

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Lunes, 11 de abril de 2011; 14:00 h local
Lugar	Mijares (Ávila)

AERONAVE

Matrícula	SP-SUH
Tipo y modelo	PZL W-3A, PZL W-3AS
Explotador	LPU Heliseco Ltd.

Motores

Tipo y modelo	PZL-10W
Número	2

TRIPULACIÓN

	Piloto al mando	Mecánico de vuelo
Edad	52 años	59 años
Licencia	ATPL(H)	FEL («Flight Engineer Licence»)
Total horas de vuelo	7.564 h	1.200 h
Horas de vuelo en el tipo	2.955 h	1.200 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			2
Pasajeros			
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Menores
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Aviación general – Otro – Prueba
Fase del vuelo	En ruta – Crucero

INFORME

Fecha de aprobación	28 de noviembre de 2012
---------------------	--------------------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

El día 11 de abril de 2011, la aeronave PZL W-3AS, matrícula SP-SUH, despegó del aeródromo de La Iglesuela (Toledo) para llevar a cabo un vuelo de prueba tras haberseles realizado unos trabajos de mantenimiento. En el transcurso del vuelo, los dos tripulantes oyeron un ruido extraño que provenía de la zona de los motores y observaron que la cabina se llenaba de humo. La tripulación decidió realizar un aterrizaje de emergencia sobre una carretera que fue la zona más adecuada que encontraron. Finalmente, el aterrizaje se efectuó sin incidentes y no se produjeron lesiones personales.

Al descender del helicóptero vieron que salía humo y fuego del sistema de entrada de aire a los motores y procedieron a apagarlo con los extintores de a bordo.

La posterior inspección de la aeronave reveló que el sistema de refrigeración del aire de entrada a los motores había sufrido roturas en varios de sus componentes, produciendo su desalineación respecto a su eje de giro y originando humo y fuego por el rozamiento sobre la zona interna de los conductos.

1.2. Información sobre el personal

1.2.1. *Piloto*

Edad:	52 años
Nacionalidad:	Polaca
Licencia de aptitud de vuelo:	ATPL(H) <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de emisión inicial: 05/04/2006 • Fecha de caducidad: 01/05/2011
Certificado médico renovado el:	21/12/2010
Certificado médico válido hasta el:	16/12/2011
Habilitaciones en vigor y fecha de validez:	<ul style="list-style-type: none"> • TR Mi2, 11/01/2012 • TR W-3 Sokol, 01/05/2011 • FI, 01/10/2012 • TRI Mi2, 01/10/2012 • TRI W-3 Sokol, 01/06/2013 • AGRO (aplicaciones agrícolas), 11/01/2013 • FFF (extinción de incendios), 11/01/2012

1.2.2. *Mecánico de vuelo (No JAR-FCL)*

Edad:	59 años
Nacionalidad:	Polaca

Licencia de aptitud de vuelo: FEL (Flight engineer licence)
 • Fecha de caducidad: 19/05/2014

Habilitaciones en vigor y fecha de validez: W-3 Sokol, 15/10/2011

1.3. Información sobre la aeronave

Marca: WSK PZL Swidnik
 Modelo: PZL W-3AS
 Número de serie: 310205
 Año de construcción: 1988
 Certificado de aeronavegabilidad: Número DLR/10/083, válido hasta el 19 de mayo de 2011

Motor izquierdo: PZL-10W, S/N: 119904031AS
 Motor derecho: PZL-10W, S/N: 119894020AS
 Peso en vacío: 3.850 kg
 Máximo al despegue: 6.400 kg
 Horas de la célula: 3.107 h

1.3.1. Registros de mantenimiento

De acuerdo con el programa de mantenimiento, la aeronave tiene intervalos de mantenimiento cada 25, 50, 100, 300 y 600 h y a los 12 y 24 meses.

Las últimas tareas efectuadas correspondían a las revisiones de: 25, 50, 100 y 300 h. Estos trabajos se prolongaron desde el día 21/02/2011 al 11/04/2011 y a la finalización de los mismos es preceptivo realizar un vuelo de prueba para la expedición del certificado de puesta en servicio.

