

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 265**

51 Int. Cl.:
G01N 3/56

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09720983 .7**

96 Fecha de presentación: **25.02.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2247936**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO DE ENSAYO DE UN REVESTIMIENTO DE PIE DE ÁLABE.**

30 Prioridad:
25.02.2008 FR 0851183

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.01.2012

73 Titular/es:
Snecma
2 Bld du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

72 Inventor/es:
BASSOT, Alain;
DUDON, Laurent y
PERRIAU, Anne-claire

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 265 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de ensayo de un revestimiento de pie de álabe

El invento se refiere al campo de los revestimientos antifricción aplicados en pies de álabes de máquinas giratorias, y al control de calidad de éstos. Más precisamente, el invento se refiere a un dispositivo de ensayo de un revestimiento susceptible de revestir un pie de álabe de un rotor de turbomáquina. Puede tratarse de una turbomáquina terrestre o aeronáutica, y sobre todo de un turborreactor o de un turbopropulsor de avión.

Los álabes, y en particular los álabes de soplantes en las turbomáquinas aeronáuticas son piezas mecánicas sometidas a esfuerzos extremos. Por este motivo el pie de álabe, que es la parte de sujeción del álabe, es una parte especialmente crítica de la pieza. El pie de álabe tiene unas superficies de contacto con el disco de rotor, o asientos, que están sometidas en funcionamiento a presiones y temperaturas elevadas. Para reducir los esfuerzos, y sobre todo los esfuerzos de cizallamiento que se aplican a los asientos de los pies de los álabes se utilizan de forma conocida unos revestimientos antifricción. Estos revestimientos, denominados "antifretting" (antidesgaste), pueden ser depositados principalmente por proyección térmica. Pueden ser multicapa.

Como los fallos en los asientos de los pies de álabe, por ejemplo por la aparición de fisuras, son uno de los modos principales de fallo de los álabes, la calidad del revestimiento antifricción es esencial. Para asegurarse de la calidad de este revestimiento, y del comportamiento de este revestimiento en su interfase con el álabe propiamente dicho, se procede de manera conocida a realizar ensayos micrográficos que consisten en realizar un corte del revestimiento y del pie de álabe y examinar al microscopio el aspecto de este corte. Es también conocido ensayar la calidad del revestimiento mediante ensayos normalizados de dureza, ensayos de adherencia a tracción o a cizallamiento, o incluso efectuar mediciones de espesores.

Entre los ensayos conocidos figuran también los ensayos expuestos en los documentos EP 1.705.261, US 6.250.166, US 3.802.255 y EP 1.598.655.

No obstante, parece que estos diferentes ensayos se muestran insuficientes para distinguir los revestimientos de calidad superior con respecto a los revestimientos de calidad simplemente pasable y de hacerse una idea precisa de la vida útil y del comportamiento mecánico en servicio del revestimiento depositado en el pie de álabe.

Si se denomina ciclo de un álabe (o de un pie de álabe) el conjunto de los esfuerzos a los que está sometido durante una fase de funcionamiento (durante un vuelo en el caso de un turborreactor montado en un avión), es decir desde el arranque hasta la parada, entonces la anterior comprobación viene a decir que los ensayos actuales no permiten distinguir cualitativamente los diferentes revestimientos puesto que resisten de forma satisfactoria un cierto número de ciclos.

El objeto del invento es definir un dispositivo de ensayo de un revestimiento susceptible de revestir un pie de álabe de rotor de turbomáquina, que permita la realización de un ensayo más discriminatorio que los anteriores en cuanto a la calidad de los revestimientos ensayados, y que por tanto los resultados estén fuertemente correlacionados con las comprobaciones reales de comportamiento a lo largo del tiempo de los revestimientos de los pies de los álabes, tal como se ha comprobado en el conjunto de la vida útil de un álabe sea corrientemente de 10.000 a 15.000 ciclos.

