών.

Όργανα είναι επίσης διαθέσιμα για έλεγχο ενδεχόμενης τοξικής ατμόσφαιρας. Πάλι υπάρχουν ειδικά εργαλεία και τεχνικές ελέγχου που πρέπει να ελέγχονται βάσει του τύπου του χημικού.

Ε. ***Είσοδος και Εργασία στη Δεξαμενή Καυσίμων***

Ο πιο σημαντικός παράγοντας για την αποφυγή τραυματισμού κατά τη διάρκεια μιας εργασίας στη δεξαμενή καυσίμου είναι το προσωπικό να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο και εξοπλισμένο. Το προσωπικό αποτελείται ενδεικτικά από τον επιθεωρητή (Supervisor), τον βοηθό (Stand-byAttendant) και το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου. Ο επιθεωρητής εγκρίνει την εργασία και βεβαιώνει ότι όλη η διαδικασία διεξάγεται ομαλά. Ο βοηθός στέκεται έξω από τη δεξαμενή καυσίμου και ελέγχει τις συνθήκες εντός και εκτός της περιοχής που τελείται η

εργασία. Ο βοηθός έχει υπό έλεγχο τις συνθήκες της δεξαμενής καυσίμου σε περίπτωση που αυτές αλλάξουν και θέσουν σε κίνδυνο το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου. Το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου εκτελεί την εργασία. Όλοι μαζί θα πρέπει να φροντίζουν διαρκώς για τα κάτωθι,προκειμένου να υπάρχει ασφάλεια κατά τη διάρκεια της εργασίας:

- Επικοινωνία
- Προστασία αναπνευστικού
- Εξαερισμός και έλεγχος αέρα
- Εξοπλισμός που λειτουργεί ηλεκτρικά
- Υπολογισμοί για τυχόν καταστροφή στο αεροσκάφος

Επικοινωνία:

Η επικοινωνία πρέπει να διατηρείται μεταξύ του βοηθού και του ατόμου που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου κατά τη διάρκεια της εργασίας μέσα στη δεξαμενή. Η επικοινωνία μπορεί να γίνεται μέσω radio ή ηλεκτρονικού εξοπλισμού, αλλά αυτές οι συσκευές δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης.

Προστασία αναπνευστικού:

Σύμφωνα με τις ατμοσφαιρικούς κινδύνους που επικρατούν, το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου θα πρέπει να φοράει μέσο προστασίας του αναπνευστικού συστήματος. Αναπνευστήρες καθαρισμού του αέρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν η συγκέντρωση οξυγόνου είναι μικρότερη από 19,5% κατ’ όγκο. Εάν υπάρχει το ενδεχόμενο σημαντικής μείωσης οξυγόνου ή τα επίπεδα χημικής έκθεσης είναι πάνω από το επιτρεπτό όριο έκθεσης, προστασία αναπνευστικού μέσω παρεχόμενου αέρα μπορεί να χρειαστεί.

Εξαερισμός και έλεγχος αέρα:

Φρέσκος αέρας θα πρέπει να παρέχεται στη δεξαμενή καυσίμου κατά την είσοδο στη δεξαμενή. Εάν ο εξαερισμός ανασταλλεί, το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή πρέπει να εκκενώσει τη δεξαμενή μέχρι ο εξαερισμός να ξαναρχίσει. Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες ΕΝΤΟΣτης δεξαμενής, θα πρέπει επίσης να ελέγχονται πριν την είσοδο στη δεξαμενή. Εάν η συγκέντρωση οξυγόνου πέσει κάτω από το 19,5% ή αυξηθεί πάνω από το 23,5%, τότε το άτομο θα πρέπει να εκκενώσει άμεσα τη δεξαμενή. Εάν οι ατμοί ανάφλεξης ξεπεράσουν το επίπεδο του 10% του επιπέδου χαμηλής ανάφλεξης ή η συγκέντρωση τοξικών αερίων ξεπεράσει το επιτρεπτό επίπεδο έκθεσης, τότε το άτομο θα πρέπει να εκκενώσει άμεσα τη δεξαμενή.

Εξοπλισμός που λειτουργεί ηλεκτρικά:

Οι τεχνικοί συντήρησης χρειάζεται να χρησιμοποιούν ποικιλία εξοπλισμού όπως φακοί, εξοπλισμός ελέγχου και εργαλεία ισχύος. Όλος ο εξοπλισμός που λειτουργεί ηλεκτρικά πρέπει να είναι εγγενώς ασφαλής ή να έχει αξιολογηθεί ως κατάλληλος για χρήση σε εύφλεκτη ατμόσφαιρα. Πνευματικά εργαλεία θα πρέπει να

λειτουργούν μόνο με συμπιεσμένο αέρα και όχι με άζωτο ή άλλο αδρανές αέριο το οποίο μπορεί να αντικαταστήσει το οξυγόνο μέσα στη δεξαμενή.

Υπολογισμοί για τυχόν καταστροφή στο αεροσκάφος:

Το προσωπικό που εκτελεί την εργασία μέσα στη δεξαμενή μπορεί να καταστρέψειτο αεροσκάφος, εάν δεν είναι σωστά εκπαιδευμένο για αποφυγή ζημιών κατά την είσοδο ή την έξοδο. Οι επιφάνειες τωνθυρίδων εισόδου έχουν ειδικά καλύματα περιμετρικά, που προστατεύουν κατά τη διάρκεια εισαγωγής για να μην χαραχθούν ή καταστραφούν. Τα στοιχεία στο εσωτερικό των δεξαμενών καυσίμου, όπως σωλήνες καυσίμου, συστήματα μέτρησης ποσότητας καυσίμου και σχετιζόμενες καλωδιώσεις και αγωγοί είναι ευάλωτα στο να καταστραφούν εάν είναι πρόχειρασυνδεδεμένα ή φθαρμένα. Εάν τα στεγανοποιητικά σώματα είναι κατεστραμμένα ή φθαρμένα ή τα τοιχώματα των δεξαμενών καυσίμου είναι διαβρωμένα ή χτυπημένα, τότε είναι πιθανόν να εκδηλωθούν στο μέλλον διαρροές καυσίμου προς εύφλεκτες περιοχές (πχ σε περιοχές καλωδιώσεων υψηλής τάσης, στους κινητήρες κλπ).

Σχημα:7.2 Πηγή: forever wingman.com

ΣΤ. Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης

Τα άτομα που εμπλέκονται σε διαδικασίες εργασίας στη δεξαμενή καυσίμου, ίσως βρεθούν σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Εάν δεν υπάρξει ειδική μεταχείρηση στις διαδικασίες αυτές, μία έκτακτη κατάσταση ίσως έχει ως αποτελέσμα σοβαρό τραυματισμό ή ακόμα και θάνατο στο προσωπικό συντήρησης. Εταιρείες Συντήρησης και Κατασκευαστές Α/Φ, θα πρέπει να εκπαιδεύουν το προσωπικό συντήρησης στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Εκκένωση κάθε ατόμου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
- Εκκένωση έπειτα από οδηγία του βοηθού.
- Έλεγχος αέρα.

- Μη ανταποκρινόμενη διάσωση του ατόμου που είναι στη δεξαμενή.

Εκκένωση κάθε ατόμου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης:

Το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου πρέπει να είναι ικανό να αναγνωρίζει τους κινδύνους εργασίας σε μία δεξαμενή καυσίμου αεροσκάφους και να είναι έτοιμος να εκκενώσει το χώρο, εάν οι συνθήκες αλλάξουν προς το χειρότερο.Η είσοδος σε κλειστούς χώρους μπορεί να προκαλέσει μη ελεγχόμενη κλειστοφοβία, προκαλώντας στο άτομο πανικό και ανικανότητα να λειτουργήσει φυσιολογικά εν μέσω πίεσης χρόνου. Το άτομο που μπαίνει στη δεξαμενή καυσίμου θα πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο ΚΑΙ ψυχολογικα ώστε να αναγνωρίζει τα αρχικά στάδια κλειστοφοβίας και τί να κάνει όταν αυτό συμβεί.

Εκκένωση έπειτα από οδηγία του βοηθού:

Ο βοηθός οφείλει να ελέγχει συνεχώς την εντός και εκτός περιοχή εργασίας. Εάν οι συνθήκες αλλάξουν και ενδεχομένως το άτομο που είναι στη δεξαμενή τεθεί σε κίνδυνο, ο βοηθός θα πρέπει να δώσει οδηγία στο άτομο που είναι στη δεξαμενή να εκκενώσει το χώρο της δεξαμενής. Ο βοηθός θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένος στο να αναγνωρίζει τα συμπτώματα ανεπάρκειας οξυγόνου και της υπερέκθεσης σε τοξικά χημικά και θα πρέπει να ελέγχει στενά το φυσιολογικό υπόβαθρο του ατόμου που είναι στη δεξαμενή. Εάν το άτομο που είναι στη δεξαμενή παρουσιάσει αρνητικά συμπτώματα, τότε ο βοηθός πρέπει να δώσει οδηγία εκκένωσης του ατόμου από τον χώρο της δεξαμενής.

Έλεγχος αέρα εντός της δεξαμενής:

Εάν τα όργανα που χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν τις ατμοσφαιρικές συνθήκες στη δεξαμενή δώσουν σήματα συναγερμού, το άτομο που βρίσκεται στη δεξαμενή πρέπει να εγκαταλείψει τον χώρο άμεσα.

Μη ανταποκρινόμενη διάσωση του ατόμου που είναι στη δεξαμενή:

Εάν για οποιοδήποτε λόγο το άτομο που βρίσκεται στη δεξαμενή δεν μπορεί να ανταποκριθεί, ο βοηθός θα πρέπει άμεσα να αρχίσει διαδικασίες διάσωσης, συμπεριλαμβανόμενης και Κλήσης σε Πρώτες Βοήθειες. Ο βοηθός θα πρέπει έπειτα να βεβαιωθεί ότι φρέσκος αέρας συνεχίζει να παρέχεται στο άτομο που είναι στη δεξαμενή. Όλος ο εξοπλισμός εξαερισμού θα πρέπει να ελεγχθεί, ενώ περισσότερος εξαερισμός θα πρέπει να εισαχθεί εάν είναι διαθέσιμος. Επιπλέον θυρίδες εξαερισμού πρέπει να ανοιχτούν το συντομότερο δυνατόν, εάν είναι εφικτό.

Προσωπικό ειδικά εκπαιδευμένο σε εισαγωγή στη δεξαμενή καυσίμου για σκοπούς διάσωσης, θα πρέπει να εκπαιδεύεται επιπλέον ΚΑΙ με ειδικές τεχνικές διάσωσης και να τους παρέχεται επιπλεόν εξοπλισμός διάσωσης, συμπεριλαμβανομένωνσωληνώσεων εξαερισμού, συσκευών φωτισμού και επικοινωνίας και ατομικού εξοπλισμού αναπνοής.