Revisión periódica	Fecha	Horas célula
25 h	11/04/2011	3.107 h
50 h	11/04/2011	3.107 h
100 h	11/04/2011	3.107 h
300 h	11/04/2011	3.107 h
600 h	20/05/2010	2.931 h
1.500 h	20/05/2010	2.931 h

Entre las tareas de mantenimiento realizadas, la revisión de 300 h incluyó la comprobación de la alineación del eje conductor del ventilador del sistema, la inspección de los álabes del mismo y de las tuercas de acoplamiento. Asimismo, la revisión de 100 h y/o anual comprende labores de lubricación de partes del sistema de refrigeración del aire de inducción.

1.3.2. Sistema de refrigeración de accesorios

La función del sistema de refrigeración de accesorios («Accessory Cooling System») es introducir aire de la atmósfera a los accesorios del helicóptero que requieren una refrigeración forzada, a la calefacción y al sistema de ventilación o aire acondicionado (Figura 1).

1.3.2.1. Descripción general del sistema

El sistema de refrigeración de accesorios consta de: un ventilador («cooling fan») con un difusor y un sistema de distribución del aire refrigerado. La Figura 2 representa el conjunto del ventilador con el difusor.

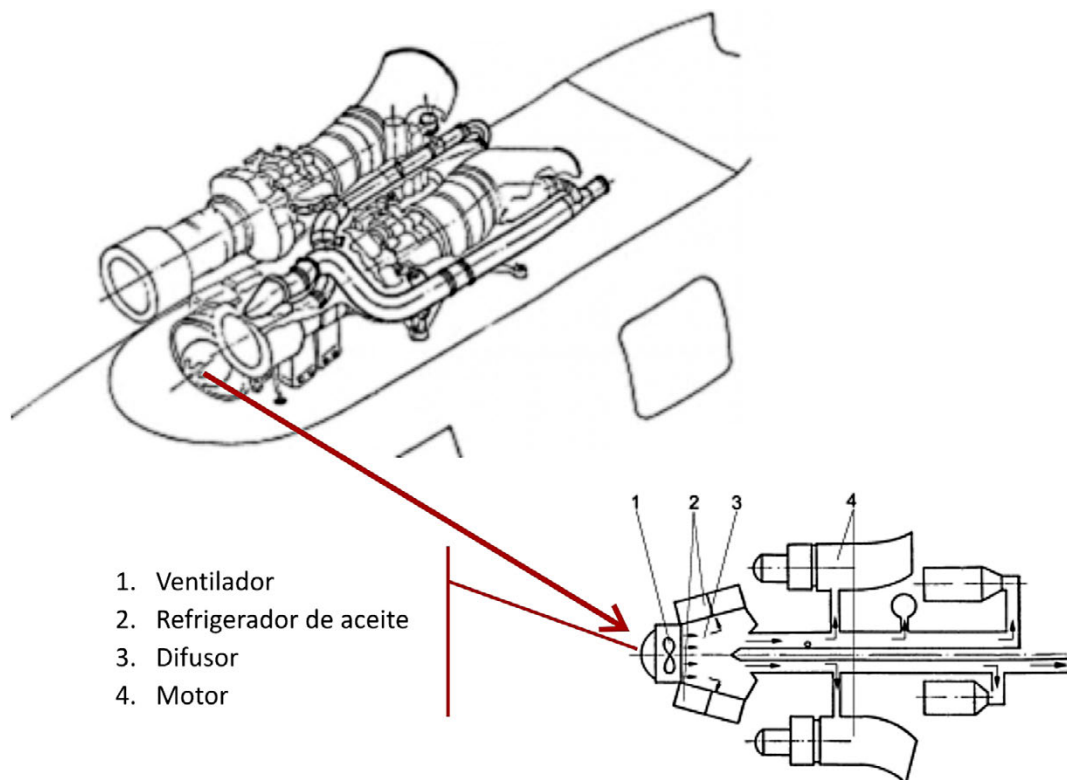


Figura 1. Sistema de refrigeración de accesorios

La función del ventilador es obligar a fluir al aire exterior a través de unos enfriadores de aceite hacia el sistema de refrigeración de accesorios. El ventilador es accionado por un eje conductor (A) que, a su vez, está conectado con el eje del rotor del propio ventilador (B).