Este objetivo se consigue gracias al hecho de que el dispositivo comprende dos semiprobetas, teniendo cada una un asiento revestido de dicho revestimiento, una contraprobeta que tiene dos asientos, y una máquina que tiene un primer sistema de sujeción para sujetar la contraprobeta según un eje de tracción, un segundo sistema de sujeción para sujetar las semiprobetas alrededor de la contraprobeta, y medios de tracción para someter los sistemas de sujeción a ciclos de tracción predeterminados según el eje de tracción, durante los cuales el esfuerzo de tracción se transmite de un sistema de sujeción al otro a través de los respectivos asientos en contacto de la contraprobeta y de las semiprobetas; y de que el segundo sistema de sujeción tiene medios de recuperación elástica que permiten la separación de las dos semiprobetas en una dirección perpendicular a la dirección de tracción en respuesta a una fuerza de separación ejercida sobre estas dos semiprobetas por la contraprobeta durante un ciclo de tracción.

El principio del ensayo así definido es fundamentalmente diferente de los ensayos anteriormente conocidos. En efecto, consiste en someter probetas revestidas a ensayos de fatiga representativos de las sollicitaciones a las que están expuestos los pies de álabes durante la vida útil del álabe. Ventajosamente, el dispositivo no requiere la utilización de álabes reales sino simplemente la utilización de semiprobetas, cada una teniendo un asiento cubierto por el revestimiento que se va a ensayar. Se observará que es perfectamente posible además que cada semiprobeta tenga no solamente uno sino varios asientos, teniendo las contraprobetas entonces un asiento correspondiente a cada uno de estos asientos de las dos semiprobetas.

Los sistemas de sujeción primero y segundo sujetan respectivamente las semiprobetas y la contraprobeta unas frente a la otra de forma que se hagan coincidir sus asientos. Los sistemas de sujeción son entonces sometidos a movimientos de tracción relativos uno con respecto a otro por medios conocidos, de forma que los asientos, y sobre todo los asientos de las semiprobetas, se sometan a unas sollicitaciones representativas de las que experimenta un pie de álabe en funcionamiento.

