



**ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ & ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΤΗΣΕΩΝ**

**ΠΟΡΙΣΜΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ
ΤΟΥ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ SX-HVP
ΣΤΗΝ ΝΗΣΟ ΚΥΘΟΝΟ
ΤΗΝ 11^η ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2008**

ΑΡ. ΠΟΡΙΣΜΑΤΟΣ 03/2010



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΤΗΣΕΩΝ
(ΕΔΑΑΠ)**



**ΠΟΡΙΣΜΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ
ΤΟΥ ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟΥ SX-HVP
ΣΤΗΝ ΝΗΣΟ ΚΥΘΟΝΟ
ΤΗΝ 11^η ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2008**

03 / 2010

**ΠΟΡΙΣΜΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ
03 / 2010**

**Ατύχημα ελικοπτήρου SX-HVP στην Νήσο Κύθνο
την 11^η Αυγούστου 2008**

Η Διερεύνηση του ατυχήματος που διενεργήθηκε από την Επιτροπή Διερεύνησης Ατυχημάτων και Ασφάλειας Πτήσεων, σύμφωνα με:

- Το ANNEX 13
- Τον Νόμο 2912/2001
- Την Ευρωπαϊκή Οδηγία 94/56

Ο μοναδικός σκοπός της διερεύνησης είναι η πρόληψη παρομοίων ατυχημάτων στο μέλλον.

Η Επιτροπή Διερεύνησης Ατυχημάτων και Ασφάλειας Πτήσεων

Πρόεδρος

Κυβ/της Α. Τσολάκης

Μέλη

Γ. Κυριακόπουλος
Δικηγόρος, Δ.Ν.

Η. Νικολαΐδης
Κυβερνήτης

Τρ. Τσιτινίδης
Αεροναυπηγός Μηχανικός

Γραμματέας: Ι. Παπαδόπουλος

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
1 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ.....	2
1.1 Ιστορικό της Πτήσης	2
1.2 Τραυματισμοί Προσώπων	4
1.3 Ζημιές Αεροσκάφους	4
1.4 Άλλες Ζημιές	4
1.5 Πληροφορίες Χειριστού.....	4
1.6 Πληροφορίες Ε/Π.....	5
1.7 Μετεωρολογικές πληροφορίες.....	5
1.8 Αεροναυτιλιακά Βοηθήματα	5
1.9 Επικοινωνίες	5
1.10 Πληροφορίες Χώρου Προσγείωσης	6
1.11 Καταγραφείς	6
1.12 Πληροφορίες Συντρυμμάτων και Πρόσκρουσης.....	6
1.13 Ιατρικές Πληροφορίες	7
1.14 Πυρκαγιά.....	7
1.15 Διαδικασίες Επιβίωσης.....	7
1.16 Δομικές Έρευνες	7
1.17 Οργανωτικές και Διοικητικές Πληροφορίες.....	10
1.18 Συμπληρωματικές Πληροφορίες.....	10
1.19 Χρήσιμες ή Αποτελεσματικές Τεχνικές Διερεύνησης.....	12
2 ΑΝΑΛΥΣΗ.....	12
3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	14
3.1 Διαπιστώσεις.....	14
3.2 Αίτια	15
3.3 Συμβάλλοντες Παράγοντες	16

ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΟΜΕΝΟΣ : **AMANTA ΑΚΙΝΗΤΑ Α.Ε.**
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ : **ΠΕΙΡΑΙΩΣ LEASING Α.Ε.**
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : **ROBINSON**
ΤΥΠΟΣ : **R-44 CLIPPER II**
ΕΘΝΙΚΟΤΗΤΑ : **ΕΛΛΗΝΙΚΗ**
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΗΟΛΟΓΗΣΕΩΣ : **SX-HVP**
ΤΟΠΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ : **ΒΟΡΕΙΟ-ΔΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΛΙΑ ΤΗΣ Ν.
ΚΥΘΝΟΥ**
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ & ΩΡΑ : **11.08.2008 / 16:20 h**
ΣΗΜΕΙΩΣΗ : **Οι χρόνοι είναι τοπικοί
(τοπική ώρα = UTC + 3 h)**

Περίληψη

Την 11.08.08 κατά την πτήση του ελικοπτέρου (ε/π) SX-HVP από την νήσο Κύθνο για το Κορωπί Αττικής, ο χειριστής αυτού αντιμετώπισε πτώση της ισχύος του κινητήρα και αποφάσισε λόγω του ούριου ανέμου που θα είχε και της μικρής απόστασης από την Κύθνο, επιστροφή και προσγείωση σ' αυτή.