Κεφάλαιο 8

Πρωτόκολλο Ασφάλειας Κατά την Εκτέλεση Εξωτερικών Εργασιών Ανεφοδιασμού Καυσίμων.

Α. *Εισαγωγή*

Προκειμένου το προσωπικό συντήρησης αεροσκαφών και οι ανεφοδιαστές να εργάζονται με ασφάλεια κατά τη διάρκεια εκτέλεσης εργασιών ανεφοδιασμού σεΑ/Φ, οι αρμόδιες ανά τον κόσμο Υπηρεσίες Πολιτικής Αεροπορίας σε συνεργασία με Διοικήσεις Αεροδρομίων, Εταιρείες Καυσίμων, Πυροσβεστικές Αρχές και φυσικά το ίδιο το προσωπικό συντήρησης αεροσκαφών, θέσπισαν Πρωτόκολλα Ασφάλειας για την ασφάλεια των εργασιών ανεφοδιασμού σε Α/Φ και Δεξαμενές Αποθήκευσης Αεροπορικών Καυσίμων.

Β. *Γενικές Προδιαγραφές Ασφάλειας*

Στα Πρωτόκολλα Ασφαλείας, γίνονται συγκεκριμένες και σαφείς αναφορές σχετικά μετον Τεχνικό Εξοπλισμό που πρέπει να έχει το Αρμόδιο Προσωπικό και τις Εγκαταστάσεις που πρέπει να διαθέτει κάθε Αεροπορική Εταιρεία, καθώς και τις Προδιαγραφές αυτών.

Όσον αφορά τις αεροπορικές εγκαταστάσεις που μια εταιρεία πρέπει να διαθέτει, μία εταιρεία θα πρέπει να έχει τα παρακάτω:

- **Εγκαταστάσεις καυσίμων.** Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης για τις εγκαταστάσεις καυσίμων στα αεροδρόμια υπαγορεύεται κατά πρώτο λόγο από την ασφάλεια και κατά δεύτερο λόγο από την ικανότητα εξυπηρέτησης των αεροσκαφών.

- **Βυτιοφόρα οχήματα.** Οι εγκαταστάσεις καυσίμων από τις οποίες διενεργείται ο ανεφοδιασμός με βυτιοφόρα οχήματα, θα πρέπει να τοποθετούνται κατά προτίμηση σε τέτοια θέση, ώστε η περιοχή ανεφοδιασμού να είναι ευχερώς προσπελάσιμη από τα βυτιοφόρα, με όσο το δυνατόν μικρότερη χρήση δημόσιων οδών και οδών του αεροδρομίου ανοιχτών στη γενική κυκλοφορία. Θα πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατόν, τα βυτιοφόρα οχήματα να διασχίζουν τους διαδρόμους στις περιοχές προσέγγισης.

Σχημα: 8.1 Πηγή: Internet

- **Συστήματα HYDRANT.** Στην περίπτωση HYDRANT η εγκατάσταση καυσίμων πρέπει να επιτρέπει την κατ' ευθείαν άντληση του καυσίμου από τις δεξαμενές αποθήκευσης και μέσω αγωγών την μεταφορά του στα σημεία εφοδιασμού του HYDRANT και από αυτά μέσω διανομέων του HYDRANT στο αεροσκάφος.

Σχημα: 8.2 Πηγή: rouba.gr

- **Δεξαμενές αποθήκευσης.**Οι δεξαμενές για την αποθήκευση αεροπορικών καυσίμων είναι κάθετες κυλινδρικές υπέργειες ή οριζόντιες κυλινδρικές υπέργειες, υπόγειες, θαμμένες, ημιθαμμένες ή εγκιβωτισμένες. Οι δεξαμενές θα πρέπει να διαθέτουν εξαρτήματα όπως προειδοποιητικοί δείκτες υψηλής και χαμηλής στάθμης, βάνες διακοπής υψηλής στάθμης, αυτόματα συστήματα καταμέτρησης, πλωτές αναρρόφησης με συρματόσχοινο ελέγχου και αντλίες αποστράγγισης.

- **Ανεφοδιαστικά οχήματα καυσίμων.** Τα ανεφοδιαστικά οχήματα καυσίμων πρέπει να είναι κατασκευασμένα από πυράντοχα υλικά.

- **Μάνικες ανεφοδιασμού.** Πρέπει να φέρουν αποτυπωμένα σημεία της ταυτότητάς τους και όλα τα στοιχεία συντηρήσεως ή επισκευής τους πρέπει να καταγράφονται σε όλη τη διάρκεια χρήσης τους.

- **Γειώσεις.** Όλα τα μέρη της εγκαταστάσεως πρέπει να βρίσκονται σε αγώγιμη συνέχεια μεταξύ τους και να είναι γειωμένα.

Σχημα: 8.3 Πηγή: Internet

- **Σήμανση.** Απαιτείται η ανάρτηση πινακίδων σε εμφανή σημεία της εγκατάστασης με οδηγίες πρόληψης πυρκαγιάς και τρόπους ενέργειας σε περίπτωση έναρξης πυρκαγιάς, καθώς και σήμανση των θέσεων πυροσβεστικού υλικού.

- **Συναγερμός πυρκαγιάς.**Πρέπει να υπάρχει ακουστικός συναγερμός πυρκαγιάς που να καλύπτει την περιοχή αποθήκευσης αεροπορικών καυσίμων του αεροδρομίου, καθώς και την τηλεφωνική επικοινωνία με τον Πυροσβεστικό Σταθμό του αεροδρομίου ή τον πλησιέστερο Πυροσβεστικό Σταθμό.

- **Άμμος.** Η στεγνή άμμος είναι ένα πολύ καλό κατασβεστικό μέσο κατάλληλο για την καταστολή μικρών εστιών. Σε διάφορα στρατηγικά σημεία της εγκαταστάσεως πρέπει να υπάρχουν σκεπασμένα δοχεία γεμάτα άμμο, με τους αντίστοιχους κάδους.

- **Πυροσβεστήρες.**

Α. Δεξαμενές: Ένας τροχήλατος πυροσβεστήρας 50 κιλών ξηρής σκόνης ανά 200 m^3 χωρητικότητας δεξαμενών και δύο φορητοί πυροσβεστήρες 12 κιλών ξηρής σκόνης ανά δεξαμενή.
Β. Αντλιοστάσια: Ένας φορητός πυροσβεστήρας 12 κιλών ξηρής σκόνης σε κάθε χώρο που υπάρχουν αντλίες.
Γ. Σημεία φόρτωσης και εκφόρτωσης: Ένας φορητός πυροσβεστήρας 12 κιλών ξηρής σκόνης ανά σημείο φόρτωσης ή εκφόρτωσης βυτιοφόρων οχημάτων και οχημάτων ανεφοδιασμού αεροσκαφών.

Δ. Χώροι συσκευασίας καυσίμων:Ένας φορητός πυροσβεστήρας ξηρής σκόνης 12 κιλών για κάθε 60 τετραγωνικά μέτρα επιφανείας εδάφους.
Ε. Συνεργεία επισκευής οχημάτων:Ένας φορητός πυροσβεστήρας ξηρής σκόνης 12 κιλών και ενός διοξειδίου του άνθρακα 8 κιλών για κάθε δύο θέσεις επισκευής οχημάτων.
ΣΤ. Γραφεία: Ένας φορητός πυροσβεστήρας ξηρής σκόνης 6 κιλών και ενός διοξειδίου του άνθρακα 6 κιλών ανά 100 τετραγωνικά μέτρα επιφάνειας γραφείων. Ο πυροσβεστήρας του διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να είναι τοποθετημένος κοντά στον ηλεκτρικό πίνακα των γραφείων.
Ζ. Ερμάρια ανεφοδιασμού αεροσκαφών: Δύο φορητοί πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης 12 κιλών ανά ερμάριο ανεφοδιασμού.

- **Κινητός εξοπλισμός εφοδιασμού καυσίμων.** Δύο φορητοί πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης 12 κιλών και ενός διοξειδίου του άνθρακα 3 κιλών, για κάθε ανεφοδιαστικό όχημα. Ο πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα θα πρέπει να βρίσκεται στο θάλαμο οδήγησης.

- **Εφεδρικός πυροσβεστικός εξοπλισμός.** Στην αποθήκη της εγκαταστάσεως πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο εφεδρικοί πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης 12 κιλών και ένας πυροσβεστήρας διοξειδίου του άνθρακα 6 κιλών.

- **Αφροποιητικά συστήματα υπόγειων δεξαμενών.** Όπου υπάρχουν περισσότερες από τέσσερις θέσεις φορτοεκφορτώσεως αεροπορικών καυσίμων, απαιτείται ημιμόνιμοαφροποιητικό σύστημα που θα καλύπτει όλο τον χώρο των δραστηριοτήτων της εκφορτώσεως. Ο ελάχιστος χρόνος εφαρμογής είναι 30 λεπτά.

- **Πυροσβεστικό Σώμα και Πυροσβεστικά οχήματα.** Τα μέλη που απαρτίζουν το πυροσβεστικό σώμα πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένα έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν οποιοδήποτε κίνδυνο πυρκαγιάς αλλά και να γνωρίζουν τη σωστή κυκλοφορία των οχημάτων στο χώρο του αεροδρομίου. Τα πυροσβεστικά οχήματα πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση, καλοσυντηρημένα και πλήρως εξοπλισμένα.

- **Οδηγίες διακίνησης.** Για την ασφαλή διακίνηση των αεροπορικών προϊόντων αλλά και για την ασφάλεια του προσωπικού των εγκαταστάσεων, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και το είδος εγκαταστάσεως, πρέπει να υπάρχουν εγχειρίδια με οδηγίες οι οποίες πρέπει να είναι απλές και σαφείς.

Σχημα: 8.4 Πηγή: corfupress.com

- **Αρχεία.** Όλα τα κύρια μέρη της εγκαταστάσεως πρέπει να είναι καταγραμμένα και αριθμημένα, παραδείγματος χάρη, δεξαμενές, φίλτρα, ανεφοδιαστικά οχήματα, φρεάτια HYDRANT και πυροσβεστήρες. Εκεί θα αναφέρονται έλεγχοι ή εργασίες που γίνονται όπως πότε καθαρίστηκαν ή ελέγχθηκαν ή αλλάχθηκαν τα φίλτρα, πότε ελέγχθηκαν οι πυροσβεστήρες και οι μάνικες εφοδιασμού κλπ. Αρχεία ελέγχων ηλεκτρικού ή μηχανολογικού εξοπλισμού χρειάζονται επίσης για την παρακολούθηση της καλής λειτουργίας της εγκατάστασης και του εξοπλισμού.

