

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Miércoles, 17 de agosto de 2005; 19:45 h local
Lugar	Lobios (Ourense)

AERONAVE

Matrícula	LV-ALN
Tipo y modelo	EUROCOPTER AS 350 B3 «Ecureuil»
Explotador	Helicopters A.R., S. A.

Motores

Tipo y modelo	TURBOMECA ARRIEL 2B
Número	1

TRIPULACIÓN

Piloto al mando

Edad	42 años
Licencia	Piloto comercial de helicóptero
Total horas de vuelo	6.200 h
Horas de vuelo en el tipo	200 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			1
Pasajeros			
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Importantes
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Trabajos aéreos – Comercial – Lucha contra incendios
Fase del vuelo	Toma de agua mediante helibalde

INFORME

Fecha de aprobación	30 de enero de 2008
---------------------	---------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Antecedentes del vuelo

El día 17 de agosto de 2005, a las 12:46 horas, el helicóptero LV-ALN despegó de la base de Toen (Orense) dirigiéndose a un incendio declarado en la zona de Emtrimo. A las 14:40 horas regresaba a la base para repostar combustible y volvió a despegar a las 15:40 horas para continuar su trabajo de extinción en el incendio.

Más tarde, a las 17:40 horas aterrizó en la base de Sures para repostar combustible. Despegaba de nuevo a las 18:30 horas para dirigirse otra vez a la zona del incendio con 371 litros de combustible en su depósito.

Tras 1 hora y 15 minutos de vuelo, con buena visibilidad y vientos suaves de 0 a 10 kt, al ir a tomar agua en el pantano de Lindoso, próximo a Lantemil, el piloto inició la aproximación reduciendo velocidad de descenso y de traslación, con una indicación de velocidad de 25 a 30 kt.

En estas condiciones el piloto observó que se iluminaba y apagaba el indicador de partículas en el motor («Engine Chip»), por lo que abortó la aproximación y tiró del colectivo, activándose el aviso acústico de bajas vueltas del rotor. El morro del



Foto 1. Estado del helicóptero después del suceso

helicóptero comenzó a girar hacia la izquierda, produciéndose simultáneamente una pérdida de sustentación que fue advertida por el piloto, por lo que se dirigió a un terreno contiguo para aterrizar y eyectó el depósito de agua.

El contacto con el suelo se produjo en primer lugar con el patín de cola y el patín derecho. Una de las palas del rotor principal seccionó parte del cono de cola y el helicóptero volcó hacia la izquierda. No se produjo incendio después del impacto.

El piloto pudo salir de la aeronave después de cortar la llave general, combustible y batería, deslizándose por el costado superior, quedando atrapado entre la maleza y abriéndose paso hasta alcanzar un lugar fuera de peligro, cerca del pantano.

Los daños sufridos por la aeronave fueron importantes en fuselaje, tren de aterrizaje y componentes dinámicos: rotores principal y de cola y transmisiones.

La zona, en una ladera cuya base está ocupada por el embalse, era escarpada, de difícil acceso, presentaba una pendiente de unos 40° y estaba cubierta de matorrales de cierto desarrollo y con un firme irregular por la presencia de rocas.

1.2. Información sobre el personal

El piloto de 42 años de edad contaba con 6.200 h de vuelo, disponía de licencia de piloto comercial de helicóptero con caducidad el 30 de abril de 2006 y autorización de la Dirección General de Aviación Civil española como piloto agroforestal.

Los técnicos del operador ocupados del mantenimiento del helicóptero tenían licencias y habilitaciones en vigor.

1.3. Información sobre la aeronave

1.3.1. Historial del helicóptero

El helicóptero tipo Eurocopter AS 350-B3, número de serie 3652, fue fabricado en diciembre de 2002.

Hasta diciembre de 2003 estuvo inscrito en el registro chileno con matrícula CL-PPA, totalizando 238,7 h de vuelo, habiendo sido necesario sustituir el módulo M01 de su motor Arriel 2B a las 75,8 h de vuelo, volviéndose a instalar el módulo de origen una vez reparado.

En diciembre de 2003, después de un cambio de matrícula por la CL-CLZ, se registró en Argentina, con matrícula LV-ALN a nombre de su actual operador, Helicopters A.R., S. A.

A finales de junio de 2005, cuando contaba con 703,7 h de vuelo se trasladó a España, mediante un contrato de arrendamiento en régimen de «wet lease» con el explotador español Coyotair para la campaña de lucha contra incendios forestales, permaneciendo en las zonas de San Martín de Valdeiglesias y Morata de Tajuña, de la Comunidad de Madrid, hasta el 14 de agosto de 2005, fecha en que se trasladó a la base de Toen, en Orense, cuando contaba con 753,5 h de vuelo.

