



Notas sobre la conservación de los motores de aviación

Comandante BOENTE, Ingeniero Aeronáutico.

Trataremos de exponer brevemente en estas líneas las precauciones que deben tomarse cuando sea necesario que un motor de aviación permanezca más o menos tiempo sin prestar servicio, por quedar almacenado en espera de utilización o preparado para ser transportado a algún punto alejado, sobre todo si se trata de transporte marítimo o por otras circunstancias análogas.

También nos ocuparemos sucintamente de los motores útiles que, una vez montados sobre el avión, deben permanecer largo tiempo sin prestar servicio por motivos especiales.

En este trabajo no consideraremos, en principio, el entretenimiento de los motores de los aviones pertenecientes a las unidades aéreas y que se encuentran en vuelo o pequeña reparación.

Todo motor del Servicio que deba ser almacenado tendrá una de las siguientes precedencias: a) Motor nuevo procedente de fábrica. b) Motor recién reparado o revisado. c) Motor pendiente de reparación o revisión, desmontado del avión correspon-

diente, y que debe quedar almacenado hasta que se empiece la reparación o revisión.

En todos los casos anteriores a la operación de almacenaje precederá un rodaje más o menos prolongado del motor, y la preparación de aquella operación deberá ser lo más inmediata posible a la terminación del rodaje.

Como puede comprenderse, cuando el motor deba entrar en servicio inmediatamente después del rodaje en banco, no será necesario llevar a cabo la preparación para el almacenaje que se detalla a continuación.

Nos referiremos especialmente a los motores del Servicio de tipo radial refrigerados por aire y que utilizan gasolinas etiladas, a pesar de lo cual la generalidad de lo que sigue puede aplicarse a cualquier clase de motor de avión.

La exposición la dividiremos en las partes siguientes:

- 1.^a Manipulaciones previas para evitar la corrosión de las piezas metálicas.
- 2.^a Elementos protectores contra la humedad y preparación final.

3.^a Entretienimiento de los motores almacenados.

4.^a Características y ensayos de materiales anticorrosivos y deshidratantes.

Manipulaciones previas para evitar la corrosión de las piezas metálicas.—Como primera operación debe llevarse a cabo un lavado externo del motor; pero antes es preciso observar con el mayor cuidado si existen pérdidas de aceite, pues en caso afirmativo indicarían la presencia de conexiones o tuercas mal apretadas, por las cuales podría tener acceso la humedad durante el almacenaje. Una vez apretadas dichas conexiones o tuercas, el motor debe lavarse externamente utilizando petróleo, o mejor aceite blanco del utilizado para hornos u otra fracción equivalente de la destilación del petróleo, con objeto de hacer desaparecer los restos de aceite y grasa y la suciedad en general.

Durante esta operación, las magnetos y el resto del equipo eléctrico no deben entrar en contacto con el líquido de limpieza.

A continuación deben quitarse las bujías, que deberán almacenarse por separado una vez limpias y después de haber verificado la separación de los electrodos, envolviéndolas convenientemente en papel aceitado o parafinado. En las aberturas de las bujías van colocadas unas piezas de forma análoga a éstas, construidas huecas de material plástico transparente y rellenas de una sustancia deshidratante. La parte de estas piezas que corresponde al motor lleva una serie de taladros que establecen la comunicación de la sustancia deshidratante con el interior del motor.

Los terminales de las bujías deben protegerse convenientemente.

Después de haber llevado a cabo el rodaje en banco, o el último vuelo o rodaje del motor montado sobre el avión, es necesario inyectar mezcla anticorrosiva a través de las aberturas de las bujías de cada cilindro, con el émbolo situado en la base de su carrera. Esta operación se llevará a cabo dentro de las dos horas siguientes al final del último rodaje, y se introducirá la cantidad de mezcla anticorrosiva suficiente para que queden completamente recubiertas las paredes de los cilindros. La mezcla anticorrosiva, cuyas características se indican más adelante,

puede calentarse de 40° a 95° para facilitar su aplicado.

Esta operación es la más urgente, y debe llevarse a cabo dentro del citado plazo de dos horas. Las operaciones que se indican a continuación, aunque son desde luego necesarias, no son tan urgentes, y pueden realizarse dentro de las veinticuatro horas siguientes.