El ventilador se compone de dos conjuntos, uno de entrada de aire (conjunto 1) (C) y otro de salida de aire (conjunto 2) (D), ambos unidos entre sí. El conjunto 1 está provisto de discos de alabes guía para la conducción de aire, el conjunto 2 constituye la parte estructural del ventilador y se une al fuselaje mediante una riostra; un difusor (E) se une a este conjunto 2 para conducir el aire al sistema de distribución de aire ya refrigerado.

Básicamente, sobre el conjunto de salida de aire, se montan dos cojinetes sobre los que gira el eje (B) del rotor del ventilador (F). El delantero es del tipo de cojinete de rodadura (G), y el trasero del tipo de cojinete de fricción (H); eje del rotor y cojinetes se encuentran sellados con juntas de fieltro y sellos de laberinto, dentro de un conducto sellado para permitir su lubricación.

El extremo trasero del eje del rotor (B) se une a un acoplamiento (I), que hace de embrague y permite la conexión con el eje conductor (A) que lo hace girar. El acoplamiento de ambos ejes está diseñado para tolerar una adecuada libertad de movimientos longitudinal y transversalmente.

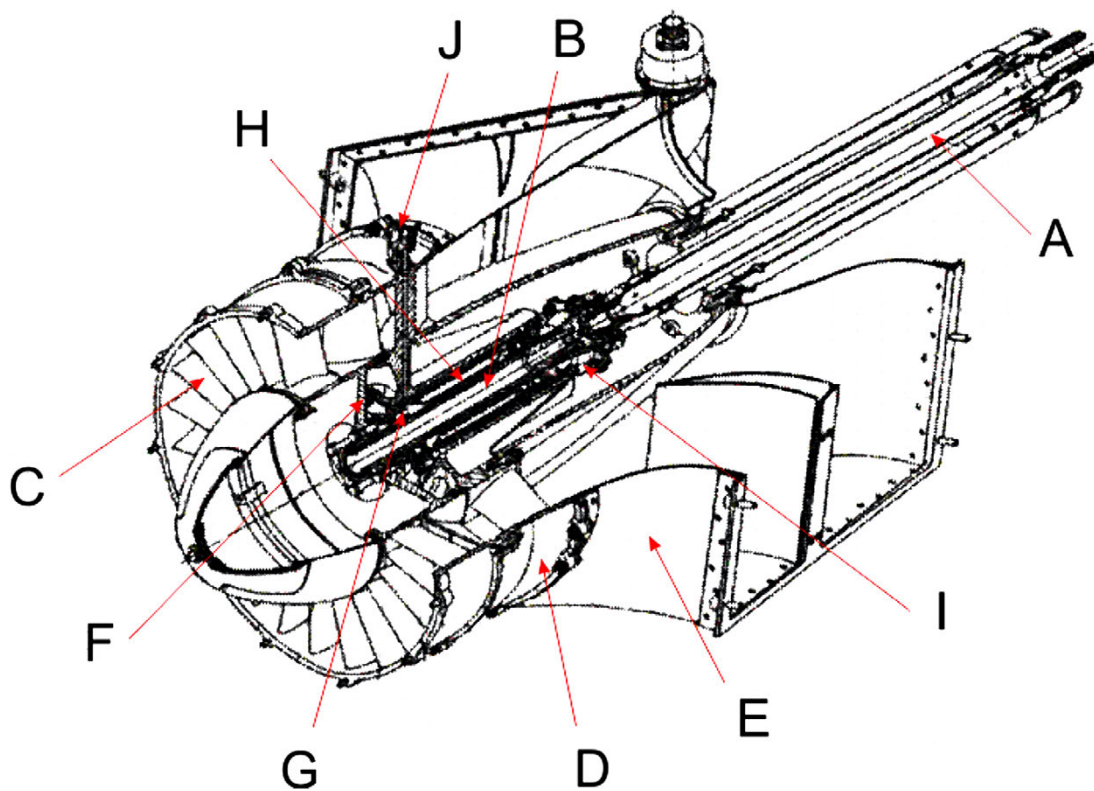


Figura 2. Ventilador y difusor

El sistema de engrase consiste en un engrasador (J) y a través de un conducto hace llegar el lubricante al eje del rotor del ventilador. El exceso de grasa sale a través de dos orificios¹ que permiten verificar el correcto llenado de lubricante.