- 5 Estas solicitaciones son simuladas por ciclos de tracción durante los cuales se imponen a la contraprobeta unos esfuerzos en la dirección de tracción. Estos esfuerzos varían en función del tiempo siguiendo un ciclo predeterminado, denominado ciclo de tracción. Preferiblemente, para cada ciclo de tracción se hace crecer la tracción desde un valor inicial nulo, o al menos pequeño (con respecto al valor máximo) hasta un valor máximo, y después se vuelve al valor inicial. El valor inicial y el valor máximo pueden eventualmente, el uno y el otro independientemente, ser mantenidos durante un cierto periodo de tiempo. Naturalmente, se pueden considerar otros perfiles de ciclos de tracción según la forma en la que se quieran simular las diferentes fases de funcionamiento de la turbomáquina. El parámetro de velocidad de subida en carga, es decir el aumento de la fuerza de tracción por unidad de tiempo, puede también ser utilizado como variable susceptible de ser optimizada.
- 10 De manera conocida, la fijación de un álabe en un disco de rotor se realiza en general mediante un acoplamiento espiga/mortaja que forma una unión. Esta unión está constituida por una espiga dispuesta en un extremo radialmente interior del álabe, el pie de álabe, que está fijado en una mortaja prevista en la periferia del disco de rotor. Los pies de los álabes por una parte, y las espigas o protuberancias del disco de rotor formadas entre las mortajas del disco de rotor por otra parte, tienen respectivamente formas complementarias en cola de milano, y están dispuestos radialmente en sentido opuesto, de forma que se asegure la fijación mutua entre los álabes y el disco de rotor.
- 15 En una rueda de álabes, éstos están regularmente fijados en la periferia exterior del disco de rotor, que tiene de este modo tantos alvéolos de fijación y espigas en cola de milano como álabes que fijar.
- 20 Las uniones de los álabes sobre el disco de rotor forman de este modo un motivo que se repite en el sentido circunferencial y que comprende la espiga en cola de milano del disco de rotor con los dos semipiés de álabes que lo aprietan en la rueda de álabes. Éste es el motivo que reproduce la contraprobeta encerrada por las dos semiprobetas.
- 25 Como ya se ha dicho, en la máquina de ensayo integrada en el dispositivo el segundo sistema de sujeción tiene medios de recuperación elástica que permiten la separación de las dos semiprobetas en una dirección perpendicular a la dirección de tracción en respuesta a una fuerza de separación ejercida sobre estas dos semiprobetas por la contraprobeta durante un ciclo de tracción. En efecto, durante un ciclo de tracción, sobre todo cuando los asientos de las semiprobetas y/o de la contraprobeta son oblicuos, la contraprobeta se apoya sobre las semiprobetas y puede tender a separar las semiprobetas en una dirección transversal perpendicular a la dirección de tracción. Para impedir esto, ventajosamente el segundo sistema de sujeción tiene los medios de recuperación elástica antes citados, que permiten mantener las posiciones relativas de la contraprobeta y de las semiprobetas que sean representativas de las posiciones reales del pie de álabe y de una espiga de un disco de rotor en una turbomáquina.
- 30 Según un modo de realización los asientos de las semiprobetas son oblicuos con respecto al eje de tracción, de forma que sean representativas de la forma de los asientos de un pie de álabe de rotor de turbomáquina. Por lo tanto, el ángulo formado por el asiento de las semiprobetas es representativo del que forma un asiento del pie de álabe en una turbomáquina con respecto a la dirección radial de éste. Ventajosamente, el ángulo de los asientos con respecto a la dirección de tracción puede ser próximo a 45°; más generalmente este ángulo puede variar entre 30° y 60°.
- 35 Además, las semiprobetas pueden ser representativas de un pie de álabe no solamente por la forma de sus asientos sino también por su material. Por lo tanto, habitualmente se fabrican las semiprobetas del mismo material que el pie de álabe, normalmente de una aleación a base de titanio o de níquel.
- 40 Por las mismas razones se podría igualmente elegir un material idéntico al del disco de rotor para la contraprobeta, bien igualmente de una aleación a base de titanio o de níquel. Esto permite una representación más fiel del comportamiento del pie de álabe con respecto al disco de rotor.
- 45 Según un modo de realización los asientos de la contraprobeta son oblicuos con respecto al eje de tracción, de forma que sean representativos de la forma de los asientos de una espiga de un disco de rotor de turbomáquina. Por lo tanto, el ángulo formado por el asiento de la contraprobeta es representativo del que forma un asiento de espiga de un disco de rotor en una turbomáquina con respecto a la dirección radial de ésta. Debido a esto la solicitación que el asiento de la contraprobeta aplica a la semiprobeta es representativa de la que el asiento de una espiga de un disco de rotor aplica al asiento del pie de álabe en una turbomáquina. Preferiblemente, los asientos de la contraprobeta están inclinados un ángulo comprendido entre 30° y 60°, y por lo general se fija un ángulo cercano a 45°.
- 50 Según un modo de realización los medios de recuperación elástica tienen al menos una barra constituida por un material elástico, que se deforma permaneciendo en su campo de deformación elástica durante los ciclos de tracción. La barra posee así una cierta capacidad de deformación que permite a la máquina representar, simular las deformaciones constatadas de forma efectiva en funcionamiento en la turbomáquina, cualesquiera que sean las deformaciones del pie de álabe y/o de la espiga un de disco de rotor. Gracias a esta posibilidad de separación de las
- 55

dos semiprobetas, la representatividad de los resultados obtenidos gracias al dispositivo de ensayo es aún aumentada.

5 Según una variante del modo de realización anterior el segundo sistema de sujeción tiene dos montantes paralelos al eje de tracción y que sirven para mantener las dos semiprobetas, uniendo dicha barra estos montantes según una dirección perpendicular al eje de tracción. Los dos montantes paralelos al eje de tracción, en la proximidad de las semiprobetas, permiten garantizar la sujeción en posición de éstas durante los ciclos de tracción. Por esto es preferible que las semiprobetas sean respectivamente alargadas, para facilitar su bloqueo en rotación.