La primera operación que debe llevarse a cabo después de lo indicado anteriormente es la de quitar el aceite del motor, operación que se realiza con mayor facilidad cuando el motor está todavía caliente. Para ello se quitarán todos los tapones, observando si en alguno de ellos o en algún filtro existen materias extrañas o partículas metálicas. Terminado el vaciado, se colocarán los filtros y tapones, perfectamente limpios.

A continuación deben quitarse las tapas de los balancines, inyectando la cantidad de mezcla anticorrosiva necesaria para que queden recubiertos los balancines, los muelles de válvula, etc. También debe inyectarse mezcla anticorrosiva a través de las lumbreras de escape, de tal manera que queden perfectamente recubiertas las cabezas de dichas válvulas, haciendo la operación con la válvula completamente abierta. Una vez terminada esta operación, las aberturas de escape deben taparse con los obturadores correspondientes, que se describen más adelante.

También deben protegerse con mezcla anticorrosiva los otros elementos fundamentales accesibles, como, por ejemplo, el cojinete axial principal, para lo cual será necesario quitar las tapas correspondientes.

A continuación debe inyectarse mezcla anticorrosiva a través de los pasos de aceite, utilizando para ello, si es posible, la propia bomba de aceite del motor. Esta operación se realizará sin las bujías anteriores, o bien disponiendo en las aberturas de las bujías tapones taladrados adecuados. Se inyectará mezcla anticorrosiva durante cinco a diez minutos en la cantidad suficiente para que se llenen las conducciones y sean expulsados al exterior los restos de aceite viejo del motor. Para esto debe hacerse girar el cigüeñal por un procedimiento auxiliar (un motor eléctrico, por ejemplo, o aire comprimido), a una velocidad de 150 a 200

revoluciones por minuto. Hecho esto, se desconectará el motor auxiliar y se hará bascular el motor varias veces para que todas las superficies del interior del mismo queden perfectamente recubiertas de mezcla anticorrosiva. A continuación se vaciará el exceso de mezcla de los colectores, reemplazando después los tapones y frenándolos debidamente.

La operación siguiente tiene por objeto la protección final de las paredes de los cilindros y la protección de las válvulas.

Para ello se colocará el motor con el buje vertical y hacia arriba y se inyectará mezcla anticorrosiva por la abertura de la bujía anterior de cada cilindro, estando la válvula de admisión abierta y el émbolo en la posición inferior de su carrera. La inyección se hará mediante un pulverizador adecuado provisto de la alargadera correspondiente, y la mezcla debe depositarse uniformemente sobre las válvulas de admisión y sobre las paredes de cada cilindro. Hecho esto, gírese el cigüeñal de 6 a 10 vueltas para que queden protegidos los segmentos y vuélvase a inyectar mezcla en los cilindros para asegurar la protección final de las paredes de los mismos, sin hacer girar el cigüeñal.

A continuación se colocarán los tapones deshidratantes, que se describen más adelante, en todas las aberturas de las bujías, uniendo a ellos los terminales. Hecha esta operación, no se girará el cigüeñal por ningún motivo.

Como puede comprenderse, la envoltura de los tapones deshidratantes no debe quitarse hasta el momento de montarlos, pues en caso contrario absorberían humedad prematuramente.

La superficie estriada del buje debe recubrirse perfectamente con mezcla anticorrosiva, disponiendo además un tapón protector de la rosca anterior. Las estrías deben recubrirse después con papel aceitado exento de ácidos, que debe sujetarse con cinta adhesiva.

Todas las aberturas, tales como entradas y salidas de aceite, conexiones diversas, etcétera, deben taparse con tapones herméticos de un material que resista a la mezcla anticorrosiva.

Las tapas de las aberturas correspondien-

tes a los accionamientos de los accesorios deben quitarse con objeto de recubrir dichos accionamientos con mezcla anticorrosiva. Si las tapas originales no quedan perfectamente herméticas, será preciso reemplazarlas por otras que deben ser, como antes, de un material que no sea atacado por la mezcla anticorrosiva.

Los accesorios que no van unidos al motor se embalarán convenientemente, preparándolos adecuadamente. Las partes sin pintar se recubrirán con mezcla anticorrosiva. Los mecanismos delicados que utilicen un lubricante especial irán engrasados con la cantidad estrictamente necesaria del mismo. Después se envolverán en papel aceitado y se introducirán en la caja correspondiente.