1.3.2.2. Lubricación de los cojinetes del ventilador

El procedimiento de lubricación de los cojinetes del ventilador está contemplado en la hoja de trabajo 37.10-1 del manual de mantenimiento. Sus instrucciones contemplan la aplicación de grasa con pistola sobre el engrasador (J) y la comprobación de que la nueva grasa aparece por el orificio de inspección que a tal efecto se sitúa en la parte delantera del eje del rotor.

Asimismo, en la sección 12.20.00 del mismo manual se contempla las referencias de los tipos de grasa a utilizar y la frecuencia de lubricación. El centro de mantenimiento utilizó Grasa 15 con un intervalo de lubricación de 100 h o 12 meses, que son conformes a lo indicado en el manual de mantenimiento.

1.4. Ensayos e investigaciones

Con la supervisión de la State Commission on Aircraft Accident Investigation (SCAAI) de Polonia, los componentes del ventilador con número de parte P/N: 2-6351-00 s. III, número de serie S/N 88048, afectados fueron enviados al fabricante de la aeronave (PZL Swidnik, S.A.), en coordinación con el fabricante del ventilador (WSK Kraków Sp. Z o.o.), para determinar la causa de la rotura del eje conductor del ventilador.

Los indicios encontrados, investigación y conclusiones se recogen en los apartados siguientes.

1.4.1. Inspección visual

El eje conductor del ventilador estaba seccionado junto con su cubierta, ambos a su vez afectados por la temperatura y por el esfuerzo de torsión producido por el propio giro del eje (detalle Figura 3, A). El aspecto de la zona del cojinete trasero del eje del rotor que se une al embrague de acoplamiento (I) mostraba el origen de la fuente donde se alcanzaron las temperaturas más altas (detalle Figura 3, C).

¹ Los dos orificios de verificación del eje del rotor del ventilador se sitúan: uno en la zona delantera del eje y otro en la zona trasera. Este segundo orificio no es visible durante la operación de lubricación.



Figura 3. Detalle de restos

En el interior del ventilador se encontraron restos de grasa quemada (detalle Figura 3, B) y abolladuras en el casquillo exterior que contiene la grasa de lubricación de los cojinetes, véase Figura 4. El aceite de lubricación del embrague estaba igualmente quemado.



Figura 4. Deformación del casquillo exterior

Igualmente, las puntas de los alabes del rotor se encontraron rozadas contra el perímetro del conducto de canalización de aire (detalle Figura 3, D), así como contra la periferia del escalón del estator posterior al rotor.

El desmontaje de los cojinetes mostró que se produjeron daños en elementos de la jaula del rodamiento, bolas y juntas de los cojinetes.

1.4.2. *Test realizados sobre los componentes del ventilador*

Se realizó una evaluación del estado que presentaba el embrague (elemento I de la Figura 2) y del eje conductor (elemento A de la Figura 2). El estado de fusión de algunos de los componentes del embrague (cadmio) y la tonalidad del material del eje conductor (aleación de aluminio), indicaron que el rango de temperaturas a las que estuvieron sometidos fluctuaban entre 320 °C y 766 °C.

Por otra parte, se analizaron los resultados de las pruebas de dureza superficial realizadas sobre distintos componentes de acero procedentes del embrague, carrera y bolas del cojinete, y del material de aluminio (PA7) del eje conductor. La comparación de los valores obtenidos con los nominales, indicaron que, por término medio, estos debieron estar sometidos a temperaturas de alrededor de 600 °C por un periodo de unos 10 min. Igualmente, la variación de la dureza superficial del material a lo largo del eje conductor mostró que la temperatura más alta alcanzada en el eje fue de unos 490 °C, con una zona de transición de unos 200 °C, pudiéndose determinar que la fuente de calor procedía de la dirección del cojinete trasero del eje del rotor.

Los valores referidos al eje conductor fueron confirmados mediante una prueba funcional, imitando las condiciones a las que estuvo sometido el eje, tras su reconstrucción y cumpliendo el estándar del fabricante para esta pieza.

Otros tests fueron dirigidos para determinar la influencia: de la presión de engrase aplicada durante la lubricación, el tipo de lubricante utilizado, el estado de conservación del mismo y la pistola de engrase, sobre la deformación en el casquillo externo del eje del rotor. Estos ensayos se realizaron, de acuerdo a los estándares del fabricante del ventilador, sobre los componentes originales del ventilador, a excepción de las partes dañadas.