1.3.2. *Registros de mantenimiento*

1.3.2.1. Célula

Horas totales de vuelo en el momento del accidente: 771,9 horas.

Los registros de mantenimiento indican que se habían seguido las revisiones programadas. No existían anotaciones en el cuaderno de aeronave ni en los partes de vuelo sobre la aparición de avisos de partículas en el circuito de aceite del motor.

1.3.2.2. Motor

El motor Arriel 2B, número de serie 22349, fue fabricado y puesto en servicio en diciembre de 2002.

Al inicio de su vida operativa fue necesario sustituir el módulo M01, número de serie 834, por fallos de potencia, cuando contaba con 75,8 h de funcionamiento, el 4 de abril de 2003, por el número de serie 754, volviéndose a reinstalar en el motor el módulo original una vez reparado, cuando el helicóptero tenía 134,4 h de funcionamiento, el 13 de agosto de 2003.

Desde las 134,4 h de funcionamiento hasta las 771,9 h en que ocurre el accidente, no se tiene constancia, en los registros del motor de haber realizado sustituciones o reparaciones de componentes principales del motor.

A las 704 horas de funcionamiento y coincidente con su llegada a España, antes de iniciar la campaña de incendios, se cumplieron dos modificaciones del fabricante, las TU-122 y TU 100. Las modificaciones consistían en sustituir el eje de potencia del motor y su carcasa de acoplamiento, afectando a los módulos M01 y M05.

Los registros de mantenimiento del motor indicaban que se había realizado el mantenimiento programado y no había anotaciones sobre aparición de partículas en los detectores del motor. En una orden de trabajo de mantenimiento de fecha 7 de agosto de 2005, cuando la aeronave contaba con 741,9 h de vuelo, figuraba la siguiente anotación: «Se toman muestras de aceite, por aparecer partículas en el chip detector

del M 01» y en otra orden de trabajo del día 15 de agosto de 2005, cuando la aeronave tenía 759,5 h de vuelo, se indica: «Magnetic Plug M01 con Partículas».

A partir de la incorporación de las modificaciones TU 122 y TU 100 ya reseñadas, la información relevante de los hallazgos, incidencias y acciones relacionados con el aceite del motor se muestran en el siguiente cuadro:

Fecha	Horas totales	Asunto/Fallo	Corrección/Acción	Observaciones
30-06-05	704	Llegada a España del helicóptero.	Se cumplimenta TU 122 y TU 100.	Sustitución del eje de potencia y de la carcasa del acoplamiento.
Desconocida		Polvo muy fino en tapón magnético del Módulo M01.	Se continúa operando.	Helicopter AR no envía el polvo a analizar.
07-08-05	741,9	Se enciende luz de aviso de partículas y se encuentran partículas en el tapón magnético del Módulo M01. Inspección de 15 h y toma de muestra de aceite.	Se envían partículas y aceite a laboratorio para análisis.	Se analiza aceite, pero no las partículas por tener el laboratorio algunos medios fuera de servicio. Enviadas tras el accidente a laboratorio del fabricante.
11-08-05		Inspección de 25 y 50 h.		
14-08-05	753,5	Vuelo de posicionamiento a la base de Toen en Orense.	Sustituidos filtro de aceite, aceite y juntas.	Se envía filtro a Turbomeca el 31-08-05, después del accidente.
15-08-05	759,5	Se enciende luz de aviso de partículas y se encuentran partículas en el tapón magnético del Módulo M01.		Se envían las partículas a Turbomeca el 31-08-05, después del accidente.
17-08-05	771,9	Se enciende luz de aviso de partículas.	Rotura del engranaje cónico (Driven bevel gear)	Parada del motor en vuelo.

Como resumen se puede decir que en dos ocasiones, 7 y 15 de agosto aparecieron tanto el aviso de partículas magnéticas, como presencia de éstas en el tapón magnético del Módulo M01, cuando la aeronave contaba con 741,9 y 759,5 h de vuelo respectivamente, lo cual estaba indicando una degradación en algún componente del Módulo M01. Con anterioridad había aparecido un polvo muy fino, en este mismo Módulo M01, al que no se le dio importancia, y que no dio lugar a una acción correctora, pero que fue el inicio de los avisos de la degradación.

El análisis de las partículas por el laboratorio del fabricante se hizo con posterioridad al accidente. Este análisis reveló que no existía deterioro de engranajes o ejes y que estas partículas procedían de cojinete del eje del engranaje.