Γ.*Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο*

Οργανισμοί και Φορείς Πολιτικής Αεροπορίας ανά τον Κόσμο, έκριναν απαραίτητη την εισαγωγή συγκεκριμένης και τυποποιημένης φιλοσοφίας για την Ασφάλεια Δεξαμενών Καυσίμων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις Διεθνών Προτύπων και τις πρακτικές των αεροδρομίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Κατ’ επέκταση, η ελληνικήΥπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (Υ.Π.Α) με την υπ’αριθμόν Δ3/Γ/12041/2861 απόφαση, εισήγαγε κανονισμούς που αφορούν τον ανεφοδιασμό Αεροσκαφών με καύσιμα σε αεροδρόμια και υπόστεγα συντήρησης,

κατά την επιβίβαση, αποβίβαση ή παραμονή των επιβατών στο αεροσκάφος, με κινητήρα (ή κινητήρες) σε λειτουργία, καθώς και κανονισμούς σχετικά με τους ελέγχους ποιότητας καυσίμων, την εκπαίδευση προσωπικού και τον ατομικό εξοπλισμό προστασίας των ανεφοδιαστών καυσίμων. Η αρμόδια Αρχή του Αερολιμέναπαρακολουθεί και ελέγχει την εφαρμογή των Προτύπων και την συμμόρφωση των εμπλεκομένων με αυτά, ενώ επιβάλλει κυρώσεις σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες αερολιμενικές διατάξεις.

Αναλυτικότερα, για τον ανεφοδιασμό των αεροσκαφών, κρίνεται απαραίτητο να υπάρχει Εταιρεία δραστηριοποιούμενη σε χώρο του αεροδρομίου με έγκριση από την Υ.Π.Α, ως Φορέας Επίγειας Εξυπηρέτησης Αεροσκαφών (GroundHandling) και έχει ως κύριο έργο τον ανεφοδιασμό των αεροσκαφών με καύσιμα, την αποθήκευσή τους και τον ελέγχο ποιότητας και της ποσότητας των αεροπορικών καυσίμων.

Με τον όρο «ανεφοδιασμός των αεροσκαφών με καύσιμα» εννοούμε πλήρωση με καύσιμο των δεξαμενών αεροσκάφους, άντληση καυσίμου από αυτές και αποστράγγιση από καύσιμο των δεξαμενών καυσίμου. Τα κάυσιμα των πολιτικών αεροσκαφών είναι κηροζίνη JETA1, JETB και AVGAS 100LL. Η Εταιρεία Καυσίμουδύναται να χρησιμοποιεί αντιστατικά πρόσθετα μέσα στο καύσιμο, έτσι ώστε να μειώνεταιο κίνδυνος ανάπτυξης στατικού ηλεκτρισμούμέσαστο καύσιμο κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού.Εάνο στατικός ηλεκτρισμός είναι αρκετός, υπάρχει τοενδεχόμενονα προκληθεί σπινθήρας μέσα στη δεξαμενήτου αεροσκάφους. Η συγκέντρωση φορτίων στοκαύσιμοκαι η πιθανότητα πρόκλησης σπινθήρα μέσαστηδεξαμενή, δεν επηρεάζονται από τη σύνδεση του αεροσκάφους και του οχήματος ανεφοδιασμού.

Κατά τον ανεφοδιασμό θα πρέπει να υπάρχει ορισμένη ζώνη ανεφοδιασμού. Πρόκειται για μία περιοχή που περικλείεται από κύκλους ακτίνας τουλάχιστον έξι (6) μέτρων από τα σημεία πλήρωσης και εξαέρωσης των δεξαμενών του αεροσκάφους, από τον εξοπλισμό του οχήματος ανεφοδιασμού ή και από τη βαλβίδα hydrant σε περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα hydrant για ανεφοδιασμό.Περιμετρικά του τέλους της ζώνης ανεφοδιασμού θα πρέπει να υπάρχει περιοχή σε ανοιχτό χώρο έκτασης δεκαπέντε (15) μέτρων, για λόγους ασφαλείας. Εντός της ζώνης ανεφοδιασμού, απαγορεύεται αυστηρά το κάπνισμα και η χρήση φώτων με ακάλυπτους λαμπτήρες ή θραυσμένα κρύσταλλα φωτιστικών σωμάτων. Επίσης απαγορεύεται η χρήση ασυρμάτων, ασύρματων− κινητών τηλεφώνων και τηλεειδοποιητών καθώς και η χρήση διακοπτών συστημάτων φωτισμού, εκτός αν πρόκειται για ασφαλείς τύπους συσκευών (αντιεκρηκτικούς−ατμοστεγείς). Το προσωπικό που εργάζεται στη ζώνη ανεφοδιασμού και εκείνοι οι οποίοι ασχολούνται με τον ανεφοδιασμό δεν φέρουν μαζί τους σπίρτα ή άλλα μέσα ανάφλεξης ή να φορούν παπούτσια που να περιέχουν σίδηρο ή καρφιά στις σόλες τους. Εντός της ζώνης ανεφοδιασμού επιτρέπεται να κινούνται μόνο εξουσιοδοτημένα άτομα ή οχήματα ενώ ο αριθμός αυτών πρέπει να είναι ο κατά το δυνατόν ελάχιστος. Οι επιβάτες δεν επιτρέπεται να βρίσκονται μέσα στη ζώνη ανεφοδιασμού και η τακτοποίηση ή αναγνώριση των αποσκευών των επιβατών γίνεται εκτός της ζώνης ανεφοδιασμού.

Τα οχήματα ανεφοδιασμού είναι τα βυτιοφόρα (aircraftfullers) και διανομείς (hydrantdispenser). Κρίνεται απαραίτητο η ύπαρξη συστήματος hydrant. Πρόκειται για υπόγεια εγκατάσταση σωληνώσεων στο χώρο του Αερολιμένα, μέσω της οποίας γίνεται μεταφορά καυσίμου, μέχρι τις θέσεις στάθμευσης των αεροσκαφών, όπου γίνεται ο ανεφοδιασμός του με διανομέα. Στη ζώνη ανεφοδιασμού οι μηχανές των οχημάτων δεν πρέπει να είναι σε λειτουργία, όταν δεν υπάρχει λόγος.

Σήματα όπως «Απαγορεύεται το Κάπνισμα» υπάρχουν σε απόσταση όχι μικρότερη των 15μ από το όχημα ανεφοδιασμού και από τα σημεία εξαερισμού των δεξαμενών του αεροσκάφους, εκτός αν ο ανεφοδιασμός γίνεται σε περιοχή που έχει ορισθεί ως περιοχή «Μη Καπνιζόντων».

Οι Μονάδες Βοηθητικής Ισχύος (A.P.U) του Αεροσκάφους των οποίων τα καυσαέρια εκπέμπονται μέσα στη ζώνη ανεφοδιασμού, εφόσον απαιτείται να είναι σε λειτουργία κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού, ενεργοποιούνται πριν μετακινηθούν τα καλύμματα του στομίου πλήρωσης ή γίνουν οι συνδέσεις με τα ακροφύσια ανεφοδιασμού.

Οι Μονάδες Βοηθητικής Ισχύος Εδάφους (G.P.U.s) επιτρέπεται να είναι σε λειτουργία, αλλά πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη από 6 μέτρα από τα σημεία πλήρωσης και εξαερισμού του αεροσκάφους, τις βαλβίδες του hydrant και το λοιπό εξοπλισμό ανεφοδιασμού.

Η Αεροπορική Εταιρεία ή ο εκμεταλλευόμενος το αεροσκάφος εξασφαλίζει ότι όλο το προσωπικό πουεργάζεται μέσα ή κοντά στο αεροσκάφος είναι ενήμερογια την έναρξη του ανεφοδιασμού.

Όλα τα συστήματα φωτισμού καθώς και τα καλώδια σύνδεσης τους που χρησιμοποιούνται στη ζώνη ανεφοδιασμού είναι πιστοποιημένα για τη χρήση τους σε τέτοιο περιβάλλον.

Τέλος, πρέπει να υπάρχει επόπτης ασφάλειας ανεφοδιασμού. Είναι άτομο που ανήκει στο προσωπικό της αεροπορικής Εταιρείας, της οποίας το αεροσκάφος ανεφοδιάζεται
με καύσιμα ή της Εταιρείας που παρέχει σ’ αυτό εξυπηρέτηση εδάφους. Ορίζεται και εξουσιοδοτείται από την αεροπορική Εταιρεία σαν υπεύθυνο άτομο για την επίβλεψη, συντονισμό και εξασφάλιση όλων των απαιτήσεων, διαδικασιών και μέτρων ασφαλείας που προβλέπονται από τον παρόντα κανονισμόκατά την φάση του ανεφοδιασμού του αεροσκάφους με καύσιμα. Για τον ανωτέρω λόγο ο επόπτης ασφαλείας ανεφοδιασμού μπορεί να είναι μηχανικός συντήρησης, μέλος πληρώματος ή άλλο πρόσωπο που έχει εκπαιδευτεί στο έργο της επίβλεψης των διαδικασιών εξυπηρέτησης στο έδαφος και στην αντιμετώπιση επικίνδυνων καταστάσεων που μπορεί να προκύψουν κατά τον ανεφοδιασμό. Επίσης, πρέπει να υπάρχει προσωπικό ανεφοδιασμού άρτια εκπαιδευμένο και εγκαταστάσεις καυσίμων.

Πρίν τη διαδικασία ανεφοδιασμού των αεροσκαφών, θα πρέπει σύμφωνα με τους κανονισμούς να υπάρχει Πυροσβεστική Υπηρεσία Αεροδρομίου. Το προσωπικό της θα πρέπει να γνωρίζει τις διαδικασίες του ανεφοδιασμού καθώς και τις

απαραίτητες ενέργειες αντιμετώπισης προβλημάτων που απορρέουν από τον ανεφοδιασμό και την διακίνηση-εναποθήκευση καυσίμου.

Το αεροδρόμιο θα πρέπει να διαθέτει σε κάθε θέση στάθμευσης τροχήλατο(ους) πυροσβεστήρα(ες) ξηράς σκόνης συνολικής χωρητικότητας τουλάχιστον 100kg που χρησιμοποιείται(ούνται) για σοβαρό συμβάν κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού. Δύναται να αντιστοιχεί(ούν) πυροσβεστήρας(ες) συνολικής ποσότητας τουλάχιστον 100kg σε περισσότερες από μία θέσεις στάθμευσης εφόσον αυτό εγκριθεί από τη Διεύθυνση Αερολιμένων (ΥΠΑ/Δ3) κατόπιν αιτιολογημένης αίτησης του Αερολιμένα. Το αεροδρόμιο θα πρέπει να διασφαλίζει με τακτικές επιθεωρήσεις και συντηρήσεις ότι οι ανωτέρω πυροσβεστήρες είναι έτοιμοι για άμεση χρήση και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Το προσωπικό ανεφοδιασμού θα πρέπει να είναι σωστά εκπαιδευόμενο στη χρήση τους. Οι πυροσβεστήρες των οχημάτων ανεφοδιασμού θα πρέπει να είναι σε θέση όπου θα μπορούν να απελευθερώνονται εύκολα.

