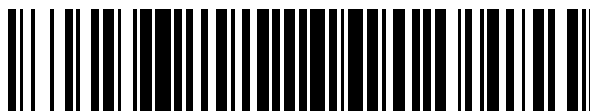


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 901**

51 Int. Cl.:

F16L 15/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2006** **E 06731115 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013** **EP 1864048**

54 Título: **Junta roscada para tuberías de acero**

30 Prioridad:

29.03.2005 JP 2005094996

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2013

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (50.0%)**

**6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP y**

**VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS FRANCE
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**IMAI, RYUICHI y
GOTO, KUNIO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 423 901 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

Junta roscada para tuberías de acero.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una junta roscada para tuberías de acero, en particular a una junta roscada para OCTG (bienes tubulares para formaciones petrolíferas) y a un método de tratamiento superficial para la misma. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención puede exhibir de manera fiable excelente resistencia a la excoiación sin estar revestida con una grasa compuesta que en el pasado se ha aplicado a las juntas roscadas cuando se conectan a OCTG. Por consiguiente, una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención puede evitar los efectos nocivos sobre el medio ambiente global y la salud humana provocados por la grasa compuesta.

15 Técnica anterior

OCTG tal como las tuberías y tuberías de revestimiento usadas en los pozos petrolíferos para la exploración de petróleo crudo y gasóleo se conectan normalmente unos a otros por medio de juntas roscadas. En el pasado, la profundidad de los pozos petrolíferos era de 2.000-3.000 metros, pero en los pozos petrolíferos profundos tales como los actuales campos petrolíferos marinos se pueden alcanzar los 8.000-10.000 metros.

En su entorno de uso, las juntas roscadas para OCTG están sometidas a fuerzas de tracción axial provocadas por el peso de OCTG y las propias juntas roscadas, la combinación de presiones interna y externa y el calor geotérmico. Por consiguiente, es necesario que sean capaces de mantener la estanqueidad sin experimentar daño alguno incluso en dicho entorno hostil.

Una junta roscada típica usada para conectar OCTG tiene una estructura de tuerca con pasador donde un pasador tiene una rosca macho formada sobre la parte terminal de una tubería de pozo petrolífero y una tuerca tiene una rosca hembra formada sobre la superficie interna de un miembro de conexión roscada (un acoplamiento). La parte de contacto de metal no roscada está formada en el extremo de la rosca macho del pasador y en la base de la rosca hembra de la tuerca. Insertando un extremo de una tubería de pozo petrolífero en el interior de un miembro de conexión roscado y apretando la rosca macho y la rosca hembra una con la otra, las partes de contacto de metal roscadas del pasador y la tuerca entran en contacto una con la otra para formar una parte sellada metal a metal que garantiza la estanqueidad.

Durante el proceso de bajada de la tubería o tubería de revestimiento al interior del pozo petrolífero, debido a varios problemas, en ocasiones es necesario desmontar una junta que se ha montado una vez, elevar las tuberías fuera del pozo petrolífero, rehacerlas y posteriormente volverlas a bajar. API (American Petroleum Institute) requiere una resistencia a la excoiación tal que no tenga lugar la excoiación intensa irrecuperable y se mantenga la estanqueidad incluso si se repiten el montaje (apretado) y desmontaje (aflojado) diez veces de una junta para tuberías o tres veces de una junta para tuberías de revestimiento.

En el momento del montaje, con el fin de aumentar la resistencia a la excoiación y la estanqueidad, se aplica un lubricante líquido viscoso que contiene polvos de metal pesado y que es denominado "grasa compuesta" a las superficies de contacto (concretamente, a las partes roscadas y a las partes de contacto de metal no roscadas) de la junta roscada. Dicha grasa compuesta viene especificada por el API Bulletin 5A2.

En el pasado, se ha propuesto llevar a cabo varios tipos de tratamiento superficial tal como tratamiento de nitruro, varios tipos de metalizado incluyendo metalizado con cinc y metalizado compuesto, y tratamiento de conversión química de fosfato sobre las superficies de contacto de una junta roscada para formar una o más capas con el fin de aumentar la retención de la grasa compuesta y mejorar las propiedades de deslizamiento. No obstante, como se describe a continuación, el uso de la grasa compuesta supone la amenaza de efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud humana.