1.3.3. Descripción y funcionamiento del motor Turbomeca Arriel 2B

Motor modular de turbina de gas, de dos ejes, con turbina libre de potencia, equipado con FADEC («Full Authority Digital Engine Control») y que consta de cinco módulos:

- Módulo M01 Eje de transmisión de potencia y caja de accesorios.
- Módulo M02 Compresor axial.
- Módulo M03 Compresor centrífugo, cámara de combustión y turbina de gases.
- Módulo M04 Turbina libre.
- Módulo M05 Caja reductora.

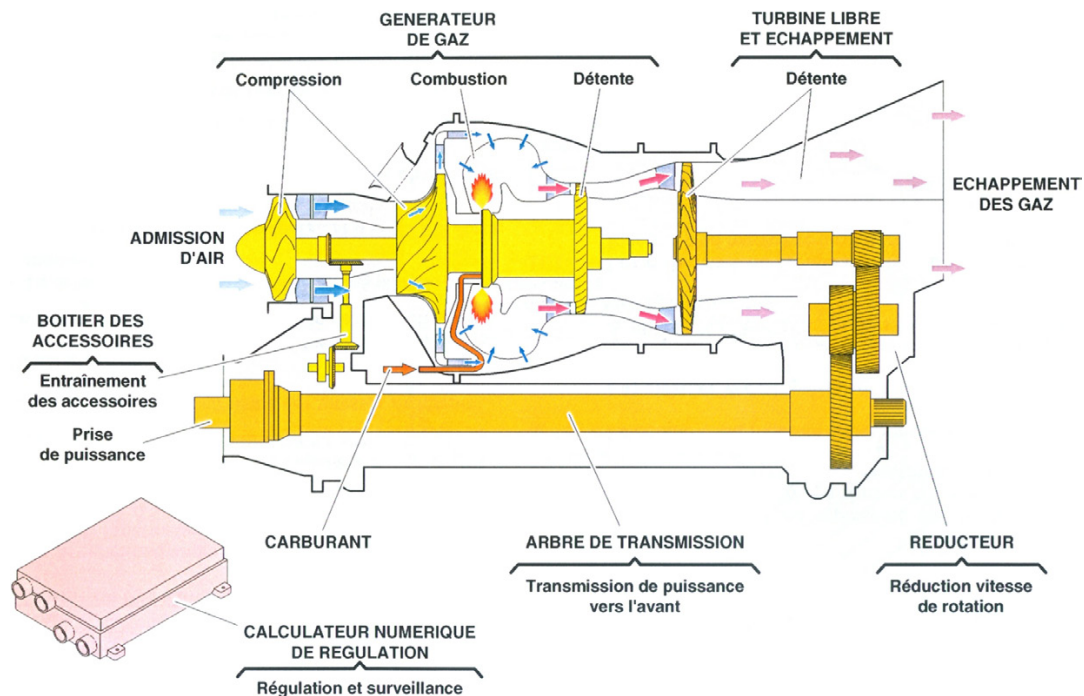


Figura 1. Esquema general del motor Arriel 2B

El arranque del motor se realiza por medio del starter-generator, que alimentado por una fuente externa de potencia, o por la propia batería de a bordo, y conectado a la caja de accesorios, inicia el movimiento del tren de engranajes de esta caja y del eje del generador de gas a través del árbol de entrada a la caja de accesorios.

Una vez el motor en funcionamiento este eje de entrada a la caja de accesorios transmite el movimiento del eje del generador de gas a los elementos conectados a la caja: bombas de combustible, generador de corriente continua, bombas de aceite, alternador y rueda fónica.

Se presenta en la siguiente figura este acoplamiento entre el eje del generador de gas y la caja de accesorios con mayor detalle.