Πλησιάζοντας την ΒΔ ακτή της Κύθνου με την ταχύτητα να μειώνεται και ενώ προσπαθούσε να πάρει το μέγιστο της ισχύος του κινητήρα, οι στροφές του κύριου στροφείου έπεσαν στο 95% και άρχισε να ηχεί η σειρήνα ειδοποίησης πτώσης στροφών. Προκειμένου να διατηρήσει τις στροφές πάνω από το 95% και να συνεχίσει το ελικόπτερο να ίπταται, ο χειριστής κατέβασε το συλλογικό χειριστήριο και κατολισθαίνοντας, έφθασε στην ακτή όπου επιχείρησε αναγκαστική προσγείωση. Η επαφή με το έδαφος δεν ήταν αρκούντως ομαλή και το ελικόπτερο υπέστη σοβαρές ζημιές. Οι επιβαίνοντες δεν τραυματίστηκαν.

Η ΕΔΑΑΠ ενημερώθηκε αυθημερόν για το ατύχημα και με το ΕΔΑΑΠ/1169/12.08.09 έγγραφο ορίστηκε ομάδα διερεύνησης με επικεφαλής τον διερευνητή Παπαδόπουλο Ιωάννη και μέλη τους Καλαμπαλίκη Νικόλαο χειριστή ελικοπτέρων και Ρούσσινο Διονύσιο μηχανικό α/φ.

1 Πραγματικά Γεγονότα

1.1 Ιστορικό της Πτήσης

Την 11:00 h της 11.08.08 το ε/π SX-HVP με επιβαίνοντες τον χειριστή αυτού και άλλα δύο άτομα, απογειώθηκε από την νήσο Πάρο με προορισμό το Κορωπί Αττικής. Πριν την αναχώρηση, τα καύσιμα του ε/π συμπληρώθηκαν με ποσότητα 30 L Avgas 100LL που ελήφθη από βαρέλι που είχε μεταφέρει ο χειριστής στην Πάρο.

Πλησιάζοντας την Κύθνο αποφασίστηκε να προσγειωθούν εκεί για φαγητό. Για την αλλαγή του σχεδίου πτήσης και την προσγείωση τους στην Κύθνο ενημερώθηκε τηλεφωνικά το Reporting Office. Μετά από παρέλευση τριών ωρών κατετέθη τηλεφωνικά νέο σχέδιο πτήσης για Κορωπί και στις 16:00 h το ε/π απογειώθηκε. Της απογείωσης προηγήθηκαν όλοι οι προβλεπόμενοι έλεγχοι με κανονικά αποτελέσματα. Ύστερα από πτήση διάρκειας δέκα λεπτών και ενώ ευρίσκοντο περίπου 5 nm βόρεια της Κύθνου, ο χειριστής αντιλήφθηκε ότι με την υπάρχουσα ισχύ δεν είχε την αναμενόμενη ταχύτητα. Αρχικά το απέδωσε στον Βόρειο άνεμο που έπνεε στην περιοχή, αλλά στην συνέχεια, παρατηρώντας την πίεση εισαγωγής να κυμαίνεται από 21 inHg έως 24 inHg και την ταχύτητα να ελαττώνεται περαιτέρω, αποφάσισε, λόγω του ούριου ανέμου που θα είχε και της μικρής απόστασης από την νήσο Κύθνο, να επιστρέψει σ' αυτή και να προσγειωθεί στο χώρο από τον οποίο απογειώθηκε στη πόλη Κύθνος η οποία απέχει από τις ΒΔ ακτές περίπου 5,5 km.

Κατά την επιστροφή, αν και χρησιμοποιείτο όλη η ισχύς του κινητήρα (πίεση εισαγωγής πάνω από 25 inHg), η ταχύτητα συνέχιζε να ελαττώνεται και ο χειριστής προκειμένου να την διατηρήσει πάνω από 65 kt, άρχισε ελαφρά κάθοδο από το ύψος των 1000 ft. Πλησιάζοντας τις ακτές και αντιλαμβανόμενος ότι δεν θα ήταν δυνατό να φθάσει στο χώρο απογείωσης άρχισε να ψάχνει για χώρο κατάλληλο για προσγείωση στην ακτή.

Το ελικόπτερο ήταν εφοδιασμένο με πλωτήρες τους οποίους θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει για προσθαλάσωση, αλλά ο χειριστής αν και τους είχε οπλισμένους, προσπαθούσε να αποφύγει όσο το δυνατό περισσότερο την ανάπτυξη τους διότι θα προσέθεταν αντίσταση και θα επιβάρυναν την κατάσταση.