La grasa compuesta contiene grandes cantidades de polvos de metales pesados tales como cinc, plomo y cobre. Cuando se lleva a cabo el montaje de una junta roscada, se lava la grasa que se ha aplicado o rebosa a la superficie exterior, y existe la posibilidad de producir efectos nocivos sobre el medio ambiente y especialmente sobre la fauna marina, en particular debido a los metales pesados nocivos tales como plomo. Además, el proceso de aplicación de la grasa compuesta empeora el entorno de trabajo, y también existe el problema de sus efectos nocivos sobre la salud humana.

En los últimos años, como resultado de la entrada en vigor en 1998 de la Convención OSPAR (Convención de Oslo-París) para evitar al contaminación oceánica en el Atlántico Norte, han proliferado las restricciones severas relacionadas con el medio ambiente global, y en algunas regiones, el uso de la grasa compuesta se encuentra ya en proceso de restricción. Por consiguiente, con el fin de evitar efectos nocivos sobre el medio ambiente y la salud humana en la excavación de pozos de gas y pozos petrolíferos, se ha desarrollado una demanda de juntas roscadas

que puedan exhibir excelente resistencia a la excoiación sin usar grasa compuesta.

Como junta roscada que se puede usar para conectar OCTG sin aplicación de grasa compuesta, los presentes inventores propusieron en el documento JP 2002-173692A una junta roscada para tuberías de acero que tiene revestimiento lubricante líquido viscoso o semisólido formados sobre la misma, y en el documento JP 2004-53013 una junta roscada para tuberías de acero donde se evita la adhesión de la superficie de junta roscada, que es un inconveniente del revestimiento lubricante líquido o semisólido viscoso, cubriendo el revestimiento lubricante con una capa lubricante superior que puede estar basada en un cierto polvo o cera de óxido para minimizar la adhesión de materia extraña tal como polvo, arena y residuos.

Divulgación de la invención

Un revestimiento lubricante líquido o semisólido viscoso como se describe en el documento JP 2002-173692 A tiene excelentes propiedades lubricantes sin aplicación de una grasa compuesta debido a su función auto-lubricante ya que exhibe ductilidad o fluidez en forma de un revestimiento. No obstante, la superficie adherente de dicho revestimiento es problemática ya que la materia extraña tal como suciedad e incrustaciones de óxido, y en particular corrosión permanece sobre la superficie interna de OCTG y las partículas para el granallado que se introducen en el OCTG para la retirada de la corrosión caen cuando OCTG está en posición vertical, y se adhieren al revestimiento lubricante y terminan intercaladas con el mismo. Esto provoca un problema significativo ya que la materia extraña intercalada no se puede retirar por completo por medio de insuflado de aire o medios similares. Como resultado de ello, las propiedades lubricantes empeoran, y no se puede evitar completamente la excoiación intensa cuando OCTG están sometidos repetidamente a montaje y desmontaje.

Incluso si se forma una capa lubricante superior que es sólida a 40 °C de acuerdo con JP 2004-53013A, la superficie del revestimiento lubricante todavía es blanda y permanece adherente en cierto modo. Además, con frecuencia OCTG están expuestos a temperatura elevada que supera 40 °C, en particular cuando se usan en campos petrolíferos en regiones desiertas o durante el almacenamiento en determinadas condiciones. En esta situación, la capa superior no es eficaz ya que se ablanda y termina fluyendo.

Un objeto de la presente invención es solucionar los problemas anteriormente mencionados de la técnica anterior.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una junta roscada para tuberías de acero que evite la formación de corrosión y que tenga excelente resistencia a la excoiación y estanqueidad sin usar grasa compuesta.

Otro objeto de la invención es proporcionar una junta roscada para tuberías de acero que tiene un líquido viscoso o revestimiento lubricante semisólido siendo su superficie dura, seca y no adherente de manera que sea difícil que la materia extraña tal como corrosión o partículas abrasivas de granallado se adhieran a la superficie, incluso en un entorno que supera 40 °C o que se intercalen en el revestimiento lubricante como para ser retiradas por medio de insuflado de aire en caso de adherencia.