Σε περίπτωση που κάποιο μέρος του συστήματος προσγείωσης του αεροσκάφους π.χ. τροχοί, ελαστικάή φρένα, παρουσιάσει υπερθέρμανση, η αεροπορικήΕταιρεία ή ο εκμεταλλευόμενος το αεροσκάφος εξασφαλίζειτην κλήση της πυροσβεστικής υπηρεσίας του
αεροδρομίου. Ο ανεφοδιασμός θα γίνει αφού πρώτα κρυώσει το σημείο που υπερθερμάνθηκε και ο επόπτης ασφαλείας του συγκεκριμένου ανεφοδιασμού επιβεβαιώσει ότι είναι ασφαλές να προχωρήσουν στον ανεφοδιασμό.Ο εξοπλισμός του ανεφοδιασμού τοποθετείται κοντά
στο αεροσκάφος μέχρις ότου το προσωπικό του ανεφοδιασμού πληροφορηθεί ότι δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος από την υπερθέρμανση. Για τον έλεγχο του συστήματος προσγείωσης σε
περίπτωση υψηλών θερμοκρασιών, η προσέγγιση των τροχών γίνεται μόνο από εμπρός και πίσω, ποτέ από τα πλάγια. Εξοπλισμός με μεταλλικούς τροχούς ή ελαστικά που περιέχουν μεταλλικά καρφιά ικανά να προκαλέσουνσπινθήρες δεν επιτρέπεται να κινούνται στη ζώνη ανεφοδιασμού κατά τη διάρκεια που ο ανεφοδιασμός βρίσκεται σε εξέλιξη.

Πριν και κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού το προσωπικό του ανεφοδιασμού θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος για ανθρώπους ή για εξοπλισμό ανεφοδιασμού από την εξαγωγή καυσαερίων από άλλο αεροσκάφος ή από την γεννήτρια του αεροσκάφους που πρόκειται να ανεφοδιαστεί.

Οι μάνικες σύνδεσης μεταξύ του διανομέα και του φρεατίου, η βάνα του φρεατίου και οι ταχυσύνδεσμοιείναι ευάλωτα σε καταστροφές που μπορούν να δημιουργηθούναπό άλλα οχήματα επίγειας εξυπηρέτησης.Για αυτό απαιτείται η σήμανση του φρεατίου (κατά την
διάρκεια του ανεφοδιασμού) με τέσσερις σημαίες, έντονου αντανακλαστικού χρώματος. Κατά την διάρκεια τηςνύχτας το φρεάτιο, όπως και η μάνικα σύνδεσης πρέπεινα σημαίνονται, χρησιμοποιώντας κόκκινους ή πορτοκαλίαναλάμποντεςατμοστεγείς φανούς ή να φωτίζονταιαπόειδικούς (ασφαλούς λειτουργίας σε περιβάλλον μεεύφλεκτουςατμούς φανούς που θα φέρει το όχημα.

Σε περίπτωση επιτερύγιου ανεφοδιασμού, η νομοθεσία αναφέρει ως μέτρα, να μην μεταφέρει το προσωπικό «διάσπαρτα αντικείμενα» διότι υπάρχει κίνδυνος πτώσης αυτών στις δεξαμενές του αεροσκάφους. Επίσης, το προσωπικό να φοράει κατάλληλα υποδήματα ώστε να μην προκληθούν ζημιές στην επιφάνεια των πτέρυγων του αεροσκάφους και να γίνεται χρήση από αυτούς ειδικών κλιμάκων και ταπήτων για αποφυγή ζημιάς στις επιφάνειες πτερύγων. Τα ακροφύσιαεπιπτερύγιου ανεφοδιασμού δε θα πρέπει να μπλοκάρονται σε ανοικτή θέση, οπότε πρέπει να κρατιούνται με χέρια ανοικτά. Ο επιπτερύγιος ανεφοδιασμός δε θα πρέπει σε καμιά περίπτωση να γίνεται κατά την διάρκεια έντονων βροχωπτώσεων για να μην εισχωρήσουν ύδατα στις δεξαμενές.

Κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού, οι κύριες μηχανές του αεροσκάφους δε λειτουργούν και δε χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτήσουν το ηλεκτρικό σύστημα του αεροσκάφους. Τα οχήματα ανεφοδιασμού και ο εξοπλισμός πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να μην παρεμποδίζεται η προσέγγιση των αεροσκαφών από τα διασωστικά και πυροσβεστικά οχήματα, να διατηρούνται καθαρές οι δίοδοι διαφυγής των οχημάτων ανεφοδιασμού από εμπόδια, ωστε να επιτρέπεται η γρήγορη απομάκρυνσή τους από το αεροσκάφος σε περίπτωση ανάγκης. Επίσης, να μην παρεμποδίζονται οι έξοδοι εκκένωσης του αεροσκάφους, σε περίπτωση φωτιάς, περιλαμβανομένων και των περιοχών που καταλαμβάνει το άνοιγμα της τσουλήθρας καθώς και των διόδων απομάκρυνσης των επιβατών. Συνίσταται ακόμα να υπάρχει επαρκής χώρος μεταξύ του εξοπλισμού ανεφοδιασμού και των πτερύγων του αεροσκάφους καθώς γίνεται ο ανεφοδιασμός. Τα οχήματα δεν θα πρέπει να τοποθετούνται κάτω από τα flaps των πτερύγων. Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για την παροχή επίγειας εξυπηρέτησης του αεροσκάφους δεν περνούν και δε σταθμεύουν κάτω από τα φτερά του αεροσκάφους κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού. Πρέπει να υπάρχει επίσης κατάλληλη τοποθέτηση του επίγειου εξοπλισμού όπως σκάλες, εξέδρες κλπ., ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος πρόσκρουσης.

Μία βοηθητική μονάδα ισχύος (APU) όταν βρίσκεται στη ζώνη ανεφοδιασμού ή τα καυσαέριά της φτάνουν στη ζώνη ανεφοδιασμού θα πρέπει να σταματήσει να λειτουργεί κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμού και δεν θα τεθεί εκ νέου σε λειτουργία μέχρι να σταματήσει η ροή του καυσίμου, διότι υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης των ατμών του καυσιμου. Εφόσον η εξάτμιση της APU είναι στην πλαϊνή πλευρά του αεροσκάφους και όχι στο πίσω μέρος, τότε ο ανεφοδιασμός του αεροσκάφους θα πρέπει να γίνεται από την άλλη πλευρά , εάν αυτό είναι εφικτό. Στην αντίθετη περίπτωση το όχημα ανεφοδιασμού θα πρέπει να σταθμεύσει όσο το δυνατόν πιο μακριά από την εξάτμιση της APU. Στην περίπτωση διαρροής καυσίμου η APU θα πρέπει να σβήσει και να παραμείνει σβηστή μέχρι να απομακρυνθεί η κηλίδα καυσίμου και διαπιστωθεί ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από εύφλεκτους ατμούς καυσίμου.

Η σύνδεση ή αποσύνδεση της επίγειας γεννήτριας που παρέχει ενέργεια στο αεροσκάφος θα πρέπει να μην επιτρέπεται κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμού. Η λειτουργία της γεννήτριας εδάφους (GPU) κατά τη διάρκεια ανεφοδιασμού επιτρέπεται μόνο αν έχει εκδοθεί σχετική άδεια για τη χρήση της από τις αρχές του αεροδρομίου, αν έχει τοποθετηθεί σε απόσταση μεγαλύτερη των έξι (6) μέτρων από τα εξαεριστικά των δεξαμενών αεροσκάφους, τις συνδέσεις ανεφοδιασμού ή το όχημα ανεφοδιασμού. Μικρότερη απόσταση επιτρέπεται μόνο εάν τα βύσματα σύνδεσης προσαρμόζονται με κατάλληλα μονωμένα καλύμματα και η μονάδα μαζί με

τα καλώδια σύνδεσής της ελέγχεται και συντηρείται τακτικά για την ασφαλή λειτουργία της. Η μονάδα και τα καλώδια σύνδεσής της δεν επιτρέπεται να έρχονται σε επαφή με το ακροφύσιο της μάνικας ανεφοδιασμού και με τα καλώδια γεφύρωσης. Οι κύριοι αγωγοί από την μονάδα προσαρμόζονται με βύσματα που «κουμπώνουν» και δεν συνδέονται με διακόπτες που να τους χειρίζεται κάποιος κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού. Δεν επιχειρείται οποιαδήποτε επισκευή ή επανεκκίνηση της μονάδας μέχρι το τέλος του ανεφοδιασμού στην περίπτωση που αυτή έχει τεθεί εκτός λειτουργίας λόγω βλάβης κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού. Σε περίπτωση επείγοντος περιστατικού, όπως π.χ. διαρροή καυσίμου, η μονάδα θα πρέπει να τίθεται αμέσως εκτός λειτουργίας μέχρις ότου εξαλειφθεί ο κίνδυνος.

Δεν θα πρέπει ακόμα να αναγομώνονται οι φιάλες οξυγόνου κατά την διάρκεια του ανεφοδιασμού, θα πρέπει να διακόπτεται η λειτουργία του εξωτερικού φωτισμού του αεροσκάφους καθώς και του αναλάμποντος φωτός αυτού και οι θερμαντήρες των θαλάμων καύσης του αεροσκάφους δε θα πρέπει να λειτουργούν.

Το aircondition του αεροσκάφους επιτρέπεται να λειτουργεί κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού. Στην περίπτωση όμως διαρροής καυσίμου τίθεται αμέσως εκτός ενέργειας για να αποφευχθεί η πιθανότητα εισαγωγής ατμών καυσίμου στο θάλαμο επιβατών του αεροσκάφους. Σε περίπτωση δυνατής καταιγίδας ο ανεφοδιασμός αναστέλλεται.