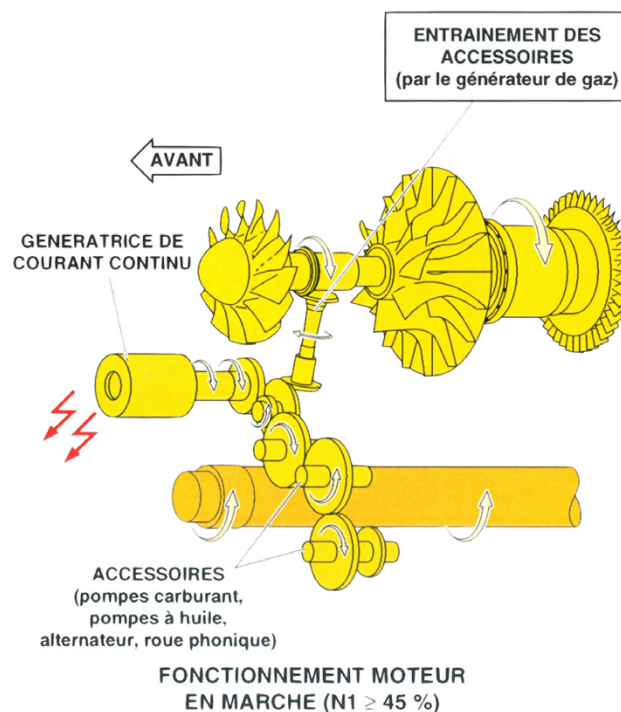


Figura 2. Funcionamiento de la caja de accesorios del motor (Módulo M01)

1.3.4. Procedimientos de vuelo y mantenimiento

1.3.4.1. Procedimientos del Manual de Vuelo

El Manual de Vuelo, en la Sección 3, de procedimientos de emergencia, indica que si se enciende la luz ámbar del panel central de avisos de «Partículas metálicas en el circuito de aceite del motor» («Engine Chip») la acción del piloto debe ser proceder a aterrizar tan pronto como sea posible, quedando expresamente prohibido despegar nuevamente hasta no haber cumplimentado las instrucciones del Manual de Mantenimiento del fabricante.

1.3.4.2. Procedimientos de mantenimiento

El Manual de Mantenimiento del fabricante, en su capítulo «Partículas en el circuito de aceite» indica:

a) Los componentes donde pueden encontrarse partículas:

1. Tapones magnéticos mecánicos.
2. Tapón magnético eléctrico.
3. Elemento filtrante del circuito de aceite.
4. Rejilla del filtro.

- b) El método para obtener muestras del aceite y de las partículas, dando instrucciones para que se manden analizar en laboratorio especializado y autorizado en caso de que sea necesario si de la inspección visual de las partículas no es posible obtener una conclusión.
- c) Un esquema sobre las acciones a tomar (Tabla de Decisiones) según el tipo de partículas encontradas.

La identificación de las partículas se realiza en función del componente donde han sido localizadas (filtro, rejilla o tapones magnéticos) y según su naturaleza y aspecto:

- Caucho, pintura, hilos, pasta o juntas.
- Arena, depósitos vegetales.
- Carbón.
- Metálicas no magnéticas.
- Magnéticas oscuras.
- Magnéticas brillantes.

En este caso las partículas eran metálicas magnéticas y brillantes, habiendo sido encontradas en el tapón magnético del Módulo 01. Con estos datos, las acciones a tomar que refleja el manual de mantenimiento serían las de reemplazar los módulos M01 y M02 antes de poner en vuelo de nuevo el helicóptero sin necesidad de esperar resultados de análisis de aceite.

1.4. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

Dos de las palas del rotor principal no presentaban daños y la tercera tenía el extremo roto por su impacto con el cono de cola, lo que indica que al llegar al suelo el rotor giraba a muy pocas revoluciones. Las palas del rotor de cola, que solo presentaban los testigos de punta de pala doblados, indican la misma condición en el impacto.

En el motor, el eje del generador de gas giraba libremente y la turbina libre y eje de potencia tampoco estaba bloqueado y transmitía movimiento a la caja principal de engranajes del helicóptero.

El VEMD («Vehicle and Engine Multifunction Display») presentaba indicación de que las revoluciones de la turbina de potencia y de la turbina de gases del motor eran prácticamente cero y un anuncio de fallo del FADEC.

1.5. Ensayos e investigaciones

1.5.1. *Desmontaje e inspección visual del motor*

El motor fue desmontado del fuselaje, una vez rescatado el helicóptero de entre la maleza, pudiéndose comprobar que no tenía mas daños que dos marcas de impactos,

uno en la tobera de salida de gases y el otro en el tubo de protección del eje de potencia del Módulo 01.

En la inspección se observó que el tapón magnético («Magnetic Plug») del Módulo 01 presentaba gran cantidad de partículas que lo obstruían y en el eléctrico («Electrical magnetic Plug») sólo había algunas partículas.

Se comprobó que el eje del conjunto compresor-turbina de gases giraba libremente, pero sin transmitir movimiento a la caja de accesorios, por lo que el problema parecía ser de la conexión o continuidad entre el eje del motor y la caja de accesorios.