Como resultado se obtuvo en uno de los tests que, monitorizada la presión a la que se realiza la aplicación del lubricante, cuando se alcanzó 20 bar de presión, ambos orificios de verificación de lubricación mostraron la presencia de la grasa introducida y cuando, posteriormente, el conjunto era sometido a lubricación dinámica, se alcanzaron presiones internas de aproximadamente 50 bar que produjeron deformaciones en el casquillo externo del eje del rotor, así como en las juntas y anillos que forman los sellos de los cojinetes e incluso el bloqueo de los orificios de verificación por restos de material desprendido.

1.4.3. *Causas del fallo*

Los indicios recogidos en las pruebas realizadas concluyen que el fallo se originó por el mal funcionamiento del cojinete trasero del eje del rotor del ventilador, producido por la elevada presión de engrase aplicada durante la operación de lubricación. Los daños internos producidos en el interior del cojinete produjeron una elevada fricción en el mismo, con el incremento de temperatura a lo largo del tiempo de funcionamiento hasta alcanzar en torno a 600 °C, produciéndose la combustión de la grasa de lubricación bajo la cubierta del ventilador y la ignición de la grasa del embrague.

La temperatura alcanzada por el fuego causado produjo que el material de aleación de aluminio del eje conductor alcanzase valores de fusión (entre 490 y 500 °C) y de este modo la resistencia del eje disminuyera hasta unas seis veces en la zona de rotura, acentuando dicho efecto por el esfuerzo de torsión debido a la transmisión de potencia en el eje.

1.4.4. *Conclusiones y propuestas realizadas*

La inspección realizada por el grupo de trabajo ha derivado las siguientes conclusiones y acciones.

1.4.4.1. *Conclusiones del test*

- La construcción del ventilador permite verificar fácilmente si el cojinete delantero del ventilador fue lubricado, ya que el acceso al orificio de verificación anterior se realiza desmontando previamente la tapa frontal del conjunto de toma de aire. Sin embargo, el orificio de verificación del cojinete trasero es inaccesible en las operaciones de engrase. Esta inaccesibilidad causa que en caso de bloqueo del orificio anterior se fuerce una cantidad incontrolada de la grasa.
Por otra parte, los sellos de grafito del rotor del ventilador no permiten ajustar completamente el área entre el eje del rotor y los cojinetes y, en caso de exceso, la grasa fluye hacia la zona externa del alojamiento del rotor.
- La Grasa 15 es el lubricante recomendado por el fabricante del ventilador y del helicóptero y, asimismo, fue la utilizada por el operador. Esta grasa se disocia en dos componentes: aceite y componente base de alta densidad². Según las pruebas realizadas, al ser una grasa de alta densidad, puede producir la deformación en los elementos que forman el sellado del rotor y cojinetes, cuando se aplica en torno a 50 bar de presión.

² Esta disociación fue observada en la pistola de engrase utilizada por el centro de mantenimiento y en el recipiente nuevo de grasa aportado por el fabricante del ventilador.

- Las referencias a la lubricación del ventilador que existen en la documentación del fabricante del ventilador y en el manual de mantenimiento del helicóptero muestran que:
 - No existe unificación en el tipo de lubricante (grasa) empleado ya que el manual de mantenimiento permite varios tipos a utilizar.
 - La acción técnica de introducir grasa nueva hasta que aparezca por los orificios de verificación no puede ser realizada por el mantenedor, ya que uno de los orificios no es accesible, excepto por el fabricante.
 - La hoja de trabajo del manual de mantenimiento 37.10-1 no especifica qué acción realizar en caso de parada prolongada del helicóptero y sólo ofrece instrucciones breves de lubricación.
 - La misma hoja de trabajo no especifica la cantidad de grasa que debe ser introducida.
 - No existe una correspondencia exacta entre las equivalencias de grasas utilizables para cojinetes del rotor del ventilador que figuran en el capítulo del manual de mantenimiento (12.20.00) del helicóptero y las que suministra el fabricante del ventilador.