Όσον αφορά τον ανεφοδιασμό του αεροσκάφους κατά την αποβίβαση ή επιβίβαση των επιβατών, η νομοθεσία απαγορεύει γενικά τον ανεφοδιασμό σε αυτή την περίπτωση. Κατ΄εξαίρεση και κατόπιν εγγράφου αιτήματος της Αεροπορικής Εταιρείας παρέχεται έγκριση για τέτοιου είδους ανεφοδιασμό από την αρχή του Αερολιμένα. Δεν επιτρέπεται επίσης να πραγματοποιούνται, ταυτόχρονα, περισσότεροι από έναν ανεφοδιασμό καυσίμων σε αεροσκάφη, όταν οι επιβάτες επιβιβάζονται , αποβιβάζονται ή παραμένουν σε αυτό το χώρο στάθμευσης αεροσκαφών εκτός εάν οι ανεφοδιασμοί γίνονται σε δύο γειτονικές θέσεις με την παρουσία πυροσβεστικού οχήματος σε κατάλληλη θέση έτσι ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη επιτήρηση των ανεφοδιασμών από τους πυροσβέστες, εάν οι ανεφοδιασμοί γίνονται σε απομακρυσμένες θέσεις στάθμευσης αεροσκαφών και ο αερολιμένας διαθέτει ταυτόχρονα την παρουσία πυροσβεστικού οχήματος ή κατάλληλου εξοπλισμού σε κάθε θέση που πραγματοποιούνται τέτοιοι ανεφοδιασμοί και τέλος εάν η διαδικασία έχει εγκριθεί από την Αρχή του Αερολιμένα.

Δεν επιτρέπεται ακόμα βάση νομοθεσίας, ο ανεφοδιασμός των καυσίμων σε αεροσκάφος όταν οι επιβάτες επιβιβάζονται ή αποβιβάζονται ή παραμένουν σε αυτό και ταυτόχρονα πραγματοποιούνται ασκήσεις ή εργασίες πυρόσβεσης ή όταν υπάρχει κάποιος παράγοντας που μπορεί να μειώσει την ικανότητα πυρόσβεσης του αεροδρομίου.

Δεν επιτρέπεται ο ανεφοδιασμός των καυσίμων σε αεροσκάφος όταν οι επιβάτες επιβιβάζονται ή αποβιβάζονται ή παραμένουν σε αυτό, όταν πλησιάζει καταιγίδα με αστραπές στην περιοχή του αεροδρομίου ή όταν σην περιοχή του αεροδρομίου επικρατούν συνθήκες χαμηλής ορατότητας.

Επίσης, απαγορεύεται ο ανεφοδιασμός των καυσίμων εάν στο αεροσκάφος γίνεται δοκιμή ραντάρ ή μετεωρολογικού ραντάρ ή εάν λειτουργούν κινητήρες σε αεροσκάφος που βρίσκεται σε γειτονική θέση.

Δεν επιτρέπεται ανεφοδιασμός σε αεροσκάφος με επιβάτες εντός αυτού, όταν αυτό έχει χωρητικότητα μικρότερη των 20 ατόμων διότι τα εν λόγω αεροσκάφη έχουν κατά την πλειονότητά τους μία θύρα εξόδου επιβατών. Κατ' εξαιρεση επιτρέπεται ο ανεφοδιασμός των εν λόγω αεροσκαφών με επιβάτες εντός αυτού όταν μεταφέρονται ασθενείς και όταν οι επιβάτες που μένουν στο αεροσκάφος είναι λιγότεροι από οκτώ. Σε αμφότερες περιπτώσεις λαμβάνονται επιπλέον μέτρα ασφαλείας όπως εποπτεία ανεφοδιασμού από μέλος του πληρώματος, μέλος του πληρώματος που να βρίσκεται δίπλα στην έξοδο κινδύνου έτοιμο να την ανοίξει αν απαιτηθεί αυτό, ο ανεφοδιασμός να γίνεται από την αντίθετη πλευρά από αυτήν που είναι η θύρα εξόδου και ο φορέας επίγειας εξυπηρέτησης να διαθέτει επιπλέον προσωπικό για την ταχεία και ασφαλή εκκένωση του αεροσκάφους εάν αυτό απαιτηθεί.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, όταν στα καύσιμα δεν περιέχονται αντιστατικά πρόσθετα, τότε οι επιβάτες αποβιβάζονται πρίν αρχίσει ο ανεφοδιασμός. Απαγορεύεται ο ανεφοδιασμός αεροσκάφους με καύσιμο τύπου AVGAS και JET-B με επιβάτες onboard.

Ακόμα, ο κυβερνήτης του αεροσκάφους υποχρεούται να ενημερώσει το πλήρωμα καμπίνας επιβατών και τους επιβάτες ότι θα λάβει χώρα ανεφοδιασμός με καύσιμα. Απαγορεύεται οι επιβάτες και το πλήρωμα να καπνίζουν και να χρησιμοποιούν ηλεκτρικές συσκευές ή άλλες ενδεχόμενες πηγές ανάφλεξης.

Οι φωτεινές επγραφές του αεροσκάφους «ΜΗ ΚΑΠΝΙΖΕΤΕ» παραμένουν αναμμένες καθ' όλη τη διάρκεια του ανεφοδιασμού με επιβάτες onboard, καθώς και εκείνες που δείχνουν τις εξόδους κινδύνου. Η φωτενή επιγραφή «ΠΡΟΣΔΕΘΕΙΤΕ» είναι σβηστή και το πλήρωμα ανακοινώνει στους επιβάτες να έχουν τη ζώνη καθίσματος τους λυμμένη.

Το πλήρωμα στελεχώνει καθ' όλη τη διάρκεια του ανεφοδιασμού δύο τουλάχιστον κύριες θύρες εξόδου (ή μιας κύριας και μίας εξόδου κινδύνου όταν μόνο μία κύρια θύρα είναι διαθέσιμη) και κατά προτίμηση σε διαμετρικά αντίθετα άκρα του αεροσκάφους, έτσι ώστε να είναι εφικτή η ασφαλής και γρήγορη εκκένωση του αεροσκάφους από τους επιβάτες σε περίπτωση ανάγκης.

Οι δραστηριότητες εξυπηρέτησης εδάφους καθώς και οι εργασίες μέσα στο αεροσκάφος, όπως η τροφοδοσία και ο καθαρισμός πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εμποδίζουν τις εξόδους του αεροσκάφους, όταν γίνεται ανεφοδιασμός και οι επιβάτες παραμένουν εντός του αεροσκάφους. Μέσα στην καμπίνα του αεροσκάφους, οι διάδρομοι καθώς και οι περιοχές εξόδου πρέπει να είναι ελεύθερες από εμπόδια από εμπόδια όταν επιβάτες παραμένουν σε αυτό και γίνεται ανεφοδιασμός. Εάν σε κάποια από τις εξόδους υπάρχει αυτόματη τσουλήθρα τότε ο χώρος κάτω από αυτήν την έξοδο αλλά και η γύρω περιοχή όπου θα αναπτυχθεί η τσουλήθρα να είναι ελεύθερος και καθαρός από εμπόδια και ο επόπτης ασφαλείας ανεφοδιασμού να είναι ανάλογα ενημερωμένος. Εφόσον το αεροσκάφος διαθέτει αυτόματες τσουλήθρες για εκκένωσή του από επιβάτες και έχει προσαρμοστεί σε αυτό αερογέφυρα (φυσούνα) διακίνησης επιβατών δεν απαιτείται

να χρησιμοποιηθούν επιπλέον σκάλες στις άλλες θύρες του αεροσκάφους. Εάν στο αεροσκάφος με αυτόματες τσουλήθρες δεν έχει προσαρμοστεί αερογέφυρα (φυσούνα) τότε τοποθετείται μία σκάλα στη κύρια θύρα του αεροσκάφους που χρησιμοποιείται συνήθως για αποβίβαση ή επιβίβαση επιβατών. Είναι απαραίτητο, επίσης, ένα μέλος του πληρώματος βρίσκεται στη δεξιά ή στην αριστερή πίσω πόρτα και να είναι έτοιμο να χρησιμοποιήσει αμέσως την τσουλήθρα σε περίπτωση κινδύνου. Εφόσον το αεροσκάφος δεν διαθέτει αυτόματες τσουλήθρες και έχει προσαρμοστεί σε αυτό μία αερογέφυρα (φυσούνα) τότε πρέπει να τοποθετείται και μία σκάλα σε κύρια θέση επιβίβασης-αποβίβασης επιβατών και κατά προτίμηση στο αντίθετο άκρο του αεροσκάφους. Εφόσον δεν είναι διαθέσιμη αερογέφυρα (φυσούνα), τότε πρέπει να τοποθετούνται δύο τουλάχιστον σκάλες στις αντίστοιχες κύριες θύρες του αεροσκάφους. Εφόσον το αεροσκάφος διαθέτει δικές του εσωτερικές σκάλες και τις έχει αναπτύξει, τότε κάθε μία από αυτές θεωρείται σημείο εξόδου.

Όσον αφορά το πλήρωμα καμπίνας του αεροσκάφους, είναι υποχρεωμένο να επιτηρεί τους επιβάτες και να εξασφαλίζει ελεύθερους τους διαδρόμους του αεροσκάφους και τις εξόδου κινδύνου από τα εμπόδια.

Ο εκμεταλλευόμενος το αεροσκάφος εξασφαλίζει ότι καθ’ όλη τη διάρκεια του ανεφοδιασμού με επιβάτες μέσα στο αεροσκάφος υπάρχει επαρκές πλήρωμα στο αεροσκάφος το οποίο θα βοηθήσει στη γρήγορη και ασφαλή εκκένωσή του, σε περίπτωση κάποιου συμβάντος. Για να καθοριστεί από τον εκμεταλλευόμενο το αεροσκάφος ο ελάχιστος αριθμός πληρώματος καμπίνας που απαιτείται, πρέπει να ληφθεί υπόψη, ο αριθμός των επιβατών που βρίσκονται στο αεροσκάφος κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού, η διαρρύθμιση της καμπίνας, το μέγεθος του αεροσκαφούς, οι έξοδοι κινδύνου και οι ευκολίες διαφυγής π.χ. ύπαρξη τσουλήθρων.