10 Por otra parte, como los esfuerzos de separación en una dirección transversal a la dirección de tracción pasan por dicha al menos una barra, se puede dimensionar ésta fácilmente en función de los esfuerzos de extensión que está llevada a experimentar y de alargamiento considerado como admisible por el efecto de estos esfuerzos.

Según una variante del modo de realización anterior, el dispositivo de ensayo tiene además unos medios de medida de la separación de las semiprobetas durante el ensayo. De este modo es posible en cualquier momento asegurarse de que las posiciones relativas de la contraprobeta y de las semiprobetas se correspondan bien a lo que ha sido previsto.

15 Según un modo de realización las semiprobetas tienen en la proximidad de sus asientos una forma representativa de semipiés de álabes de rotor de turbomáquina, y el eje de tracción está dispuesto sensiblemente según la dirección radial de los semipiés de álabes. Esta disposición permite que las semiprobetas sean ensayadas en unas condiciones que reproduzcan fielmente las condiciones de funcionamiento y de sollicitación reales. Además, la simulación del comportamiento del revestimiento del pie de álabe no se limita a la zona propiamente dicha de revestimiento, sino que integra la parte del pie de álabe situada en la proximidad del o de los asientos.

20 Según un modo de realización, igualmente la contraprobeta tiene en la proximidad de sus asientos una forma representativa de la forma de una espiga de un disco de rotor de turbomáquina. En este caso la acción de la contraprobeta que reproduce la de la espiga de un disco de rotor sobre el pie de álabe es más realista, pues es apta para reproducir el comportamiento de la espiga de un disco de rotor, no solamente en la proximidad inmediata del o de los asientos, sino en toda la parte de la espiga situada en la proximidad de los asientos, es decir habitualmente todo el extremo de la contraprobeta en forma de espiga.

25 Se observará que en el dispositivo, de una manera más o menos fiel según el modelo de realización escogido, las semiprobetas que están enfrentadas son asimilables a las caras opuestas de un pie de álabe, siendo la contraprobeta por su parte asimilable a la espiga de un disco de rotor que sirve para fijar el álabe sobre el rotor. Por lo tanto, mientras que en una turbomáquina es el pie de álabe el que ha sido encerrado y fijado entre dos espigas de disco de rotor, por el contrario, en la máquina del ensayo son las dos semiprobetas las que encierran a una parte y a otra una contraprobeta que representa una espiga de un disco de rotor. Se ha verificado que a pesar de esta disposición aparentemente invertida, se obtiene una excelente representatividad de los resultados.

30 Según un modo de realización, el lado de las semiprobetas situado en el lado de la contraprobeta está sin contracamisas. Éstas son por tanto económicas ya que pueden ser mecanizadas simplemente en un mecanizado de tres ejes. Sucede lo mismo en la contraprobeta. Las semiprobetas pueden igualmente además tener una forma exterior convexa en el lado de la contraprobeta.

Finalmente, se observará que además los desplazamientos de las probetas según la dirección de tracción pueden ser medidos y registrados por un sistema de medida del desplazamiento como un comparador o una galga.

35 El invento se comprenderá bien y sus ventajas aparecerán mejor tras la lectura de la descripción detallada que sigue, y de los modos de realización representados a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos anejos, en los que:

la figura 1 es una vista en sección axial de un dispositivo de ensayo según el invento;

40 las figuras 2A y 2B son vistas en sección de la parte central de este dispositivo, respectivamente de frente y de lado; y

la figura 3 es una vista en sección axial de zonas de asientos de la contraprobeta y de las semiprobetas del dispositivo de ensayo.