El carburador requiere una preparación cuidadosa si se quiere evitar que sufra los inconvenientes ajenos a la corrosión. Debe recubrirse convenientemente con mezcla anticorrosiva, utilizando después los deshidratantes y elementos protectores exteriores, en forma análoga a la preparación final del motor, que se describe más adelante. El carburador debe prepararse y embalsarse individualmente.

Las magnetos deben prepararse también con el mayor cuidado. Se limpiarán los contactos y cualquier traza de aceite o grasa que pudiera haber en el interior de las cajas de los ruptores, empleando para ello como disolvente el tetracloruro de carbono. Algunas magnetos llevan las juntas de las uniones especialmente preparadas contra la humedad. En caso contrario es conveniente hacer herméticas dichas uniones, utilizando una pasta o cera adecuada.

Elementos protectores contra la humedad y preparación final.—En las aberturas correspondientes a las bujías deben adaptarse unos tapones roscados huecos de material plástico transparente y que tienen una forma parecida a las propias bujías. Estos tapones tienen en su interior sílice gelatinosa u otro deshidratante análogo, que tiene por objeto absorber la posible humedad del interior de culatas y cilindros, ya que dichos tapones llevan unos taladros que ponen en comunicación la sustancia deshidratante con el interior de dichos cilindros. Es conveniente utilizar sílice gelatinosa, ya que esta sustancia cambia de coloración al absorber hu-

medad, y podemos, en todo momento, saber, puesto que el tapón es transparente, si el deshidratante es o no efectivo. También deben disponerse tapones deshidratantes en lugar de los tapones ordinarios de los colectores de aceite y partes análogas.

En los lugares del motor que se consideren más vulnerables en lo que a corrosión se refiere, deben colocarse saquitos porosos llenos de sustancia deshidratante, con un peso aproximado de 250 gramos. Estos sacos se colocarán, convenientemente atados, entre los cilindros, en la proporción de 500 gramos por cilindro; es decir, dos sacos del peso antes citado. También se dispondrá un saquito en la abertura del carburador, para lo cual habrá que quitar la tapa, volviendo a colocarla después en forma tal que quede completamente hermética; para ello se dispondrá una junta adecuada, exenta de ácidos.

Entre otros elementos protectores contra la humedad, se encuentran las tapas de material resistente al anticorrosivo, que se han citado con anterioridad, y que deben disponerse herméticamente en todas las aberturas que carezcan de tapas propias o en las cuales dichas tapas no garanticen la hermeticidad.

Para proteger contra la humedad el motor, en conjunto, se utilizan, con éxito, sacos de material plástico transparente, flexible e impermeable. Introducido el motor en el saco, se saca la mayor cantidad de aire posible, utilizando, por ejemplo, un aspirador de polvo, y se suelda la boca del saco empleando una plancha eléctrica de rodillos adecuada.

Esta operación suele hacerse con los materiales más empleados, a unos 170°. Como el material plástico se hace rígido al disminuir la temperatura, la manipulación del mismo debe hacerse a temperatura no inferior a 20°.

La introducción del motor en el saco debe hacerse después de la preparación antes citada y después de colocar los elementos deshidratantes; pero debe advertirse que utilizando dicha protección no hace falta recubrir con grasa o mezcla anticorrosiva las superficies metálicas exteriores.

Una vez que se ha soldado el saco, debe arrollarse la parte de la boca alrededor del buje, fijándola convenientemente con cinta adhesiva.

Otros elementos protectores son los indicadores de humedad, que deben colocarse en el interior del saco de material plástico; pero en una posición tal, que sea perfectamente visible a través de una abertura que lleva dispuesta la caja de madera que ha de contener el motor. Dichos indicadores suelen consistir en un trozo de cartulina con una capa de sílice gelatinosa impregnada en cloruro de cobalto, que tiene la propiedad de adquirir diversas coloraciones, conforme va adquiriendo humedad, desde el azul cobalto, cuando está seca, hasta el azul claro y rosado. En la misma tarjeta va impresa una escala de colores fijos, que nos sirven para la comparación; en dicha escala hay una raya, a partir de la cual el color corresponde a un estado de humedad que requiere una nueva protección del motor.