1.4.4.2. Propuestas realizadas

El Grupo de trabajo compuesto por la SCAA de Polonia, el fabricante de la aeronave PZL Swidnik, S.A., el fabricante del ventilador WSK Kraków Sp. Z o.o. y el operador, han propuesto las siguientes medidas:

- En referencia a la construcción del ventilador:
 - Considerar la posibilidad de modificar su construcción para permitir la observación del orificio de verificación trasero durante las tareas de lubricación del ventilador.
 - Considerar la posibilidad de cambiar los sellos de grafito por otros que garanticen una mayor resistencia a los daños.
- En referencia al lubricante empleado para la lubricación del ventilador:
 - Que la Grasa 6 sea el lubricante base recomendado para los helicópteros de utilización civil. La recomendación debe ser implementada en la documentación del ventilador y en la del fabricante del helicóptero.
- En referencia a los registros contenidos en la documentación del ventilador y en la documentación del helicóptero, relacionados con la lubricación del ventilado, la hoja de trabajo comprenderá aspectos como:
 - Determinación de la presión de lubricación.

- Implementar el control de la presión de lubricación.
- Especificación de la cantidad de grasa necesaria para realizar la lubricación.
- Elaborar una metodología de lubricación del ventilador después de una parada prolongada del helicóptero y después de un período de almacenamiento del ventilador.
- Ampliar el período de lubricación del ventilador instalado en helicópteros operados regularmente (en la actualidad se hace cada 100 h).

2. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

2.1. General

Finalizados los trabajos de mantenimiento correspondientes a las revisiones de 25, 50, 100 y 300 horas de la aeronave, se procedió a realizar el vuelo de prueba preceptivo para proceder a su puesta en servicio.

En el transcurso del vuelo, los tripulantes oyeron un ruido extraño que provenía de la zona de los motores y observaron que la cabina se llenaba de humo. La tripulación decidió realizar un aterrizaje de emergencia, el cual fue ejecutado sin incidencias.

Una primera inspección de la aeronave reveló que el sistema de refrigeración de accesorios (Figura 1) y en concreto del ventilador, se encontraba dañado y reflejaba los efectos del fuego. Posteriormente, se llevó a cabo una inspección en profundidad para lo cual se organizó un grupo de trabajo compuesto, entre otros, por técnicos de los fabricantes de la aeronave y ventilador y cuyos resultados han quedado reflejados en el punto 1.4 del informe.

2.2. Conclusiones y causa del fallo en el ventilador del sistema de refrigeración

Para determinar el origen del mal funcionamiento del sistema de refrigeración de accesorios, se examinaron los componentes de dicho sistema que resultaron dañados en el suceso y se programaron una serie de pruebas funcionales y de ensayo de material, para determinar el origen y proceso del fallo que dio lugar a que el eje conductor del ventilador se fracturarse.

Como se indicó en el apartado 1.4, el análisis de los resultados concluyó que la causa del fallo fue el mal funcionamiento del cojinete trasero del eje del rotor del ventilador, producto de la elevada presión de engrase al que fue sometido durante la operación de lubricación. Los daños internos producidos en el interior del cojinete originaron una elevada fricción en el mismo y, en consecuencia, un aumento progresivo de temperatura a lo largo del tiempo de funcionamiento que finalizó con la rotura del eje conductor.

No obstante, los trabajos realizados han puesto de manifiesto importantes aspectos que han quedado recogidos, en el apartado 1.4.2, como conclusiones a las pruebas realizadas y entre las que cabe destacar:

- Que la construcción del ventilador no permite tener un acceso adecuado para verificar la lubricación del cojinete trasero del eje del rotor, así como de las incidencias que pudieran presentarse durante, antes y después del engrase.
- Que por las distintas características del lubricante recomendado (Grasa 15) y utilizado en los tests, pueden producirse deformaciones en los elementos de sellado de las partes a lubricar.
- Que existen aspectos mejorables en cuanto a las referencias documentales a las tareas de lubricación del ventilador: tipo de lubricante a utilizar, control de la cantidad de lubricante que debe aplicarse, impedimento para verificar la lubricación del cojinete trasero por el técnico de mantenimiento y mejora de la hoja de trabajo 37.10-1 del Manual de Mantenimiento de la Aeronave.

2.3. Acciones propuestas

Los técnicos representantes de los fabricantes de la aeronave, PZL Swidnik, S.A., y del sistema de refrigeración, WSK Kraków Sp. Z o.o., que participaron en la investigación, han propuesto las acciones correctoras referidas en el apartado 1.4.4.2.