45 Haciendo referencia a la figura 1, a continuación se describe un dispositivo de ensayo 10 de un revestimiento susceptible de ser aplicado en un pie de álabe según el invento. Este dispositivo 10 tiene una máquina que principalmente tiene una estructura portante 12 generalmente constituida por un bastidor soldado mecánicamente. Esta estructura portante 12 soporta dos sistemas de sujeción 20 y 30.

El primer sistema de sujeción 20 situado en la parte baja de la máquina tiene una columna fija 29 que sujeta en posición la contraprobeta 22. Dicha contraprobeta 22 tiene un taladro por el que pasa un eje 26 del primer sistema

de sujeción, eje gracias al cual la contraprobeta 22 está sujeta cualesquiera que sean las solicitaciones de tracción que actúen sobre ella.

El segundo sistema de sujeción 30 sirve para sujetar en posición dos semiprobetas 32. Este segundo sistema de sujeción 30 tiene una viga móvil 39 puesta en movimiento alternativo de traslación rectilínea en la dirección vertical según la doble flecha A para un actuador lineal 14 o cualquier otro medio de actuación equivalente. Esta viga 39 está guiada en su movimiento alternativo de traslación por las guías de deslizamiento 16. El sistema de sujeción 30 tiene además medios para unir rígidamente las semiprobetas 32 con respecto a la viga 39, que tienen sobre todo los montantes 38 anteriormente citados.

Las características del actuador lineal 14 se eligen de forma que éste pueda imprimir al segundo sistema de sujeción 30 con respecto al primero 20 unos movimientos de traslación que sean representativos de los que efectúa un álabe, y más precisamente el pie del álabe, con respecto al disco de rotor durante el funcionamiento de la turbomáquina a la que pertenece el álabe. Estos movimientos se deben a las fuerzas centrífugas considerables recibidas por los álabes durante la rotación del motor, asimilables a una tracción radial sobre el álabe.

Habitualmente, se tiende a reproducir las condiciones de funcionamiento del pie de álabe, tanto en cuanto a los esfuerzos sobre todo radiales que le son impuestos como en cuanto a la amplitud de los movimientos del pie de álabe. La amplitud de estos últimos movimientos depende de las piezas que interactúan con el pie de álabe; siendo éstas por tanto de gran importancia para la calidad del ensayo. En la máquina presentada estas piezas son por una parte los montantes de sujeción 38, y por otra parte (en el lado interno), la contraprobeta 22 que es asimilable a la espiga del disco de rotor, encargada en una turbomáquina de la sujeción de los álabes. Se observará no obstante que el dispositivo puede ser utilizado para ensayar los revestimientos en direcciones, o con fuerzas de tracción, que sean diferentes de las condiciones habituales de solicitación del pie de álabe y de sus asientos.

Para la estructura portante 12 y el actuador lineal 14 de la máquina según el invento se pueden utilizar componentes normalizados que se utilizan habitualmente en máquinas de ensayo cíclico de tracción de piezas mecánicas. Los ciclos que hay que reproducir tienen generalmente las siguientes características: Número de ciclos, pudiendo llegar hasta 10.000 o 15.000 ciclos; fuerza máxima aplicada variando entre 15.000 y 30.000 daN.

La contraprobeta 22 tiene un agujero 24 y el primer sistema de sujeción tiene un eje 26 por el que la contraprobeta 22 es sujeta cualesquiera que sean las solicitaciones de tracción que actúen sobre ella.

Finalmente, los desplazamientos relativos a las semiprobetas con respecto a la contraprobeta son medidos y registrados por un sistema de medida 19.

Con referencia a las figuras 2A y 2B, a continuación se describe el funcionamiento de la parte central del dispositivo de ensayo según el invento. La figura 2A es una vista en sección que muestra las dos semiprobetas 32, sujetas por una parte en el segundo sistema de sujeción 30 (montantes 38), y por otra parte por la contraprobeta 22. El papel del segundo sistema de sujeción 30 es sujetar las dos semiprobetas, y más precisamente los asientos 24 de éstas, enfrente de los asientos correspondientes (ref. 25, Figura 3) de la contraprobeta 22, y transmitir a las semiprobetas 32 un movimiento alternativo de traslación con respecto a la contraprobeta 22.