Ως ελάχιστο πλήρωμα καμπίνας σε σχέση με τους υπάρχοντες επιβάτες μέσα στο αεροσκάφος, κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού ορίζεται ένα (1) μέλος πληρώματος για κάθε πενήντα (50) επιβάτες που βρίσκονται στο αεροσκάφος , με τουλάχιστον ένα (1) μέλος για κάθε ξεχωριστό θάλαμο επιβατών. Εφόσον κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού, διαπιστωθούν ατμοί καυσίμου μέσα στο αεροσκάφος, ή υπάρχει κάποιος άλλος κίνδυνος, θα πρέπει να ειδοποιηθεί ο επόπτης ασφαλείας ανεφοδιασμού. Ο ανεφοδιασμός διακόπτεται μέχρι να αποφασίσει ο επόπτης ασφαλείας ανεφοδιασμού ότι οι συνθήκες επιτρέπουν την συνέχιση και την ολοκλήρωσή του. Ακόμα θα πρέπει να καθορίζονται εκ των προτέρων και σε συνεργασία με την Εταιρεία που εκτελεί τον ανεφοδιασμό καυσίμου οι ζώνες απαγόρευσης διακίνησης επιβατών καθώς και οι ζώνες που θα επιτρέπεται αυτή η διακίνηση. Οι επιβάτες που διέρχονται μέσα από την ζώνη ανεφοδιασμού καυσίμου θα πρέπει να βρίσκονται υπό την συνεχή επιτήρηση του φορέα επίγειας εξυπηρέτησης, ώστε να επιταχύνεται με την μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια η διέλευσή τους μέσα από αυτήν την ζώνη. Τέλος, θα πρέπει να απαγορεύεται αυστηρά το κάπνισμα κατά τη διάρκεια διακίνησης επιβατών.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, απαγορεύεται ο ανεφοδιασμός αεροσκάφους με καύσιμα όταν ο κινητήρας ή οι κινητήρες είναι σε λειτουργία, εκτός αν πρόκειται για πυροσβεστικό αεροσκάφος, νοσοκομειακό αεροσκάφος, αεροσκάφος της αστυνομίας ή του λιμενικού, διασωστικό αεροσκάφος πολεμικής ή πολιτικής αεροπορίας και

αεροσκάφος που δεν μπορεί να εκκινήσει με απαραίτητα επίγεια μέσα, όπως GPU, και είναι εκτός ενεργείας.

Στις ανωτέρω περιπτώσεις, ο ανεφοδιασμός γίνεται με ευθύνη των Κυβερνητών των αεροσκαφών και εφόσον πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Αναλυτικότερα, ο ανεφοδιασμός του αεροσκάφους με καύσιμα θα πρέπει να πραγματοποιείται στην αντίθετη πλευρά που λειτουργεί ο κινητήρας ή οι κινητήρες. Ο ανεφοδιασμός θα είναι μόνο υποπτερύγιος , ποτέ επιπτερύγιος γιατί απαγορεύεται. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει πυροσβεστικό όχημα. Κρίνεται απαραίτητο να διατηρείται απόσταση τουλάχιστον 50 μέτρων από το κτίριο του αεροσταθμού και άλλα κτίρια, από τους επιβάτες αλλά και κάθε άλλο πρόσωπο που δεν έχει σχέση με τον ανεφοδιασμό. Είναι σημαντικό να έχει γίνει προσανατολισμός του αεροσκάφους ακριβώς προς την διεύθυνση του πνέοντος ανέμου. Θα πρέπει να υπάρχει σε ετοιμότητα ένας τροχήλατος πυροσβεστήρας των 100 χιλιόγραμμων τουλάχιστον ξηράς σκόνης ή ανάλογου κατασβεστικού υλικού κοντά στο σημείο που πραγματοποιείται ο υπόψη ανεφοδιασμός επιπλέον του πυροσβεστήρα. Οι δεξαμενές του αεροσκάφους επίσης δεν θα πρέπει να συμπληρώνονται πλήρως με καύσιμα, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερχείλιση και η αυξημένη παραγωγή ατμών καυσίμου στα σημεία εξαερισμού. Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει συνεχής επικοινωνία του ανεφοδιαστή με τον θάλαμο διακυβέρνησης του αεροσκάφους, για ενημέρωση περί της λειτουργιας του κινητήρα ή των κινητήρων και των ενδείξεων των οργάνων πληρώσεως των δεξαμενών του αεροσκάφους.

Ο ανεφοδιασμός αεροσκάφους σε υπόστεγο δεν επιτρέπεται. Εξαιρείται μόνο η περίπτωση κατά την οποία ένα αεροσκάφος αποδεδειγμένα δεν μπορεί να μετακινηθεί εκτός του υποστέγου και χρήζει για σοβαρούς λόγους συντήρησης να ανεφοδιαστεί ή να γίνει άντληση καυσίμου. Όταν αυτό κριθεί αναγκαίο είναι απαραίτητο να υπάρχει συνεχής επιτήρηση καθόλη τη διάρκεια του ανεφοδιασμού. Για να ελαχιστοποιηθεί η ύπαρξη ατμών καυσίμου, αλλά και για να διευκολυνθεί η άμεση ανταπόκριση και η εκκένωση του υποστέγου σε περίπτωση ανάγκης, θα πρέπει όλες οι εργασίες να γίνονται με ανοιχτές τις πόρτες του υποστέγου. Οι σωλήνες ανεφοδιασμού θα πρέπει να διέρχονται μέσα από τις ανοιχτές πόρτες.

Ο ανεφοδιασμός αεροσκάφους σε υπόστεγο πραγματοποιείται μετά από έγκριση που χορηγείται από την Αρχή του Αερολιμένα, κατόπιν έγγραφης αίτησης της αεροπορικής Εταιρείας και αφού εξασφαλίσει την σύμφωνη γνώμη των εταιρειών καυσίμων για την τήρηση των ακόλουθων διαδικασιών που καλύπτουν τον ανεφοδιασμό σε υπόστεγο συντήρησης αεροσκαφών.

Ο ανεφοδιασμός των αεροσκαφών σε υπόστεγο θα πρέπει να γίνεται μόνο με κηροζίνη π.χ. JetA1. Θα πρέπει έξω από το υπόστεγο να υπάρχει όχημα ανεφοδιασμού. Σε περίπτωση απουσίας ενός αυτόματου συστήματος πυροπροστασίας ικανού να αντιμετωπίζει φωτιά καυσίμου εντός του υποστέγου, η πυροσβεστική υπηρεσία του αεροδρομίου θα πρέπει να παρευρίσκεται έξω από το υπόστεγο, με το απαιτούμενο πυροσβεστικό όχημα.

Ο εξαερισμός του υποστέγου θα πρέπει να είναι σε λειτουργία. Το αεροσκάφος θα πρέπει να εφοδιάζεται μόνο με την ελάχιστη ποσότητα καυσίμου που απαιτείται για τον τεχνικό του έλεγχο εντός του υποστέγου. Έτσι αποφεύγεται η δημιουργία ατμών καυσίμων στα εξαεριστικά των δεξαμενών του αεροσκάφους.

Γενικά δε θα πρέπει να καλύπτεται πάνω από το 25% της συνολικής χωρητικότητας των δεξαμενών του.

Ο χειριστής του οχήματος ανεφοδιασμού θα πρέπει να βρίσκεται έξω από το υπόστεγο δίπλα στο όχημα ανεφοδιασμού και σε τέτοια θέση που να επικοινωνεί άμεσα με τον υπεύθυνο, τεχνικό της επισκευαστικής Εταιρείας.

Όλοι οι σωλήνες καυσίμου θα πρέπει να έχουν στεγανούς συνδέσμους σε κάθε σημείο σύνδεσης. Δεν πραγματοποιείται ένωση σωλήνων εντός του υπόστεγου, εκτός των απαραίτητων συνδέσεων προσαρμογής στο αεροσκάφος. Τα αποτελέσματα ελέγχου της πίεσης των σωλήνων θα πρέπει να είναι διαθέσιμα για λεπτομερή εξέταση πρίν από τον ανεφοδιασμό ή την άντληση καυσίμου μέσα στα υπόστεγα.

Ο ανεφοδιασμός αεροσκάφους σε υπόστεγο θα πρέπει να επιτρέπεται σε περιπτώσεις βαθμονόμησης των δεξαμενών καυσίμου του αεροσκάφους ή κατά τη σύνδεση και έλεγχο προωθητικών αντλιών δεξαμενής καυσίμου του αεροσκάφους και άλλων δευτερευουσών εργασιών συναρμολόγησης. Δεν θα πρέπει να επιτρέπονται εργασίες για ελέγχους υπερχείλισης των δεξαμενών, για ελέγχους της βαλβίδας απόρριψης ή για κανονικό ανεφοδιασμό αεροσκάφους.

Σε περίπτωση διαρροής καυσίμου η νομοθεσία προβλέπει άμεση διακοπή του ανεφοδιασμού από το προσωπικό ανεφοδιασμού με χρήση συστημάτων άμεσης διακοπής και ειδοποίηση πρός το πλήρωμα του αεροσκάφους. Ο ανεφοδιαστής και ο επόπτης ασφαλείας ανεφοδιασμού θα πρέπει να ενημερώνουν αμέσως για το συμβάν την Πυροσβεστική του αεροδρομίου και την Αρχή του Αερολιμένα ώστε να διερευνήσουν από κοινού την διαρροή και να αναζητήσουν λύσεις για την αντιμετώπισή της. Κάθε περίπτωση διαρροής θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ξεχωριστά γιατί εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως το μέγεθος και την ένταση της διαρροής, τον τύπο του καυσίμου, τις επικρατούσες συνθήκες, την κλίση του εδάφους κλπ.

Στην περίπτωση άντλησης καυσίμου από αεροσκάφος πρέπει να ενημερώνεται η Αρχή του Αερολιμένα από την Εταιρεία καυσίμου ή τον αντιπρόσωπο της αεροπορικής Εταιρείας. Το αντλούμενο από τις δεξαμενές του αεροσκάφους καύσιμο διοχετεύεται στο βυτίο ενός ανεφοδιαστικού ή σε άλλο κατάλληλο χώρο. Πρίν από την έναρξη της άντλησης πρέπει να λαμβάνεται δείγμα του καυσίμου που περιέχεται στις δεξαμενές του αεροσκάφους από τους κρουνούς αποστράγγισης των δεξαμενών, ώστε να γίνει έλεγχος και ανάλογα με τα αποτελέσματα να αποφασιστεί η τύχη του αντληθέντος καυσίμου. Το αντληθέν καύσιμο δεν πρέπει να επαναδιατίθεται σε άλλο αεροσκάφος εάν δεν ελεγχθεί από την Εταιρεία καυσίμου για την καταλληλότητα επαναχρησιμοποίησής του. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον καθαρισμό της δεξαμενής και του λοιπού εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την διακίνηση και αποθήκευση του αντληθέντος καυσίμου. Η άντληση καυσίμου απαγορεύεται κατά την επιβίβαση ή αποβίβαση των επιβατών στο αεροσκάφος.