Αν και οι ΒΔ ακτές της Κύθνου είναι βραχώδεις και απόκρημνες, ο χειριστής εντόπισε μπροστά του ένα κολπίσκο με μικρό επίπεδο χώρο που θα επέτρεπε ασφαλή προσγείωση. Κατευθυνόμενος προς αυτόν και σε ύψος 500 ft ενώ η ταχύτητα είχε μειωθεί στους 60 kt με πίεση εισαγωγής πάνω από 25 inHg, ακούστηκε ο

προειδοποιητικός ήχος πτώσης στροφών του κύριου στροφείου. Προκειμένου να διατηρηθούν οι στροφές πάνω από 95% και να συνεχίσει το ε/π να ίπταται, ο χειριστής κατέβασε το συλλογικό χειριστήριο και άρχισε κατολίσθηση. Με τον βαθμό κατολίσθησης που επιτεύχθηκε το ε/π έφθασε μέχρι την ακτή, στον επιλεγέντα για προσγείωση χώρο σε απόσταση 30 m από την θάλασσα και έκανε προσπάθεια για ανακοπή της κατολίσθησης και προσγείωση. (φωτ. 1)



Φωτ. 1 Χώρος Αναγκαστικής Π/Γ

Η κατολίσθηση δεν κατέστη δυνατόν να ανακοπεί πλήρως και το ε/π ήλθε σε επαφή με το έδαφος “βαριά”. Αποτέλεσμα αυτού ήταν να χτυπήσει το εμπρός μέρος του ε/π στο έδαφος, και καθώς το συλλογικό χειριστήριο στην προσπάθεια ανακοπής του βαθμού καθόδου είχε τραβηχτεί περισσότερο από ότι επέτρεπε η μειωμένη ισχύς του κινητήρα, οι πτέρυγες του στροφείου να υποστούν απώλεια στήριξης, να κατέλθουν, να χτυπήσουν το ουραίο τμήμα του ε/π και να το αποκόψουν και το ε/π να περιστραφεί περίπου 45° αριστερά και να ακινητοποιηθεί.

Ο χειριστής έκλεισε την παροχή καυσίμων έβγαλε τους συνεπιβαίνοντες έξω από το ε/π και αφού βεβαιώθηκε ότι είναι ασφαλείς και δεν είχε τραυματισθεί κανείς ενημέρωσε τηλεφωνικά για το ατύχημα.

1.2 Τραυματισμοί Προσώπων

Τραυματισμοί	Πλήρωμα	Επιβάτες/άλλοι
Θανάσιμοι	---	---
Σοβαροί	---	---
Ελαφροί / Κανείς	-- / 01	-- / 02

1.3 Ζημιές Αεροσκάφους

Το ουραίο τμήμα του ε/π (Tail boom) αποκόπηκε και αποσπάστηκε από το ε/π. Από το χείλος εκφυγής των πτερύγων του κύριου στροφείου αποσπάστηκαν μεγάλα τμήματα. Η καλύπτρα του θαλάμου διακυβέρνησης αποσπάστηκε από τις επιφάνειες έδρασής της. Το εμπρός και κάτω από τον θάλαμο διακυβέρνησης τμήμα του ε/π έφερε χτυπήματα και στρεβλώσεις. Οι οριζόντιοι δοκοί των πέδινων π/γ του ε/π είχαν στρεβλώσει.

1.4 Άλλες Ζημιές

Δεν προκλήθηκαν άλλες ζημιές.

1.5 Πληροφορίες Χειριστού

Άνδρας ηλικίας 29 ετών.

Πτυχία : Επαγγελματία Χειριστή Στροφειοπτέρων που εκδόθηκε από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας της Ελλάδας.

Επαγγελματία Χειριστή Στροφειοπτέρων που εκδόθηκε από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (FAA) των ΗΠΑ

Ικανότητες επί τύπου : K1 σε R 22, R44, EC130 B4 με ισχύ έως την 22.03.09

Ειδικότητες : Εκπαιδευτή πτήσεων με ισχύ έως την 05.06.10

Πιστοποιητικό Υγείας : JAR-FCL 3, Τάξη 1 και 2 σε ισχύ μέχρι την 08.05.09 και 08.05.10 αντίστοιχα.

Πτητική εμπειρία : Συνολική 1656 h. Στον τύπο 500 h εκ των οποίων τις 100 h με το συγκεκριμένο ε/π.

1.6 Πληροφορίες Ε/Π

Κατασκευαστής	: ROBINSON
Τύπος	: R 44 CLIPER II
Αριθμ σειράς	: 10389
Πιστοποιητικό νηολόγησης	: Εγγεγραμμένο στα μητρώα α/φ Ελληνικού νηολογίου με αύξ. αριθμ 754 και στοιχεία νηολόγησης SX-HVP
Πιστοποιητικό αξιοπλοίας	: Εκδοθέν από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας σε ισχύ μέχρι την 29.07.09
Σύνολο ωρών λειτουργίας από κατασκευής	: 635:36 h
Κινητήρας	: LYCOMING
Τύπος	: IO - 540 – AEIA 5
Σύνολο ωρών λειτουργίας από κατασκευής	: 635:36 h

Η συντήρηση του ε/π γινόταν από εξουσιοδοτημένο κατά EASA PART 145 οργανισμό συντήρησης. Η τελευταία 50ωρη επιθεώρηση έγινε την 29.07.08 σε 627:26 h λειτουργίας σκάφους και κινητήρα. Κατά την επιθεώρηση σύμφωνα με τις καταγραφές του οργανισμού συντήρησης, εκτός των άλλων εργασιών, έγινε και αντικατάσταση ενός εκ των δώδεκα σπινθηριστών του κινητήρα. Από την ανωτέρω ημερομηνία μέχρι την ημέρα του ατυχήματος το ε/π λειτούργησε 08:24 h.