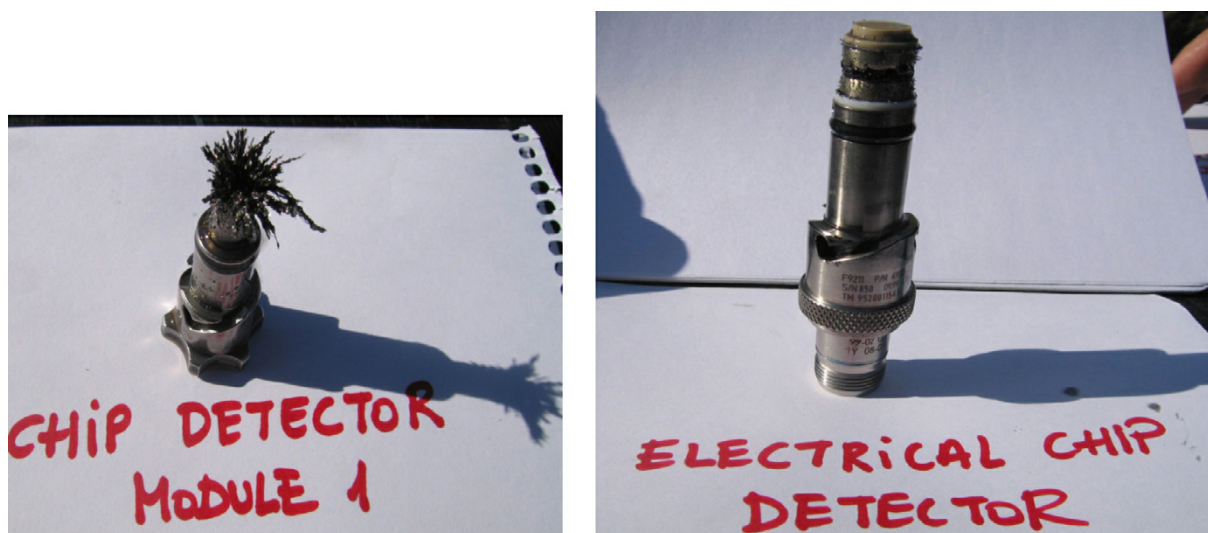


Foto 2. Partículas de los detectores («chip detectors»)

1.5.2. Examen detallado del motor

El motor fue enviado a las instalaciones del fabricante para examen y análisis detallado.

En la apertura del motor se encontró en el Módulo M01 la rotura del engranaje cónico («driven bevel gear») (véase figura 3), que transmite potencia del generador de gas a la caja de accesorios y dañado su par, el piñón de 23 dientes («accessory drive bevel gear thrust»). De otra parte se encontró muy dañado el cojinete del eje de ese piñón («Drive gear upper thrust bearing») (véase figura 3). El eje estaba descamado, con desprendimiento de material y mostraba una excesiva holgura axial, bastante mayor que la prevista. El desacoplamiento entre el generador de gas y la caja de accesorios habría provocado la parada del motor en vuelo al quedar interrumpido el funcionamiento de la bomba de combustible.

La rotura del anillo dentado del engranaje de 41 dientes resultaba de la fatiga que se inició y propagó radialmente en el borde y el fondo del diente, en el lado de menor diámetro.