La contraprobeta 22, en uno de sus extremos (el de arriba en la figura 1) muestra un bulbo relativamente simétrico cuyos lados 23 sobrepasan de forma inestable una parte y otra de su eje. Las superficies exteriores bajas (en el sentido de la figura 1) de estos lados 23 son las superficies de contacto o asientos de la contraprobeta 22. Estos asientos reproducen la forma de la espiga de un disco de rotor de la turbomáquina en la que está montado el pie de álabe. En su otro extremo la contraprobeta 22 muestra unos medios de fijación que permiten su fijación sobre la máquina de ensayo con la ayuda de los primeros medios de sujeción de ésta que sirven para sujetar y fijar la contraprobeta durante los ensayos de tracción. Estos medios de sujeción tienen aquí un taladro 24, previsto para hacer pasar un eje de fijación de la máquina de ensayo.

Los asientos 24 de las semiprobetas 32 se encuentran sobre las caras superiores inclinadas de los abombamientos 35 formados en la base de las semiprobetas 32. Estos asientos son superficies de contacto asimilables a los asientos de un pie de álabe. Cuando el segundo sistema de sujeción es solicitado en tracción hacia arriba (en el sentido de la figura 1), los respectivos asientos 24 de las semiprobetas y 25 de la contraprobeta vuelven a entrar en contacto, y al hacer esto se oponen al desplazamiento hacia arriba del segundo sistema de sujeción 30, lo que permite ensayar, poner a prueba el revestimiento 34 depositado en las asientos 24 de las semiprobetas.

Mientras que las semiprobetas 32 y la contraprobeta 22 son gastadas por los ensayos, ya que el ensayo conduce a su deformación, por el contrario, las otras piezas de la máquina son piezas reutilizables.

El segundo sistema de fijación 30 tiene dos montantes 38 paralelos al eje de tracción y que sirven para mantener las dos semiprobetas, estando cada uno fijado a una semiprobeta 32. Esta fijación puede ser hecha sobre todo gracias a los bulones 42. Los bulones 42 atraviesan de una parte a otra el montante 38 y además están fijados a través de la

semiprobeta 32 en un taladro, uno alargado o incluso uno alargado 41 que desemboca como se ha representado en la figura 2B.

5 Incluso si es posible que los dos montantes 38 estén fijados rígidamente uno a otro o incluso que no formen más que una única pieza, de todas formas pueden constituir ventajosamente partes independientes del segundo sistema de sujeción 30.

Por dos partes independientes es preciso comprender aquí que los dos montantes 38 pueden separarse lateralmente uno con respecto a otro. Esta separación se realiza en la dirección perpendicular a la dirección de tracción y perpendicular a los diferentes asientos del pie de álabe. Este grado de libertad permite reproducir mejor las condiciones de sujeción del álabe en funcionamiento.

10 Ventajosamente, la separación de las dos partes del sistema de sujeción está limitada por los medios de recuperación elástica. Estos medios de recuperación elástica están constituidos por cuatro barras metálicas 40, que se deforman durante los ciclos de tracción permaneciendo en su campo de deformación elástica. Estas barras 40 unen los montantes 38 según una dirección perpendicular al eje de tracción. Están fileteadas en sus extremos libres, de forma que sean fijadas por bulonaje.

15 Para controlar el buen funcionamiento de los ciclos de tracción a los que son sometidos los pies de álabe la máquina tiene además unos medios de medida 18 de la separación de las semiprobetas durante el ensayo. Esta medida permite asegurarse del buen funcionamiento y de la buena colocación de las diferentes piezas durante el ensayo.