Η πραγματοποίηση ανεφοδιασμού αεροσκαφών με καύσιμα από βαρέλια θα επιτρέπεται με την προϋπόθεση ότι η ποσότητα καυσίμου που περιέχεται σε κάθε βαρέλι και μέχρι του ύψους των 7,5cm περίπου από τον πυθμένα αυτού δεν θα διοχετεύεται στο αεροσκάφος, θεωρούμενο ως ακατάλληλο, από άποψη καθαρότητας

από ξένα σωματίδια. Η άντληση του καυσίμου από το βαρέλι θα αρχίζει μετά από αναμονή τουλάχιστον δέκα (10) λεπτών χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται για την «ηρεμία» του καυσίμου ώστε να καθιζάνουν πιθανά ξένα σωματίδια. Η αποθήκευση καυσίμου σε βαρέλια θα μπορεί να επιτρέπεται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση πενήντα μέτρων από τις περιοχές κίνησης αεροσκαφών. Η διαμόρφωση των χώρων, η πυρασφάλεια αυτών και τα χρησιμοποιούμενα συστήματα άντλησης καυσίμου εγκρίνονται από την Διεύθυνση Αερολιμένων της ΥΠΑ. Η Εταιρεία καυσίμου επιπλέον θα πρέπει να μεριμνά για την συνεχή και συστηματική αποψίλωση από ξερά χόρτα του χώρου αποθήκευσης καθώς και περιμετρικά αυτού σε απόσταση 15 μέτρων. Ακόμα θα πρέπει να μεριμνά για την ανάρτηση πινακίδων σε εμφανή σημεία της εγκατάστασης με οδηγίες πρόληψης πυρκαγιάς και τρόπους ενέργειας σε περίπτωση έναρξης πυρκαγιάς, καθώς και σήμανση των θέσεων του πυροσβεστικού υλικού. Εάν απαιτηθεί, μετακίνηση βαρελιών μέχρι του σημείου στάθμευσης του προς ανεφοδιασμό αεροσκάφους, θα πραγματοποιείται από την Εταιρεία καυσίμου ή την αεροπορική Εταιρεία, στην οποία ανήκει το αεροσκάφος ή εκείνη που του παρέχει εξυπηρέτηση εδάφους, με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής μεταφορά τους. Για τον ανεφοδιασμό αεροσκάφους από βαρέλια θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικές αντλίες αντιεκρηκτικού τύπου οι οποίες ανήκουν στην Εταιρεία καυσίμου.

Για τον ανεφοδιασμό των ελικοπτέρων με καύσιμα ισχύει ότι οι επιβάτες δεν θα πρέπει να παραμένουν στο ελικόπτερο κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού εκτός και αν πρόκειται για μεταφορά ασθενή ή οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες πρόκειται να δημιουργήσουν σοβαρότατους κινδύνους κατά την αποβίβασή τους. Εάν λόγω των ανωτέρω περιπτώσεων οι επιβάτες παραμένουν μέσα στο ελικόπτερο κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού, τότε όλες οι κύριες έξοδοι θα πρέπει να είναι διαθέσιμες για άμεση χρήση και η εξωτερική περιοχή γύρω από τις εξόδους καθαρή. Στην περίπτωση που η μοναδική κύρια έξοδος είναι από την ίδια πλευρά που βρίσκονται και τα σημεία ανεφοδιασμού, τότε ο ανεφοδιασμός θα επιτρέπεται με επιβάτες στο ελικόπτερο μόνο όταν τα στροφεία δεν περιστρέφονται και οι κινητήρες είναι σβηστοί.

Σε αεροδρόμια όπου δραστηριοποιούνται αερολέσχες, αεροπορικές σχολές κλπ και δεν διατίθεται από τις Εταιρείες πετρελαιοειδών του αεροδρομίου ο αναγκαίος τύπος καυσίμου για ελαφρά αεροσκάφη με MTOW μικρότερο των 5700kg και υπερελαφρά με MTOW μικρότερο των 495kg, για την αυτοεξυπηρέτηση των και μόνο θα ορίζονται ότι τα καύσιμα για τον ανεφοδιασμό των αεροσκάφων θα μεταφέρονται στα αεροδρόμια με ευθύνη των προμηθευτριών εταιρειών πετρελαιοειδών ή αδειοδοτημένων προς τούτο μεταφορέων. Η μεταφορά του καυσίμου, από τον χώρο παραγωγής μέχρι το αεροδρόμιο θα γίνεται με σφραγισμένα βαρέλια ή σφραγισμένες δεξαμενές ή με σφραγισμένα διαμερίσματα βυτιοφόρων οχημάτων και θα συνοδεύεται από ανάλογα παραστατικά τα οποία πιστοποιούν την ποιότητα του καυσίμου. Οι σφραγίδες θα πρέπει να ανοίγουν στον χώρο αποθήκευσης του αεροδρομίου παρουσία εκπροσώπου τόσο του μεταφορέα όσο και του ανεφοδιαστή. Με ευθύνη του ανεφοδιαστή θα κρατείται ένα λίτρο από το καύσιμο που μόλις παραδόθηκε, θα σφραγίζεται με την μολυβδοσφραγίδα του μεταφορέα και θα παραδίδεται προς φύλαξη στον ανεφοδιαστή.

Τα καύσιμα θα αποθηκεύονται σε χώρους που θα υποδεικνύονται από τον φορέα λειτουργίας του αεροδρομίου. Επιπλέον για τα Κρατικά αεροδρόμια απαιτείται

και η σύμφωνη γνώμη των Διευθύνσεων Δ3 και Δ7. Οι χώροι αποθήκευσης θα απέχουν 50μέτρα από το πλησιέστερα σταθμευμένο αεροσκάφος. Οι συνθήκες αποθήκευσης θα είναι σύμφωνα με τις υποδείξεις της προμηθεύτριας Εταιρείας. Τα καύσιμα μπορούν να αποθηκεύονται σε:
— Πιστοποιημένα ρυμουλκούμενα οχήματα χωρητικότητας έως $2m^3$.
— Αυτοκινούμενα πιστοποιημένα βυτιοφόρα.
— Σε μόνιμες δεξαμενές υπέργειες ή ημιθαμμένες ή υπόγειες.
—Σε βαρέλια τοποθετημένα στο έδαφος ή σε απλό ρυμουλκούμενο όχημα όταν είναι μόνο ένα βαρέλι.

Οι εγκαταστάσεις των δεξαμενών, όπως και τα αντλιοστάσιά τους θα είναι σύμφωνα με τις διατάξεις της Δ3/26080, ΦΕΚ/Β΄/43/1996 κοινής υπουργικής απόφασης και του Νόμου υπ' αριθ. 3325/11−3−2005 ΦΕΚ/Α΄/68/2005. Οι δεξαμενές θα τοποθετούνται σε θέσεις καιαποστάσεις από άλλες δεξαμενές σύμφωνα με την παρ. 2.3 της Δ3/26080 κοινής υπουργικής απόφασης, ΦΕΚ/Β΄/43/1996. Επιπλέον θα είναι τοποθετημένες σε ειδικές λεκάνες ικανές να συλλέξουν όλη την ποσότητα καυσίμου που φέρει η δεξαμενή σύμφωνα με το ΠΔ 44, ΦΕΚ/Α΄/15/1987 παρ. 3.2.4.

Όταν το καύσιμο αποθηκεύεται σε βαρέλια τότε πρέπει ο χώρος αποθήκευσης να διαμορφώνεται κατάλληλα, μέσα σε λεκάνη από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η λεκάνη θα έχει περιφερειακά τοιχώματα ύψους τουλάχιστον 50 εκατοστών. Μέγιστη συνολική επιτρεπόμενη ποσότητα καυσίμου σε βαρέλια θα είναι δύο χιλιάδες (2000) λίτρα. Τα βαρέλια θα αποθηκεύονται πάντα σε πλάγια θέση με το καπάκι στην κάτω μεριά για να αποφεύγεται η εισροή αέρα μέσα στο βαρέλι. Ο χώρος αποθήκευσης των βαρελιών θα σκεπάζεται με κατάλληλο στέγαστρο έτσι ώστε να αποφεύγεται η άμεση έκθεση των βαρελιών στον ήλιο. Η απόσταση τοποθέτησης του χώρου αποθήκευσης των βαρελιών θα είναι τουλάχιστον πενήντα (50) μέτρα μακριά από τη θέση στάθμευσης των αεροσκαφών.

Γενικά θα πρέπει να δίδεται προσοχή στην χρονική διάρκεια αποθήκευσης του καυσίμου. Επειδή τα καύσιμα κατά την φάση της αποθήκευσης τους παρουσιάζουν αλλοιώσεις είναι επιθυμητό η χρονική διάρκεια αποθήκευσης να μην είναι μεγαλύτερη από τους τρεις μήνες. Τα μέτρα πυροπροστασίας για δεξαμενές αποθήκευσης θα πρέπει να είναι αυτά που απαιτούνται από το πιστοποιητικό πυροπροστασίας που εκδίδεται πρός τούτο από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Για περιοχές αποθήκευσης βαρελιών απαιτείται η ύπαρξη τουλάχιστον ενός (1) φορητού πυροσβεστήρα ξηράς σκόνης 12kg και ενός πυροσβεστήρα αφρού τουλάχιστον 12 λίτρα. Όταν το βαρέλι φέρεται σε ρυμουλκούμενο όχημα τότε απαιτείται η ύπαρξη ενός πυροσβεστήρα ξηράς σκόνης 12kg.

Ο ανεφοδιασμός των αεροσκαφών θα γίνεται από άτομα εκπαιδευμένα για ανεφοδιασμό αεροσκαφών από την ΥΠΑ ή από Εταιρεία πετρελαιοειδών, όταν η συνολική ποσότητα καυσίμου που μεταγγίζεται είναι περισσότερη από εξήντα (60) λίτρα. Τον έλεγχο για την εκπαίδευση αυτών ασκεί στα Κρατικά αεροδρόμια η αερολιμενική αρχή και στα μη Κρατικά ο φορέας λειτουργίας του αεροδρομίου. Ο ανεφοδιασμός των αεροσκαφών θα μπορεί να γίνεται από τους χειριστές ή ιδιοκτήτες των αεροσκαφών, όταν η συνολική μεταγγιζόμενη ποσότητα καυσίμου είναι μικρότερη από εξήντα (60) λίτρα. Όταν ο ανεφοδιασμός γίνεται από βυτιοφόρα, ρυμουλκούμενες δεξαμενές και βαρέλια τότε θα γίνεται χρήση κατάλληλων αντλιών αντιεκρηκτικού τύπου και φίλτρων που θα διασφαλίζουν την ποιότητα του μεταγγιζόμενου καυσίμου. Τα αεροσκάφη θα μπορούν να ανεφοδιάζονται με ειδικά

δοχεία μεταφοράς καυσίμου (πιστοποιημένα κατά ADR κάνιστρα) μέσω ειδικής διάταξης σωλήνα και ακροφυσίου και όχι δια της βαρύτητας. Ο ανεφοδιασμός σε αυτή την περίπτωση θα γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος κανονισμού. Είναι απαραίτητη η χρήση ειδικών φίλτρων για την κατακράτηση νερού και μικροσωματιδίων που μπορεί να περιέχονται στο μεταγγιζόμενο καύσιμο. Η διαδικασία ανεφοδιασμού θα είναι σύμφωνη με τα αναφερόμενα στον παρόντα Κανονισμό. Ο χειριστής ή ο ιδιοκτήτης του αεροσκάφους θα είναι ο μοναδικός υπεύθυνος για το είδος του καυσίμου που απαιτείται για τον(-ους) κινητήρα (-ες) του αεροσκάφους και για την απαιτούμενη ποσότητα για την πραγματοποίηση της πτήσης. Οι διαδρομές που θα ακολουθούν τα βυτιοφόρα οχήματα ή τα ρυμουλκούμενα οχήματα για την πραγματοποίηση του ανεφοδιασμού θα είναι ορισμένες για τα Κρατικά αεροδρόμια από τον Αερολιμενάρχη και για τα μη Κρατικά αεροδρόμια από τον Φορέα λειτουργίας του αεροδρομίου.