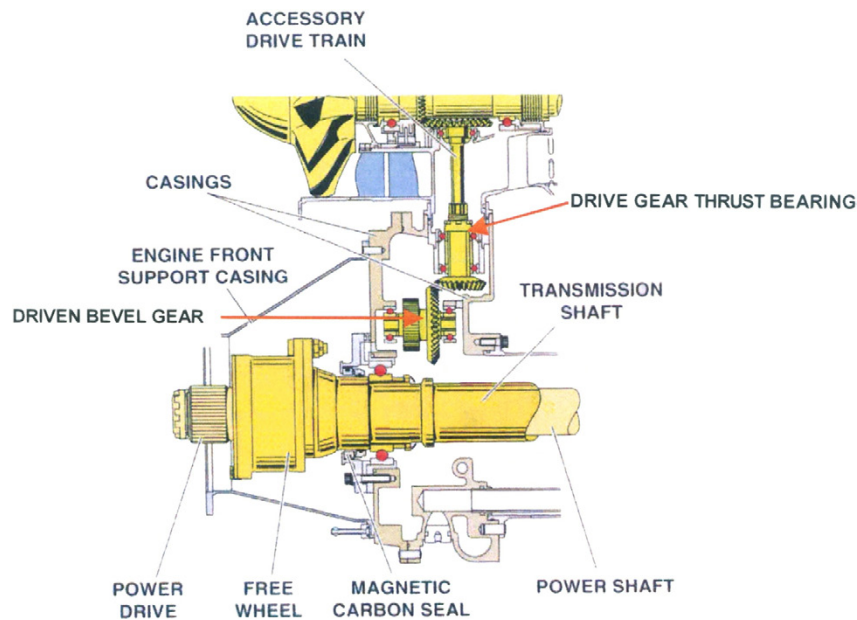


Figura 3. Detalle del Módulo 01

La origen de esta rotura estuvo en el deterioro del cojinete del eje del piñón superior («Drive gear upper thrust bearing») que permitió un gradual incremento del juego axial, generando un desplazamiento del contacto entre los dientes de los engranajes y produciendo unos momentos secundarios de flexión en ellos. Esta sobrecarga cíclica en la zona de contacto del engranaje causó el inicio de grietas en la base de estos dientes. Las grietas se propagaron hasta los bordes y completaron la rotura completa del engranaje.

Como se ha dicho en 1.4.2, el laboratorio del fabricante examinó e identificó en fechas posteriores al accidente las partículas recogidas a las 741,9, 753,5 y 759,5 h de de vuelo del tapón magnético del Módulo M01. Todas ellas eran partículas metálicas magnéticas brillantes y correspondían al material con el que se fabrican los cojinetes, y no hallaron partículas metálicas procedentes de engranajes. Esto indica que todas las partículas encontradas en el aceite, los días anteriores al accidente, fueron generadas por la degradación del mencionado cojinete, no presentando trazas de daño o desgaste ningún tipo de engranaje.

1.5.3. Antecedentes de averías en este tipo de motor

Respecto a los antecedentes de fallos en este tipo de motor, el fabricante informó que tenían constancia de casos de rotura del engranaje cónico en el Módulo 01 de motores Arriel 1, aparecidos todos ellos antes de 100 horas de funcionamiento y todos relacionados con un procedimiento de montaje erróneo. Como consecuencia de ello, se había emitido una modificación en el procedimiento de montaje, identificada como

TU302 en los Arriel 1 y Tu61 en los Arriel 2, y se había impartido entrenamiento a los centros autorizados.

En 2003 ocurrió con un Arriel 2, también con pocas horas de funcionamiento, una rotura muy parecida a la de este caso y fue originada por un montaje incorrecto de una arandela.

El del accidente era el segundo caso, que se diferencia de los demás en el tiempo de operación del motor, superior en este caso a las 700 h. El tiempo de funcionamiento (potencial) de estos motores hasta revisión general (overhaul) es de 3.000 h.

Por otro lado el fabricante informó que los motores Arriel, en sus diferentes versiones, se han fabricado 6.700 unidades y acumulan más de veinte millones de horas de funcionamiento.

1.6. Información sobre organización y gestión

El helicóptero volaba durante la campaña de extinción de incendios forestales de verano bajo un contrato de alquiler («Wet lease») con tripulación y mantenimiento a cargo del operador Helicopters A.R., con la supervisión/garantía de la compañía arrendadora Coyotair, según las normas establecidas en la Resolución de 27 de mayo de 2003 de la DGAC (BOE, 139) relativa al uso por las compañías españolas de aeronaves de matrícula extranjera en operaciones de extinción de incendios forestales.

Esta Resolución establece las condiciones para las aeronaves arrendadas temporalmente con tripulación o sin ella, así como los requisitos técnicos que deben demostrarse previa a la concesión y las obligaciones que recaen sobre la compañía arrendataria. En su artículo cuarto apartado 2 b) indica que «la operación de la aeronave habrá de estar garantizada tanto desde el punto de vista operacional como de mantenimiento». Para cumplir con este requisito se impone la obligación del arrendatario de controlar y supervisar la operación y el mantenimiento del operador.

Después del primer hallazgo de partículas metálicas en el tapón magnético el día 7 de agosto, hubo intentos infructuosos a través de la dirección ejecutiva del operador de obtener asistencia técnica de representantes del fabricante, consultando si era precisa la sustitución del módulo M1. Por indisponibilidad de personal debido a vacaciones, hasta el día 15 de agosto no se logró establecer un contacto entre fabricante y operador que permitiera atender y conocer el problema.

Durante la investigación de este evento se pudo comprobar que en el ámbito de la dirección ejecutiva del operador se tomaban decisiones técnicas relativas a la operación y al mantenimiento del helicóptero.