Se ha descubierto que estos objetivos se pueden conseguir formando un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso inferior y un revestimiento sólido seco superior sobre la junta roscada. El papel del revestimiento sólido seco para eliminar la adherencia del revestimiento lubricante termina con el contacto en el momento del montaje inicial de la junta roscada, y no debería impedir posteriormente el efecto lubricante del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso subyacente. En otras palabras, no es necesario que la capa superior tenga propiedades lubricantes, al contrario que las consideraciones del documento JP 2004-53013 A. No obstante, existen combinaciones preferidas entre el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso y el revestimiento sólido seco y los espesores de estos revestimientos desde el punto de vista de adhesión en el momento de la formación del revestimiento.

En un aspecto amplio, la presente invención es una junta roscada para tuberías de acero para su uso en un pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca, teniendo cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, donde la superficie de contacto de al menos uno del pasador y la tuerca tiene un revestimiento lubricante y un revestimiento sólido formado sobre el revestimiento lubricante, caracterizado por que el revestimiento lubricante es un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso que comprende cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso, el revestimiento sólido es un revestimiento sólido seco formado por un material solidificado que tiene resistencia frente al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es de 10-200 μm , el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 μm , y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

En una realización, la presente invención es una junta roscada para tuberías de acero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, caracterizado por que la superficie de contacto de uno de pasador y tuerca tiene un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso y un revestimiento sólido seco formado sobre el revestimiento lubricante, y se ha sometido la superficie de contacto del otro de pasador y tuerca a un tratamiento superficial preparatorio por medio

de un método seleccionado entre granallado, decapado, tratamiento de conversión química de fosfato, tratamiento de conversión química de oxalato, tratamiento de conversión química de borato, metalizado con metal y una combinación de dos o más de estos tratamientos, y opcionalmente se forma un revestimiento sólido seco sobre la superficie que se ha sometido al tratamiento superficial preparatorio.

5 Preferentemente, la junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención satisface al menos una de las siguientes:

- 10 - el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso comprende una cera, una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y opcionalmente un polvo lubricante sólido, y está sustancialmente libre de metales pesados nocivos;
- el revestimiento sólido seco es bien un revestimiento formado a partir de una composición acuosa que comprende un compuesto soluble en agua o dispersable en agua como componente de formación de película, o un revestimiento formado a partir de una composición en una disolución de disolvente orgánico que
- 15 comprende un compuesto polimérico como componente de formación de película;
- el compuesto polimérico es una resina acrílica;
- se forma el revestimiento sólido seco a partir de una composición de revestimiento basada en una resina de curado por ultravioleta donde la composición preferentemente contiene además un lubricante tal como un jabón de metal y una carga fibrosa tal como un carbonato acicular;
- 20 - se somete la superficie de contacto que tiene un revestimiento lubricante semisólido o líquido a un tratamiento superficial preparatorio por medio de un método seleccionado entre granallado, decapado, tratamiento de conversión química de fosfato, tratamiento de conversión química de oxalato, tratamiento de conversión química de borato, metalizado de metal, y una combinación de dos o más de estos antes de la formación del revestimiento lubricante;
- 25 - se somete la superficie de contacto que tiene un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso a tratamiento superficial preparatorio por medio de metalizado con metal, metalizado con aleación de metal o metalizado de capa múltiple con un metal y/o una aleación de metal antes de formar el revestimiento lubricante.

30 La presente invención también proporciona un método para el tratamiento superficial de una junta roscada para tuberías de acero para su uso en una tubería de pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca, que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, comprendiendo el método aplicar la composición de revestimiento que comprende al menos una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y que no contiene una cantidad sustancial de metal pesado nocivo, a la superficie de contacto de al menos uno del pasador y la tuerca para formar un revestimiento lubricante semisólido o

35 líquido viscoso, y posteriormente aplicar una composición de revestimiento acuoso basada en un compuesto polimérico soluble en agua o dispersable en agua para formar un revestimiento sólido seco sobre el revestimiento lubricante, el revestimiento sólido seco está formado por un material solidificado que tiene resistencia al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es de 10-200 µm, el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 µm, y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