1.7 Μετεωρολογικές πληροφορίες

Σύμφωνα με τα METAR των πλησιέστερων στην ν. Κύθνο μετεωρολογικών σταθμών (Λαυρίου και Σύρου) ο άνεμος ήταν Βόρειος έντασης 12 kt.

1.8 Αεροναυτιλιακά Βοηθήματα

Δεν έχει εφαρμογή.

1.9 Επικοινωνίες

Δεν έχει εφαρμογή.

1.10 Πληροφορίες Χώρου Προσγείωσης

Ο χειριστής, κατά την επιστροφή του προς την Κύθνο, αν και οι ΒΔ ακτές της Κύθνου είναι βραχώδεις και απόκρημνες, εντόπισε στην εκβολή μικρού χείμαρου, ανάμεσα σε δύο πλαγιές σε απόσταση 30 μέτρων από την θάλασσα, χώρο ($37^{\circ}25'49''\text{N} - 024^{\circ}22'32''\text{E}$) επίπεδο απαλλαγμένο από εμπόδια, κατάλληλο για προσγείωση και εκεί επιχείρησε την προσγείωση.

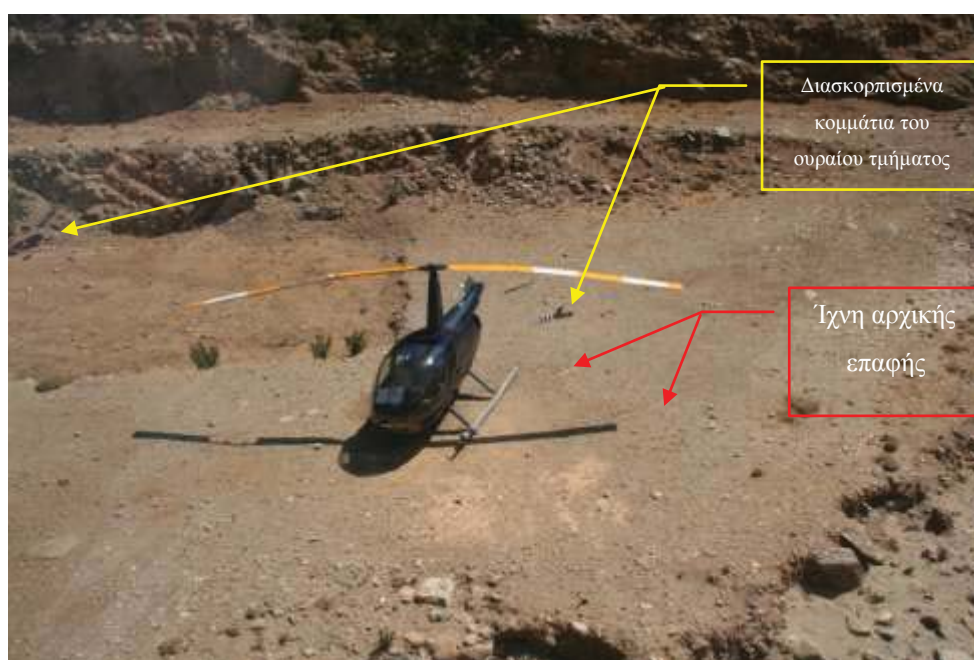
1.11 Καταγραφείς

Δεν έχει εφαρμογή

1.12 Πληροφορίες Συντριμμάτων και Πρόσκρουσης

Η προσπάθεια που έγινε από τον χειριστή για ανακοπή της κατολίσθησης κατά την π/γ δεν έφερε αποτέλεσμα διότι η ισχύς που είχε ο κινητήρας δεν ήταν αρκετή. Αντιθέτως το τράβηγμα του συλλογικού χειριστηρίου με την μειωμένη ισχύ του κινητήρα είχε σαν αποτέλεσμα την απώλεια στήριξης των πτερυγίων του κύριου στροφείου και την πρόσκρουση αυτών επί του ουραίου τμήματος το οποίο και απέκοψαν.

Τμήματα του ουραίου τμήματος του ε/π διασκορπίστηκαν σε απόσταση 20 m από αυτό. (φωτ. 2)



Φωτ. 2

1.13 Ιατρικές Πληροφορίες

Δεν έχει εφαρμογή.

1.14 Πυρκαγιά

Δεν έχει εφαρμογή.

1.15 Διαδικασίες Επιβίωσης

Μετά την π/γ ο χειριστής έκλεισε καύσιμα και ηλεκτρικά συστήματα, αποβίβασε τους επιβαίνοντες και αφού βεβαιώθηκε ότι δεν υπάρχει κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς, τηλεφωνικά ενημέρωσε το FIC.