Como ya hemos dicho, el carburador requiere una preparación individual, y por ello, una vez engrasado, se le acoplará un saquito de 250 gramos de sustancia deshidratante, y se introducirá en un pequeño saco de material plástico, cerrándolo como hemos indicado para el motor. Si no se tiene bolsa plástica, puede envolverse el carburador y el deshidratante en papel aceitado exento de ácidos, envolviéndolo después en papel oscuro e introduciendo todo ello en un saco de papel resistente a la humedad; después de esto último, puede ya alojarse en la caja correspondiente. Los mismos procedimientos explicados para el carburador pueden emplearse para almacenar o transportar los demás accesorios, aunque quizá no sea necesario tomar tantas precauciones.

Entretención de los motores almacenados. El indicador de humedad y el color del deshidratante de los tapones transparentes de las bujías nos darán a conocer si el motor sigue o no protegido. El indicador puede verse, como hemos dicho, a través de la abertura de la caja, con lo cual la vigilancia es sumamente cómoda. Si la humedad relativa pasa del 20 por 100, nos lo acusará el indicador, debiendo entonces reemplazar todos los deshidratantes viejos, colo-

cando, además, un nuevo indicador de humedad. La frecuencia de las inspecciones de los indicadores se determinará según la experiencia y según las condiciones de la localidad.

Características y ensayos de los anticorrosivos y deshidratantes, mezclas o aceites anticorrosivos.—Algunos aceites anticorrosivos vienen ya preparados para utilizarlos directamente en el motor. En otros casos, se prepara mezclando el anticorrosivo con el aceite corriente del motor; por ejemplo, en la proporción de una parte de volumen de anticorrosivo por tres de aceite. En todos los casos, la mezcla o aceite anticorrosivo debe ser un lubricante satisfactorio con el motor de que se trate, siempre que éste no trabaje a una potencia superior al 50 por 100 de la nominal.

A continuación se indican las características y ensayos que recomienda la casa Pratt & Whitney.

El anticorrosivo, después de mezclado con el aceite, debe dar las características siguientes:

Punto de vertimiento....	6,7° C (20° F).
Viscosidad universal Saybolt, 98,9° C (210° F) ..	125 segundos como máximo.
Volatilidad.....	El contenido volátil máximo no excederá del 5 % en peso.
Punto de inflamación....	176,7° C (350° F) como mínimo.
Número de precipitación.....	0,1 % como máximo.
Índice de viscosidad. ...	95 como mínimo, utilizando en la mezcla un aceite cuya viscosidad sea de 95 a 97.
Residuos carbonosos del anticorrosivo antes de mezclarlo con el aceite.	No debe exceder del 5,5 %, y debe ser flojo y en forma de escamas.
Cenizas del anticorrosivo sin mezclar con el aceite.....	2 % como máximo.

Ensayos.—Un aceite anticorrosivo ya preparado no debe producir efectos apreciables sobre los cojinetes de un motor que ha funcionado cien horas como mínimo con dicho aceite.

La sustancia anticorrosiva que ha de mezclarse con el aceite debe ser soluble en toda clase de aceites de aviación, cuyo índice de viscosidad sea igual a 95 como mínimo.

Una muestra de anticorrosivo envejecido artificialmente no debe presentar separación de componentes antes de las veinticuatro horas al mezclarlo con un volumen igual de aceite. Para hacer este ensayo se mezclarán 50 ml. de anticorrosivo envejecido en una estufa a 93,3° C. (200° F.) durante veinticuatro horas, y dispuesto en un recipiente de forma que el espesor del líquido no sea superior a tres milímetros, con la misma cantidad de aceite, comprobando que no se produce separación alguna antes de las veinticuatro horas.

Para llevar a cabo el ensayo de humedad, se expondrán dos chapas de acero de baja dosificación de carbono de 50 por 100 milímetros, protegidas con una película de mezcla, a la acción de una atmósfera con 95-100 por 100 de humedad relativa a unos 50° C. y durante ciento cincuenta horas como mínimo. Las chapas se chorrearán antes de hacer el ensayo, y después se introducirán en la mezcla. A continuación, y antes del ensayo definitivo, se mantendrán a 25° C. y 50-55 por 100 de humedad relativa durante cuatro horas. A continuación se hará el ensayo antes citado de las ciento cincuenta horas en una atmósfera tal que el aire se renueve por completo cada doce minutos.