A la vista de la documentación aportada a la investigación, esta Comisión considera adecuadas las acciones formuladas como medidas correctoras sobre las aeronaves con designación PZL W-3AS y, por tanto, incluye tres Recomendación de Seguridad dirigidas a las siguientes partes: a la Autoridad de Aviación Civil de Polonia, como país de fabricación y matrícula de la aeronave; al fabricante de la aeronave PZL Swidnik, S.A., y al fabricante del ventilador WSK Kraków Sp. Z o.o. A la primera, para que asegure la implementación de las acciones correctoras surgidas a raíz la investigación del incidente sufrido por la aeronave designada como PZL W-3AS, matrícula SP-SUH, en España y, a ambos fabricantes, para que desarrollen y ejecuten dichas acciones correctoras que proponen.

3. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

REC 97/12. Se recomienda al fabricante de la aeronave PZL Swidnik, S.A., que desarrolle las acciones que se detallan a continuación, sobre las aeronaves con designación PZL W-3AS, propuestas a raíz de la investigación realizada sobre el ventilador del sistema de refrigeración de la aeronave:

- En referencia a la construcción del ventilador:
 - Considerar la posibilidad de modificar su construcción para permitir la observación del orificio de verificación trasero durante las tareas de lubricación del ventilador.

- Considerar la posibilidad de cambiar los sellos de grafito por otros que garanticen una mayor resistencia a los daños
- En referencia al lubricante empleado para la lubricación del ventilador:
 - Que la Grasa 6 sea el lubricante base recomendado para los helicópteros de utilización civil. La recomendación debe ser implementada en la documentación del ventilador y en la del fabricante del helicóptero.
- En referencia a los registros contenidos en la documentación del ventilador y en la documentación del helicóptero, relacionados con la lubricación del ventilado, la hoja de trabajo comprenderá aspectos como:
 - Determinación de la presión de lubricación.
 - Implementar el control de la presión de lubricación.
 - Especificación de la cantidad de grasa necesaria para realizar la lubricación.
 - Elaborar una metodología de lubricación del ventilador después de una parada prolongada del helicóptero y después de un período de almacenamiento del ventilador.
 - Ampliar el período de lubricación del ventilador instalado en helicópteros operados regularmente (en la actualidad se hace cada 100 h).

REC 98/12. Se recomienda al fabricante del ventilador WSK Kraków Sp. Z o.o., que desarrolle las acciones que se detallan a continuación, referidas al ventilador del sistema de refrigeración de las aeronaves con designación PZL W-3AS, propuestas a raíz de la investigación realizada sobre el ventilador del sistema de refrigeración de la aeronave:

- En referencia a la construcción del ventilador:
 - Considerar la posibilidad de modificar su construcción para permitir la observación del orificio de verificación trasero durante las tareas de lubricación del ventilador.
 - Considerar la posibilidad de cambiar los sellos de grafito por otros que garanticen una mayor resistencia a los daños.
- En referencia al lubricante empleado para la lubricación del ventilador:
 - Que la Grasa 6 sea el lubricante base recomendado para los helicópteros de utilización civil. La recomendación debe ser

implementada en la documentación del ventilador y en la del fabricante del helicóptero.

- En referencia a los registros contenidos en la documentación del ventilador y en la documentación del helicóptero, relacionados con la lubricación del ventilado, la hoja de trabajo comprenderá aspectos como:
 - Determinación de la presión de lubricación.
 - Implementar el control de la presión de lubricación.
 - Especificación de la cantidad de grasa necesaria para realizar la lubricación.
 - Elaborar una metodología de lubricación del ventilador después de una parada prolongada del helicóptero y después de un período de almacenamiento del ventilador;
 - Ampliar el período de lubricación del ventilador instalado en helicópteros operados regularmente (en la actualidad se hace cada 100 h).

REC 99/12. Se recomienda a la Autoridad de Aviación Civil de Polonia que se asegure de la implementación de las acciones correctoras sobre las aeronaves con designación PZL W-3AS, surgidas en base a la investigación del incidente sufrido por la aeronave WSK PZL Swidnik W-3AS, matrícula SP-SUH, en España, tanto por el fabricantes de la aeronave PZL Swidnik, S.A., como por el fabricante del ventilador WSK Kraków Sp. Z o.o.