1.16 Δομικές Έρευνες

1.16.1 Κύλινδρος

Κατά την εξέταση του ε/π στον τόπο του ατυχήματος διαπιστώθηκε ότι ο Νο 2 κύλινδρος δεν είχε συμπίεση και υπήρχαν έλαια στο σύστημα εισαγωγής των άλλων κυλίνδρων.

Μετά την μεταφορά του ε/π σε οργανισμό συντήρησης α/φ και το άνοιγμα του κινητήρα διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Εμφανή σημάδια υπερθέρμανσης των περυγίων ψύξης του Νο. 2 κυλίνδρου σε συγκεκριμένη περιοχή (φωτ. 3).



Φωτ. 3

- Εκτεταμένες φθορές και αλλοιώσεις στην άκρη της κεφαλής του εμβόλου (πιστόνι) του Νο. 2 κυλίνδρου [τήξη τμήματος της περιφέρειας σε όλο το πάχος της κεφαλής και διάτρηση αυτής σε ένα σημείο (termite hole)) Ανομοιόμορφη εναπόθεση ανθρακώσεων και επικάθηση υλικών τήξης στο αντίστοιχο τμήμα της κεφαλής του εμβόλου(φωτ. 4).



Φωτ. 4

- Αλλοίωση και θραύση των ελατηρίων απόξεσης και λίπανσης, λόγω τήξης, στην ίδια περιοχή της διάτρησης της κεφαλής και παραμόρφωση του ελατηρίου στεγανοποίησης (φωτ. 5).



Φωτ. 5

- Επικάθηση υλικού τήξης στην κεφαλή και περιφερειακά του θαλάμου καύσης και συγκέντρωση ανθρακώσεων στην κεφαλή του θαλάμου καύσης στην ίδια περιοχή που υπάρχουν και στην κεφαλή του εμβόλου (φωτ 6, 7 και 8).



Φωτ. 6



Φωτ. 7



Φωτ. 8

- Επικάθηση υλικού τήξης στις βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής (φωτ. 9)



Φωτ. 9α



Φωτ. 9β



Φωτ. 9γ

- Θραύση της μίας ακίδας ενός σπινθηριστή του Νο 2 κυλίνδρου (φωτ. 10) και ίχνη ελαίου και κακής καύσης στους υπόλοιπους σπινθηριστές.



Φωτ. 10

Περαιτέρω εργαστηριακές εξετάσεις που έγιναν στις εγκαταστάσεις του ΕΤΗΜ/ΔΑΕ της Π.Α. επιβεβαίωσαν, ότι οι φθορές της κεφαλής του εμβόλου, η αλλοίωση και η

θραύση των ελατηρίων απόξεσης και λίπανσης και η παραμόρφωση του ελατηρίου στεγανοποίησης οφείλονται στην επίδραση υψηλής θερμοκρασίας που προκάλεσε τοπικά τήξη και απόσπαση του υλικού. Η χημική ανάλυση σε Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης Jeol 6300 εξοπλισμένο με Φασματοφωτόμετρο Διασποράς Ενέργειας (SEM-EDS) των επικαθήσεων, έδειξε ότι όλες οι επικαθήσεις είναι συστάσεως Αλουμινίου – Πυριτίου – Μαγνησίου με ίχνη Χαλκού. Το υλικό της κεφαλής του εμβόλου είναι κράμα Αλουμινίου – Πυριτίου – Μαγνησίου με ίχνη Χαλκού και επομένως οι επικαθήσεις προέρχονται από την τήξη υλικού της κεφαλής του εμβόλου. Στις επικαθήσεις στην περιοχή των βαλβίδων παρουσιάζεται και Μόλυβδος, πιθανώς προερχόμενος από το καύσιμο.

1.16.2 Καύσιμο

Δείγμα καυσίμου ελήφθη από το ε/π στον τόπο του ατυχήματος. Το πόρισμα της εργαστηριακής εξέτασης αυτού, που έγινε στις εγκαταστάσεις της Πολεμικής Αεροπορίας αναφέρει ότι “κρίνεται ακατάλληλο λόγω της τιμής που βρέθηκε κατά την απόσταξη του 10% κατ’ όγκο του καυσίμου (ευρεθείσα τιμή 76 με μέγιστη προβλεπόμενη 75) και της τάσης των ατμών (ευρεθείσα τιμή 5,2 με προβλεπόμενη 5,5 έως 7,1) για τις εκτελεσθείσες εργαστηριακές δοκιμές σύμφωνα με υπάρχουσα εργαστηριακή υποδομή.”

1.17 Οργανωτικές και Διοικητικές Πληροφορίες

Δεν έχει εφαρμογή.