2. ANÁLISIS

2.1. Proceso de fallo del motor y antecedentes

Al abrir el motor, concretamente el Módulo M01, y encontrar la rotura del engranaje cóncode 41 dientes («driven bevel gear») y dañado su par, el piñón de 23 dientes («accessory drive bevel gear thrust»), que dio lugar a la pérdida del acoplamiento entre el generador de gases y la caja de accesorios, anulando el funcionamiento de la bomba de combustible, se obtuvo la causa de la parada del motor en vuelo y que estaba en total concordancia con el desarrollo del accidente. Estas evidencias confirmaban que los avisos del detector de partículas, ante los que se podría haber tomado acciones contundentes, habían anticipado el fallo del motor.

El daño y rotura de los engranajes se debió al fuerte deterioro del cojinete del eje del piñón («drive gear thrust bearing») que permitió un incremento del juego axial. El examen en laboratorio de las partículas recogidas en el aceite del motor tras los primeros avisos en los días anteriores al accidente confirmaron a posteriori que se inició el proceso con la degradación del cojinete.

El deterioro del cojinete se produjo como consecuencia de la aplicación de una fuerte carga axial que pudo sobrevenir por un defecto de montaje o de alguna anomalía en el funcionamiento de la pieza. Sin embargo, la información recopilada en el examen del motor no permitió concretar ese origen:

- No se encontraron desajustes, que pudieran achacarse a no conformidades durante el montaje del tren de engranajes.
- No había signos de desgaste en las ranuras de los 23 dientes del piñón.
- Los otros cojinetes que constituyen el conjunto estaban en buenas condiciones y su estado de lubricación parecía adecuado.

Pueden enumerarse como más probables hipótesis que produzcan este tipo de daño las siguientes:

- Golpes en el cojinete durante su montaje.
- Contaminación del cojinete durante las primeras horas de operación.
- Fatiga temprana (juvenil) del cojinete en condiciones normales de operación.

No ha podido precisarse si alguna de estas circunstancias ha intervenido en el presente caso. Los fallos conocidos por el fabricante del motor que pudieran tener cierta similitud con el ocurrido en este accidente se refieren a roturas del cojinete «drive gear thrust bearing» dentro de las 100 h de funcionamiento del motor y estuvieron relacionados con montajes erróneos que el fabricante creyó subsanar mediante modificaciones al diseño que estaban incorporadas en el caso de esta aeronave. En este mismo motor había sido necesario sustituir y reparar el módulo M01 por fallos de potencia muy al inicio de su

vida, a las 75,8 h de funcionamiento, lo que podría apuntar en ese momento a deficiencias de montaje. Sin embargo, habían transcurrido más de 600 horas desde que se volviera a instalar de nuevo ese módulo en el motor cuando se produjo su fallo, por lo que resulta más difícil identificar el problema con un montaje incorrecto a tenor de los antecedentes conocidos. Ahora bien, los hechos revelan que con este tipo de fallo puede sobrevenir una parada de motor casi inmediata (en un lapso de tiempo no superior a los 5 seg.) y por tanto, requerirse un aterrizaje de emergencia. La incertidumbre en el origen del fallo del cojinete con estas consecuencias aconseja tomar medidas de seguridad para evitar que se repita un evento similar en otro motor de este tipo y que deberían partir del ámbito del fabricante, revisando los factores del diseño que puedan estar potencialmente implicados, por lo que se emite una recomendación al respecto.

2.2. Condiciones de operación y mantenimiento en las que se desarrollaba la actividad del helicóptero

El aspecto que presentaban las partículas que se recogieron del tapón magnético del módulo M01 tras los avisos en vuelo ocurridos los días 7 y 15 de agosto, previos al accidente, hubiera requerido la interrupción de las operaciones del helicóptero de acuerdo con las instrucciones de los manuales de vuelo y de mantenimiento. Se trataba de partículas metálicas magnéticas brillantes que podían haber sido reconocidas sin necesidad de análisis detallado en laboratorio.

Las acciones tomadas por el operador, enviando las muestras de aceite y de las partículas a un laboratorio para examen, pidiendo el apoyo técnico a distancia del fabricante, cambiando el aceite y filtros y chequeando la presencia de partículas periódicamente, no resultaron conservativas para evitar el accidente. No parece que existiere una valoración previa, por personal cualificado, de la tipología de las partículas encontradas en el aceite antes de tomar esas decisiones.

El mantenimiento general del helicóptero aparentemente se había cumplimentado de forma correcta, pero la falta de anotaciones en los registros (partes de vuelo, libros de aeronave y de motor) con las apariciones de aviso de partículas en el circuito de aceite del motor, permite dudar también de la existencia de buenos mecanismos en el seno del operador para el mantenimiento de la aeronavegabilidad.