Después se limpiarán con gasolina, y si se observa corrosión en algún lugar situado a más de tres milímetros de los bordes, el anticorrosivo debe rechazarse.

También es necesario comprobar que el anticorrosivo retrasa la acción corrosiva del ácido bronhídrico. Para ello, introdúzcanse unas chapas como las anteriores en una emulsión en aceite de engrase al 10 por 100 de ácido bronhídrico diluido al 0,2 por 100, agitando enérgicamente durante un minuto. A continuación, déjense escurrir las chapas durante quince segundos, e introdúz-

canse después en la sustancia anticorrosiva durante treinta segundos. A continuación, mantenerlas en una atmósfera a 25° C. y 50-55 por 100 de humedad relativa durante cuatro horas, y después someterlas a la acción de una cámara húmeda a 95-100 por 100 de humedad relativa y 50° C. durante veinticuatro horas. Después de este tiempo no debe apreciarse corrosión, como en el caso anterior.

Por último, es necesario comprobar que la mezcla no produce efectos perturbadores sobre las coloraciones que adquiere la sílice gelatinosa impregnada en cloruro de cobalto al absorber humedad. Para ello, se utilizará un tapón activado adecuado, lleno de sustancia deshidratante. Haciéndole unos taladros de $\frac{1}{16}$ ", se introducirá agua destilada hasta que quede saturado, y extrayendo el exceso de agua en forma que no quede ni un gota visible. A continuación, tómense 20 gramos de sustancia anticorrosiva en un tubo adecuado de 125 ml., a cuyo cuello se ajustará perfectamente el tapón antes preparado con la parte perforada hacia abajo y aplicando colodión en la unión. El tubo se dejará en una estufa a 50° C. durante veinticuatro horas. Si la sustancia deshidratante de la parte perforada del tapón presenta una coloración diferente a la obtenida con un tapón tratado en la misma forma, pero con aceite del motor, en lugar de sustancia anticorrosiva, esta última debe rechazarse.

Conservación de los motores montados sobre aviones.—Teóricamente no debiera presentarse el caso de tener que conservar, durante largo tiempo, un motor montado sobre un avión que debe permanecer inactivo durante dicho tiempo. Lo correcto es desmontar el motor y prepararlo para el almacenaje, de acuerdo con las consideraciones hechas anteriormente.

La realidad nos ha hecho ver que existen circunstancias más o menos justificativas que exigen que un motor útil permanezca montado sobre un avión que no vuela por espacio de dos o tres años y aun más. En estas condiciones, se requiere una conser-

vación continuada del motor, que, en general, será todavía más exigente que la de los motores almacenados en sus cajas.

Dicha conservación puede llevarse a cabo por uno de los tres procedimientos siguientes, o combinación de los mismos:

a) Realizando todas las operaciones que puedan llevarse a cabo con el motor montado de entre aquellas que se han enumerado para el almacenaje del motor en su caja.

b) Haciendo funcionar el motor cada seis días como máximo con la propia gasolina etilada.

c) Rodando el motor con gasolina blanca una vez al mes.

Con relación al primer procedimiento, indicaremos que es necesaria una frecuente vigilancia, ya que, como puede comprenderse, no puede utilizarse gran número de elementos deshidratantes, y otros pierden parte de su eficacia. Además, no pueden utilizarse los sacos de material plástico, ni el indicador de humedad.

El segundo procedimiento es prácticamente imposible, ya que es antieconómico y requiere un esfuerzo excesivo del personal.

El tercer procedimiento nos parece el más viable. El rodaje se hará durante unos quince minutos, una vez al mes, con gasolina blanca, mezclada con un 4 por 100 de aceite del motor. Este deberá girar a un número de revoluciones y presión de admisión reducidos, que en los motores radiales corrientes en el servicio puede ser de 800 a 1.200 r. p. m., y una presión de admisión no superior a 700.

Para terminar, indicaremos que todo lo que precede es casi exclusivamente una labor de recopilación, que hemos expuesto por haber observado, en varias ocasiones, las dificultades que se han presentado con relación al personal y al material, las cuales podrían haberse evitado al poner en práctica, aunque sólo fuese parcialmente, los consejos que preceden.