1.18 Συμπληρωματικές Πληροφορίες

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία¹, η ανάφλεξη στο θάλαμο καύσης ποτέ δεν είναι τέλεια. Ένα οριακό στρώμα (boundary layer) από το μείγμα αέρας-καύσιμο που ψεκάζεται στον θάλαμο δεν αναφλέγεται και λειτουργεί σαν μονωτικό ανάμεσα στα μεταλλικά μέρη του θαλάμου καύσης και του διαδιδόμενου θερμού κύματος πίεσης που δημιουργείται από την καύση. Το οριακό αυτό στρώμα έρχεται σε επαφή με τις

¹ Piston deposits as precursors of Pre-ignition in Continental and Lycoming Aircraft Engines (<http://www.sacskyranch.com/deton.htm>)

μεταλλικές επιφάνειες του θαλάμου καύσης, των οποίων η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλότερη από την θερμοκρασία ανάφλεξης του μείγματος αέρα – καυσίμου και καθώς η θερμοκρασία του είναι σχεδόν ίδια με την θερμοκρασία των μετάλλων επί των οποίων επικάθεται, λειτουργεί σαν μονωτικό αποτρέποντας την απ' ευθείας επαφή των μετάλλων με την φλόγα. Εάν το θερμό κύμα πίεσης έπεφτε απ' ευθείας στο αλουμίνιο του εμβόλου θα προκαλούσε την τήξη του. Τοιουτοτρόπως με την μόνωση που δημιουργείται από το οριακό στρώμα, ενώ η θερμοκρασία εξαγωγής φθάνει τους 1600° F ,το αλουμίνιο του εμβόλου παραμένει άθικτο, αν και το αλουμίνιο τήκεται στους 1380° F.

Κατά την λειτουργία του κινητήρα, με την πάροδο του χρόνου εναποθέσεις καυσίμου που δεν έχει υποστεί καύση ή έχει υποστεί μερική καύση, προκαλούν κατά καιρούς σημαντικές αναπτύξεις εναποθέσεων άνθρακος. Η ποσότητα και η θέση επικάθησης των εναποθέσεων άνθρακος, που συνήθως έχουν ομοιόμορφη υφή και κατανομή, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως για να ονομάσουμε μερικούς, ο σχεδιασμός του θαλάμου καύσης, η κατανομή του καυσίμου, η διύλιση των κλασμάτων του καυσίμου στους αγωγούς εισαγωγής που προκαλεί διαχωρισμό ελαφρών και βαρέων υπολειμμάτων και εισαγωγή των σε διαφορετικούς κυλίνδρους, η θέση που τίθενται τα στοιχεία ισχύος, ο τύπος του καυσίμου, η κατανάλωση ελαίου. Εάν το μείγμα αέρα - καυσίμου προαναφλεγεί από ένα ζεστό σημείο του θαλάμου καύσης και τέτοιο ζεστό σημείο μπορεί να αποτελέσουν οι εναποθέσεις άνθρακος, πριν δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες (πίεση – θερμοκρασία) έχουμε την έκρηξη του μείγματος (detonation). Η σχεδόν ακαριαία ανάφλεξη που δημιουργείται κατά την έκρηξη, προκαλεί ένα ξαφνικό δυνατό κύμα πίεσης που προσκρούει στον θάλαμο καύσης και την επιφάνεια του εμβόλου και διασκορπίζει το οριακό στρώμα του μείγματος αέρα – καυσίμου που είναι κοντά στις μεταλλικές επιφάνειες του θαλάμου με το ζεστό σημείο. Χωρίς την προστασία του οριακού στρώματος οι από αλουμίνιο επιφάνειες του εμβόλου είναι εκτεθειμένες στην φλόγα της ανάφλεξης η οποία τελικά προκαλεί την τήξη τους. Η τήξη συνήθως συμβαίνει στην άκρη της κεφαλής του εμβόλου που εφάπτεται στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Αν η διάρκεια των εκρήξεων είναι παρατεταμένη η θερμοκρασία που αναπτύσσεται προκαλεί τήξη όλου του πάχους της κεφαλής προκαλώντας οπή (termite hole, φωτ. 11).



Φωτ. 11

1.19 Χρήσιμες ή Αποτελεσματικές Τεχνικές Διερεύνησης

Δεν έχει εφαρμογή.

2 Ανάλυση

Η πτήση από Πάρο για Κύθνο, σύμφωνα με όσα δήλωσε ο χειριστής του ε/π, διεξήχθη κανονικά χωρίς κανένα πρόβλημα όπως και ο έλεγχος που έγινε πριν την αναχώρηση από την Κύθνο.