Ο έλεγχος της ποιότητας του μεταγγιζόμενου καυσίμου στο αεροσκάφος είναι αποκλειστική ευθύνη του ανεφοδιαστή. Κατά την διάρκεια της αποθήκευσης του καυσίμου, ο ανεφοδιαστής θα πρέπει τουλάχιστον μία φορά το τρίμηνο να ελέγχει την ποιότητα του καυσίμου που προσφέρει σύμφωνα με τους ελέγχους που απαιτούνται για το κάθε είδος καυσίμου. Όταν ο χειριστής ή ο ιδιοκτήτης του αεροσκάφους προμηθεύεται ο ίδιος το καύσιμο θα είναι υπεύθυνος και για την ποιότητα του καυσίμου.

Για χρήση καυσίμου προδιαγραφών ASTM D 4814/EN 228 στα αεροσκάφη θα ισχύουν εκτός των ανωτέρω και η απόφαση του Διοικητού ΥΠΑ με αρ. πρωτ: Δ2/ Α/8337/2475/9−3−2005.

Αυτόματα συστήματα ανεφοδιασμού με καύσιμα, όπως ανεφοδιασμός με κάρτα, θα πρέπει να εγκαθίστανται με ευθύνη των εταιριών πετρελαιοειδών, τηρουμένων όλων των μέτρων ασφαλείας που προβλέπονται προς τούτο.

Για δεξαμενές καυσίμου σε αδειοδοτημένα ελικοδρόμια ισχύουν εκτός από τα προαναφερόμενα ισχύουν επιπλέον ότι οι υπόγειες πλήρως καλυμμένες δεξαμενές χωρητικότητας έως 30m^3 θα μπορούν να τοποθετούνται σε απόσταση είκοσι (20) μέτρων από τα όρια της ζώνης ασφαλείας του ελικοδρομίου. Επίσης, όλοι οι άλλοι τύποι δεξαμενών (υπόγειες μεγαλύτερης χωρητικότητας των 30 m^3, ημιθαμμένες και υπέργειες) θα τοποθετούνται σε απόσταση τουλάχιστον σαράντα (40) μέτρων από όρια της ζώνης ασφαλείας του ελικοδρομίου, εκτός αν συμφωνείται με την Διεύθυνση Αερολιμένων (Δ3) η κατασκευή προστατευτικών τοιχίων ή άλλων προστατευτικών διατάξεων μετά από μελέτη εκτίμησης κινδύνου.

Ο χώρος αποθήκευσης βαρελιών θα βρίσκεται σεαπόσταση 15m εάν το καύσιμο που φέρουν είναι κατηγορίας ΙΙ και 25m εάν το καύσιμο είναι κατηγορίας Ι από τα όρια της ζώνης ασφαλείας. Σε κάθε περίπτωση η ΥΠΑ με απόφαση της θα επιβάλλει εάν απαιτείται την κάλυψη των βαρελιών με στέγαστρο από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Απαγορεύεται η δημιουργία χώρων αποθήκευσης καυσίμων σε έδαφος που βρίσκεται μέσα στις περιοχές προσέγγισης−απογείωσης ελικοπτέρων.

Σύμφωνα με ειδικές διατάξεις, οι ιδιοκτήτες των υπερ ελαφρών αεροσκαφών, των οποίων πιθανή βλάβη του κινητήρα δύναται να οδηγήσει σε μερική ή ολική απώλεια ισχύος, συμβάν το οποίο αποτελεί αποδεκτό κίνδυνο, μπορούν να προμηθεύονται καύσιμο και από πρατήρια βενζίνης εκτός του αεροδρομίου. η διακίνηση καυσίμου μέσα στο αεροδρόμιο θα γίνεται με ειδικά δοχεία καυσίμου (πιστοποιημένα κατά ADR κάνιστρα) μεγίστου όγκου ανά μεταφορά τριάντα (30) λίτρων. Όταν ένα ελικόπτερο προσγειωθεί σε χώρο εκτός αεροδρομίου και χρήζει ανεφοδιασμό με καύσιμα τότε η διακίνηση του καυσίμου, μέχρι τον χώρο στάθμευσης του ελικοπτέρου, καθώς και ο ανεφοδιασμός του ελικοπτέρου θα γίνεται σύμφωνα με τα προαναφερόμενα.

Ο κανονισμός ανεφοδιασμού εφαρμόζεται σε όλα τα αεροδρόμια της χώρας που δέχονται πτήσεις πολιτικών αεροσκαφών. Για κάθε αεροδρόμιο που θα λειτουργήσει μετά την έγκριση εφαρμογής του παρόντος κανονισμού, η τήρηση των απαιτήσεων του αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την έκδοση άδειας λειτουργίας του. Η τήρηση του κανονισμού αυτού είναι απαραίτητη και αποτελεί μέρος του Εγχειριδίου Λειτουργίας Αεροδρομίου (ΕΛΑ) για την πιστοποίηση των αεροδρομίων. Επιβολή ποινών για τη μη τήρηση άρθρων του παρόντος κανονισμού γίνεται σύμφωνα με τις Αερολιμενικές Διατάξεις

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Κατόπιν εντατικών εργαστηριακών ερευνών με αφορμή το ατύχημα της πτήσης TWA-800 το 1996, διαπιστώθηκε ότι μια έκρηξη σε δεξαμενή καυσίμου Α/Φ έχει αρκετές πιθανότητες να λάβει χώρα εάν συνυπάρξουν εντός αυτής: επαρκή ποσότητα οξυγόνου, εύφλεκτη ουσία (αναθυμιάσεις αεροπορικού καυσίμου) και μια πηγή ανάφλεξης.

Η FAA έχει δηλώσει ότι υπήρξαν τέσσερις εκρήξεις δεξαμενών καυσίμου κατά τα προηγούμενα 16 χρόνια - δύο στο έδαφος και δύο στον αέρα ενώ από το 1959 μέχρι και σήμερα, 18 περιστατικά εκρήξεων δεξαμενών καυσίμου σε επιβατικά αεροσκάφ, έχουν λάβει χώρα.

Με βάση αυτό το στατιστικό στοιχείο και την εκτίμηση της FAA ότι μια τέτοια έκρηξη θα μπορούσε να συμβεί κάθε 60 εκατομμύρια ώρες του χρόνου πτήσης, περίπου 9 τέτοιες εκρήξεις θα συμβούν κατά πάσα πιθανότητα μέσα στα επόμενα 50 χρόνια. Εκτιμάται ότι τα συστήματα για την αδρανοποίηση δεξαμενών, θα αποτρέψουν πιθανώς 8 από αυτές τις 9 πιθανές εκρήξεις.

Επειδή όμως «Κάλλιον το προλαμβάνειν ή το θεραπεύειν»(Ιπποκράτης, 460-377 π.Χ), οι αρμόδιες ανά τον κόσμο υπηρεσίες πολιτικής αεροπορίας σε συνεργασία με τις κατασκευάστριες εταιρείες αεροσκαφών, καθιέρωσαν ένα αυστηρότερο νομοθετικό πλαίσιο για την πρόληψη ατυχημάτων που σχετίζονται με δεξαμενές καυσίμων Α/Φ, επέβαλαν τον επανασχεδιασμό συστημάτων, υποσυστημάτων και καλωδιώσεων που θεωρούνται «κρίσιμα» για την ασφάλεια των δεξαμενών καυσίμων και την αποτροπή εκρήξεων, επανακαθόρισαν τα χρονικά διαστήματα επιθεώρησης

αυτών και επαναπροσδιόρισαν το είδος και την έκταση των εργασιών συντήρησης και επισκευής των ανωτέρω.

Τέλος, εισήγαγαν ως απαραίτητη την ενημέρωση και την διαρκή επανεκπαίδευση/επαναπιστοποίηση του προσωπικού που σχετίζεται με την κατασκευή, τη συντήρηση και τον ανεφοδιασμό των Α/Φ, σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους που ελλοχεύουν ως απόρροια των ελλείψεων μέτρων ασφαλείας και της άγνοιας κινδύνου.

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- Α/Φ = Αεροσκάφος
- ΥΠΑ = Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας
- Η.Π.Α = Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
- FAA = FederalAviationAdministration = Αμερικάνικη Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας
- EASA = EuropeanAviationSafetyAgency = Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας
- NTSB = NationalTransportationSafetyBoard = Αμερικανικό Εθνικό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών
- TWA = TransWorldAirlines = Πρώην Ιδιωτική Αεροπορική εταιρεία με βάση τις Η.Π.Α
- CWT = CenterWingTank = Κεντρική Δεξαμενή Καυσίμου Α/Φ
- FQIS = FuelQuantityIndicatingSystem = Σύστημα Ανίχνευσης Στάθμης Καυσίμου
- AFSSP = Aircraft Fuel System Safety Program
- FTIS = Fuel Tank Inerting System = ΣύστημαΑδρανοποίησηςΔεξαμενήςΚαυσίμου (Airbus)
- NGS = Nitrogen Generating System = ΣύστημαΠαραγωγήςΑζώτου (Boeing)
- ADIRU = Air Data Intertial Reference Unit = ΑδρανειακήΗλεκτρονικήΜονάδαΠαροχήςΔεδομένων
- IGGS = Inert Gas Generating System = Σύστημα Παροχής Αδρανειακού Αερίου
- NEA = Nitrogen Enriched Air = ΑέραςΕμπλουτισμένοςμεΆζωτο
- OEA = OxygenEnrichedAir = Αέρας Εμπλουτισμένος με Οξυγόνο
- PPE = Personal Protective Equipment = ΠροσωπικόςΠροστατευτικόςΕξοπλισμός

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Airbus Maintenance Manual, 2016
- Airbus A320 (V2500) General Familiarization Manual, 2016
- Boeing Maintenance Manual, 2016
- «Fuel Tank Safety Awareness», Lufthansa Technical Training
- «Aviation Fuels Technical Review», Chevron Corporation, 2004
- Materials & Hardware Handbook, HATA Editions, 2010
- Maintenance Practices in Aviation Handbook, HATA Editions, 2010
- Οδηγία AC 120-97A, FAA, 2012
- Οδηγία AC 120-98A, FAA, 2012
- Wikipedia
- Internet