20 Haciendo referencia a la figura 3, se van a precisar las formas relativas de la contraprobeta 22 y de la semiprobeta 32. Dicha semiprobeta 32 se muestra apoyada en el montante 38. La semiprobeta 32 tiene un asiento 24 que se extiende entre un punto B y un punto D. La contraprobeta tiene también un asiento 25 que está enfrente del asiento 24 de la semiprobeta 32. El asiento 24 de la semiprobeta está revestido por un revestimiento de la misma naturaleza y aplicado según el mismo método que la zona correspondiente del pie de álabe. En la posición relativa de la semiprobeta 32 y de la contraprobeta 22 no existe contacto más que en una zona de contacto que forma parte del asiento 24 de la semiprobeta, entre los puntos B y C. Naturalmente, durante el ensayo de tracción la posición de esta zona de contacto varía con respecto al asiento.

25 Como se ve en la figura 3, los asientos de la probeta 22 y de la semiprobeta 32 están dispuestos en una dirección oblicua o inclinada con respecto a la dirección E, que es la dirección de tracción. Esta inclinación es la que se encuentra al nivel de la fijación del pie de álabe en el disco de rotor. El ángulo de inclinación α está próximo a 45° .

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (10) de ensayo de un revestimiento (36) susceptible revestir un pie de álabe de rotor de turbomáquina, comprendiendo el dispositivo dos semiprobetas (32), teniendo cada una un asiento (24) revestido con dicho revestimiento, una contraprobeta (22) que tiene dos asientos (25), y una máquina de ensayo que tiene un primer sistema de sujeción (20) para sujetar la contraprobeta (22) según un eje de tracción (A), un segundo sistema de sujeción (30) para sujetar las semiprobetas (32) alrededor de la contraprobeta (22), unos medios de tracción (14) para someter los sistemas de sujeción a ciclos de tracción predeterminados según el eje de tracción, durante los cuales el esfuerzo de tracción se transmite de un sistema de sujeción al otro por medio de los asientos (25, 24) respectivos en contacto con la contraprobeta y con las semiprobetas; caracterizándose el dispositivo porque el segundo sistema de sujeción tiene unos medios (40) de recuperación elástica que permiten la separación de las dos semiprobetas en una dirección perpendicular a la dirección de tracción como respuesta a una fuerza de separación ejercida sobre estas dos semiprobetas por la contraprobeta durante un ciclo de tracción.
- 10 2. Dispositivo de ensayo según la reivindicación 1, caracterizado porque el lado de las semiprobetas (32) está situado en el lado de la contraprobeta (22) y sin contracamisa.
- 15 3. Dispositivo de ensayo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los asientos (24) de las semiprobetas son oblicuos con respecto al eje de tracción, de forma que sean representativas de la forma de los asientos de un pie de álabe de rotor de turbomáquina.
- 20 4. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los asientos (25) de la contraprobeta (22) son oblicuos con respecto al eje de tracción, de forma que sean representativos de la forma de los asientos de una espiga de un disco de rotor de turbomáquina.
5. Dispositivo de ensayo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dichos medios de recuperación elástica tienen al menos una barra (40) constituida por un material elástico, y que se deforma permaneciendo en su campo de deformación elástica durante los ciclos de tracción.
- 25 6. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el segundo sistema de sujeción (30) tiene dos montantes paralelos (38) al eje de tracción y que sirven para mantener las dos semiprobetas (32), uniendo dicha barra estos montantes según una dirección perpendicular al eje de tracción.
7. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque tiene además medios de medida (18) de la separación de las semiprobetas durante el ensayo.
- 30 8. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque las semiprobetas (32) tienen en la proximidad de sus asientos una forma representativa de semipiés de álabes de rotor de turbomáquina, y el eje de tracción está dispuesto sensiblemente según la dirección radial de dichos semipiés de álabes.
- 35 9. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la contraprobeta (22) tiene en la proximidad de sus asientos una forma representativa de la forma de una espiga de un disco de rotor de turbomáquina.
10. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la contraprobeta está formada por una aleación a base de titanio o de níquel.
- 40 11. Dispositivo de ensayo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque las semiprobetas están formadas por una aleación a base de titanio o de níquel.

FIG.1