Αν οι παρατηρήσεις και οι δηλώσεις του χειριστού είναι ακριβείς, η αύξηση της θερμοκρασίας στον κύλινδρο Νο 2 και η τήξη της κεφαλής του εμβόλου προέκυψε μετά την απογείωση από την Κύθνο. Οι ανθρακώσεις που υπήρχαν, σύμφωνα με τα ευρήματα, στο τμήμα της κεφαλής που υπέστη τήξη δημιουργήθηκαν σταδιακά και με την πάροδο του χρόνου. Αυτές αποτέλεσαν το ζεστό σημείο που χρειάζεται στον θάλαμο καύσης για να προαναφλεγεί το μείγμα και να προκληθεί έκρηξη. Η έκρηξη κατέστρεψε το οριακό στρώμα του μείγματος που θα κάλυπτε και θα μόνωνε από την θερμοκρασία του αναφλεγόμενου μείγματος, το τμήμα της κεφαλής που υπήρχαν οι ανθρακώσεις. Χωρίς την ανωτέρω προστασία, η θερμοκρασία στην συγκεκριμένη περιοχή αυξανότανε έως ότου άρχισε η τήξη της αλουμινένιας επιφάνειας της κεφαλής του εμβόλου και η παραμόρφωση του σχήματος της περιφέρειας στη περιοχή αυτή. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε οπή σε αυτό το σημείο και αλλοίωση και θραύση των ελατηρίων απόξεσης και λίπανσης και παραμόρφωση του ελατηρίου

στεγανοποίησης. Επακόλουθο ήταν η εισχώρηση ελαίων λίπανσης στον θάλαμο καύσης του Νο 2 κυλίνδρου, τα οποία πέρασαν στον αγωγό εισαγωγής και απορροφήθηκαν από τους άλλους κυλίνδρους μέσω των αγωγών εισαγωγής των, γεγονός που αποδεικνύεται από την εύρεση ελαίου στους σπινθηριστές των υπολοίπων κυλίνδρων και το σύστημα πολλαπλής εισαγωγής.

Αναφορικά με την ακίδα του ενός σπινθηριστή του Νο 2 κυλίνδρου αν και δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακριβώς η χρονική στιγμή που επήλθε η θραύση της, ο ομοιόμορφος χρωματισμός της επιφάνειας κάτω από τις ακίδες είναι ένδειξη ότι ο σπινθηριστής δεν λειτούργησε μεγάλο χρονικό διάστημα με την ακίδα θραυσμένη. Πιθανόν η θραύση να έγινε όταν άρχισε η δυσλειτουργία καύσης του μείγματος στον θάλαμο καύσης. Κατά την 50ωρη επιθεώρηση που έγινε 08:24 h πριν το συμβάν οι σπινθηριστές ελέγχθησαν και σύμφωνα με τις καταγραφές του οργανισμού συντήρησης αλλάχθηκε μόνο ένας σπινθηριστής, δεδομένου ότι η αντικατάσταση των σπινθηριστών δεν γίνεται σε καθορισμένο αριθμό ωρών λειτουργίας των αλλά ανάλογα με την κατάσταση αυτών (on condition).

Η δημιουργία και ανάπτυξη των ανθρακώσεων όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων και ο τύπος του καυσίμου. Δεδομένου ότι ποσότητα καυσίμου με την οποία είχε εφοδιασθεί το ε/π προήρχετο από βαρέλι που είχε μεταφερθεί στην Πάρο, όπως δήλωσε ο χειριστής και το πόρισμα της εργαστηριακής εξέτασης του καυσίμου με το οποίο ήταν εφοδιασμένο το ε/π την ημέρα του ατυχήματος αναφέρει ότι “κρίνεται ακατάλληλο λόγω αποστάγματος 10% κατά την απόσταξη και τάσης ατμών” πιθανόν παρόμοιας ποιότητας καύσιμο να χρησιμοποιήθηκε επανειλημμένα και στο παρελθόν και να ήταν ένας παράγοντας δημιουργίας ανθρακώσεων και τοπικών υπερθερμώσεων επί της κεφαλής του εμβόλου.

Με τον Νο 2 κύλινδρο χωρίς συμπίεση, και τους σπινθηριστές των υπολοίπων κυλίνδρων, λόγω του ελαίου που υπήρχε επ’ αυτών, να επηρεάζουν την καλή ανάφλεξη του μείγματος και να προκαλείται δυσλειτουργία και στους υπόλοιπους κυλίνδρους, το αποτέλεσμα ήταν η μειωμένη ισχύς του κινητήρα.