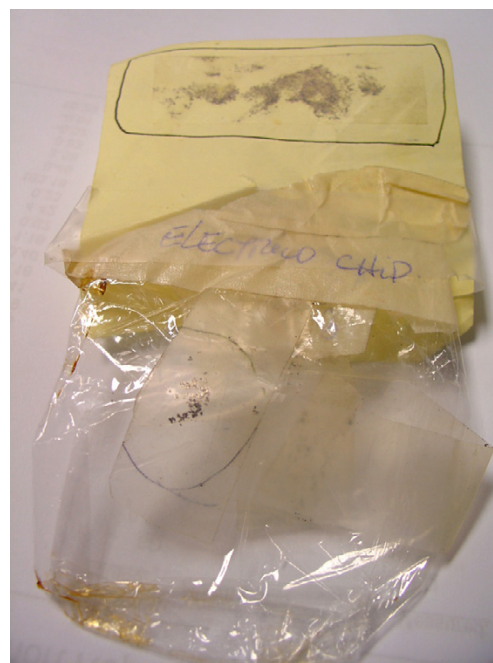


Foto 3. Partículas metálicas recogidas el 07-08-2005

Sería cuestionable, por tanto, la capacidad del operador por un lado, sobre todo al enfrentarse a problemas técnicos en situación de indisponibilidad de personal adecuado, y la capacidad por otro lado, para controlar el mantenimiento del operador por parte de la empresa arrendataria. Todas estas deficiencias hacen necesario la emisión de recomendaciones de seguridad dirigidas a las autoridades de aviación civil respectivas con el objetivo de mejorar las prácticas en el entorno de la compañía operadora y de la arrendataria.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

1. La operación se desarrollaba en base a un contrato de alquiler («Wet lease») con operación y mantenimiento a cargo del operador Helicopters A.R., con la supervisión/garantía de la compañía arrendataria Coyotair, según las normas establecidas en la Resolución de 27 de mayo de 2003 de la DGAC de España.
2. La tripulación y personal de mantenimiento tenía sus licencias en vigor.
3. La documentación de aeronave y motor estaba aparentemente correcta, pero no estaban anotados los dos avisos de chip detector y la recogida de partículas en los tapones magnéticos.
4. La degradación del cojinete afectado del Módulo M01 venía siendo avisada por el polvo fino, dos avisos del detector de partículas y dos apariciones de partículas en los tapones magnéticos.
5. No se siguieron los procedimientos del manual de mantenimiento del fabricante ante la aparición de estas anomalías en la operación.

3.2. Causas

La causa del accidente fue el fallo del motor en vuelo por rotura de un engranaje en el módulo que conecta el eje de transmisión de potencia y la caja de accesorios.

Antes del fallo se habían producido dos avisos en el sistema de detección del motor que no fueron abordados según lo especificado en los manuales de vuelo y de mantenimiento del fabricante.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

REC 02/08. Dadas las carencias en la toma de decisiones ante los dos avisos del «chip detector» y evaluación de las partículas recogidas, tipificados en el manual de mantenimiento del fabricante, así como la ausencia de anotaciones en los registros de la aeronave, se recomienda a la Autoridad aeronáutica de

la República Argentina que reevalúe la idoneidad técnica y operativa de la compañía Helicopters AR.

REC 03/08. Teniendo en cuenta que falló el control y supervisión del mantenimiento sobre el operador de la aeronave efectuado por la compañía arrendadora, se recomienda a la DGAC de España que revise las condiciones en las que la compañía Coyotair asegura el control del mantenimiento sobre las aeronaves arrendadas temporalmente.

REC 04/08. Ante el desconocimiento acerca del origen del deterioro del cojinete, causante de la avería y teniendo en cuenta que las más probables hipótesis de ello son las siguientes:

- a) Golpes en el cojinete durante su montaje.
- b) Contaminación del cojinete durante las primeras horas de operación.
- c) Fatiga temprana (juvenil) del cojinete en condiciones normales de operación.

Se recomienda al fabricante del motor, Turbomeca, que revise la necesidad de modificar el diseño, fabricación o montaje del conjunto de eje de entrada de potencia a la caja de accesorios del motor modelo Arriel 2B.

El Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile discrepa con esta recomendación de seguridad, ya que según su criterio este modo de fallo del motor no se considera un tema de aeronavegabilidad sino sólo de fiabilidad porque existe un sistema de detección y aviso que permite al piloto tomar una acción apropiada.