3 Συμπεράσματα

3.1 Διαπιστώσεις

- 3.1.1** Ο χειριστής του ε/π πληρούσε όλες τις προϋποθέσεις για την εκτέλεση της πτήσης.
- 3.1.2** Το ε/π είχε εν ισχύ πιστοποιητικό αξιοπλοΐας.
- 3.1.3** Η συντήρηση του ε/π γινόταν από εξουσιοδοτημένους κατά EASA Part 145 Οργανισμούς Συντήρησης σύμφωνα με τα προβλεπόμενα. Η τελευταία 50ωρη επιθεώρηση έγινε στις 29.07.08. Από την ημερομηνία αυτή μέχρι την ημέρα του ατυχήματος το ε/π λειτούργησε 08:24 h.
- 3.1.4** Το καύσιμο που ήταν εφοδιασμένο το ε/π κατά την συγκεκριμένη πτήση σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργαστηριακής εξέτασης αυτού ήταν “ακατάλληλο λόγω αποστάγματος 10% κατά την απόσταξη και τάση αυτών”.
- 3.1.5** Τα καύσιμα του ε/π είχαν συμπληρωθεί με ποσότητα 30 L Avgas-100 LL που ελήφθη από βαρέλι που είχε μεταφέρει ο χειριστής στην Πάρο.
- 3.1.6** Τα περύγια ψύξης του Νο 2 κυλίνδρου έφεραν εμφανή σημάδια υπερθέρμανσης σε συγκεκριμένο σημείο.
- 3.1.7** Επικαθήσεις υλικών τήξης υπήρχαν και στην κεφαλή και περιφερειακά του θαλάμου καύσης καθώς και στις βαλβίδες εισαγωγής – εξαγωγής.
- 3.1.8** Τα ελατήρια, απόξεσης και λίπανσης, είχαν υποστεί αλλοίωση και τήξη και το ελατήριο στεγανοποίησης παραμόρφωση.
- 3.1.9** Η μία ακίδα ενός σπινθηριστή του Νο 2 κυλίνδρου είχε υποστεί θραύση.
- 3.1.10** Η δημιουργία ανθρακώσεων είναι φαινόμενο που συμβαίνει κατά την λειτουργία των κινητήρων και οφείλεται σε εναποθέσεις καυσίμου που δεν έχει υποστεί καύση ή έχει υποστεί μερική καύση και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων ο τύπος και η ποιότητα των καυσίμων.
- 3.1.11** Η ύπαρξη ανθρακώσεων εντός του θαλάμου καύσης μπορεί να προκαλέσει προανάφλεξη του μείγματος αέρα – καυσίμου, έκρηξη αυτού και

διασκορπισμό του οριακού στρώματός του. Χωρίς την προστασία του οριακού στρώματος του μείγματος αέρα – καυσίμου, οι από αλουμίνιο επιφάνειες του εμβόλου είναι εκτεθειμένες στην φλόγα της ανάφλεξης, η οποία τελικά προκαλεί την τήξη τους.

3.1.12 Οι ανθρακώσεις που υπήρχαν στην επιφάνεια της κεφαλής του εμβόλου του Νο 2 κυλίνδρου προκάλεσαν προανάφλεξη – έκρηξη και διασκορπισμό του οριακού στρώματος αέρα – καυσίμου με συνέπεια την υπερθέρμανση των περιοχών της κεφαλής που ευρίσκοντο οι ανθρακώσεις.

3.1.13 Η υπερθέρμανση προκάλεσε την τήξη του υλικού της κεφαλής του εμβόλου, όπως τεκμηριώνεται και από την σύσταση των επικαθήσεων που είναι ίδια με το υλικό της κεφαλής του εμβόλου, ήτοι κράμα αλουμινίου, πυριτίου, νικελίου με ίχνη χαλκού. Στην συνέχεια προκλήθηκε η αλλοίωση και θραύση του υλικού των ελατηρίων απόξεσης και λίπανσης, η παραμόρφωση του ελατηρίου στεγανοποίησης και η διάνοιξη οδού διαφυγής καυσαερίων και εισχώρησης ελαίου στον θάλαμο καύσης.

3.1.14 Με τον Νο 2 κύλινδρο χωρίς συμπίεση και τους σπινθηριστές των υπολοίπων κυλίνδρων, λόγω του ελαίου που υπήρχε επ' αυτών, να επηρεάζουν την καλή ανάφλεξη του μείγματος και να προκαλείται δυσλειτουργία και στους υπόλοιπους κυλίνδρους, αποτέλεσμα ήταν η μειωμένη ισχύς του κινητήρα.

3.1.15 Ο χρόνος κατά τον οποίο επήλθε η θραύση της μίας ακίδας ενός σπινθηριστού του Νο 2 κυλίνδρου δεν μπορεί να προσδιορισθεί με ακρίβεια.

3.2 Αίτια

Ανάπτυξη υψηλής θερμοκρασίας, λόγω ύπαρξης ανθρακώσεων, σε συγκεκριμένα μέρη του θαλάμου καύσης του Νο 2 κυλίνδρου που προκάλεσε τήξη τμήματος της κεφαλής του εμβόλου και αλλοίωση και θραύση των ελατηρίων με αποτέλεσμα την απώλεια συμπίεσης του εν λόγω κυλίνδρου και μειωμένη απόδοση των υπολοίπων κυλίνδρων λόγω διείδυσης ελαίου στους σπινθηριστές αυτών.

3.3 Συμβάλλοντες Παράγοντες

Πιθανόν, χρήση ακατάλληλου καυσίμου και σε άλλες εκτός από την συγκεκριμένη πτήση.

Ελληνικό, 28 Απριλίου 2010

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ

Ακριβός Τσολάκης

Ακριβές Αντίγραφο
Ο Γραμματέας

Ι. Παπαδόπουλος

ΤΑ ΜΕΛΗ

Γ. Κυριακόπουλος

Η. Νικολαΐδης

Τρ. Τσιτινίδης