40

La presente invención también proporciona un método para el tratamiento superficial de una junta roscada para tuberías de acero para su uso en tuberías para pozos petrolíferos que comprende un pasador y una tuerca, que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, comprendiendo el método aplicar una composición de revestimiento que comprende al menos una cera y

45 un sal de metal alcalino térreo de ácido graso y que no contiene una cantidad sustancial de metal pesado nocivo, a la superficie de contacto de al menos uno de pasador y tuerca para formar un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso, y posteriormente aplicar una composición de revestimiento basada en un compuesto polimérico disuelto en un disolvente orgánico para formar un revestimiento sólido seco sobre el revestimiento lubricante, el revestimiento sólido seco está formado por un material solidificado que tiene resistencia al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es de 10-200 µm, el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 µm, y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

50

55 La presente invención también proporciona un método para el tratamiento superficial de una junta roscada para tuberías de acero para su uso en una tubería de pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca, que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, comprendiendo el método aplicar una composición de revestimiento que comprende al menos una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y que no contiene una cantidad sustancial de un metal pesado

60 nocivo, a la superficie de contacto de al menos uno de pasador y tuerca para formar un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso, y posteriormente aplicar una composición de revestimiento basada en una resina de curado por ultravioleta seguido de irradiación con una radiación ultravioleta para formar un revestimiento sólido seco sobre el revestimiento lubricante, el revestimiento sólido seco está formado por un material solidificado que tiene resistencia al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es de

65 10-200 µm, el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 µm, y el espesor del revestimiento lubricante es

mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

Además, se divulga un método para unir una pluralidad de OCTG usando bien una de las juntas roscadas anteriormente descritas para tuberías de acero o una junta para tuberías de acero que ha experimentado un tratamiento superficial por medio de uno de los métodos anteriormente descritos sin aplicación de una grasa lubricante tal como una grasa compuesta.

De acuerdo con la presente invención, se forman dos capas de revestimiento que consisten en un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso inferior y un revestimiento sólido seco superior, sobre las superficies de contacto de una junta roscada para tuberías de acero que tiene una parte de contacto con metal no roscada. Debido al revestimiento sólido seco superior, las superficies de contacto de la junta roscada se mantienen en estado seco sin adherencia. Debido a la presión de contacto y al calor de fricción en el momento del montaje con engranaje de rosca, se rompe el revestimiento sólido seco superior y se incorpora al revestimiento lubricante inferior. Como resultado de ello, el revestimiento lubricante inferior exhibe su efecto lubricante inherente sin obstrucción por parte del revestimiento sólido seco superior y contribuye a evitar la excoiación, en particular la excoiación intensa irreparable de la junta roscada. Además, las dos capas de revestimiento exhiben un efecto de prevención de la corrosión sobre las superficies de contacto de la junta roscada antes del montaje.

Por consiguiente, en el período hasta que se lleva a cabo el montaje de la junta roscada, incluso se adhiere materia extraña tal como corrosión, incrustaciones oxidadas y partículas abrasivas de granallado a las superficies de contacto de la junta roscada, la superficie está seca y no es adherente, de manera que la materia extraña se puede retirar fácilmente por medio de un método tal como insuflado de aire. Como resultado de ello, incluso bajo condiciones lubricantes hostiles en las cuales la presión se hace localmente excesiva y tiene lugar la deformación plástica debido a la excentricidad o inclinación de la junta debido a los problemas de montaje en el momento del montaje de la junta o la introducción de una materia extraña, se puede evitar la excoiación por medio del revestimiento lubricante inferior.

De este modo, la junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención evita la presencia de corrosión, dificulta la adherencia de la materia extraña, e incluso si se adhiere, se puede retirar fácilmente la materia extraña. Por tanto, incluso si se repiten montaje y desmontaje, se exhibe una función lubricante forma continua, y se puede mantener la estanqueidad tras el montaje.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra esquemáticamente la estructura montada de una tubería de acero y un miembro de junta roscada en el momento del transporte de la tubería de acero.

La Figura 2 muestra esquemáticamente la parte de conexión de una junta roscada.

La Figura 3 es una vista explicativa que muestra revestimientos formados sobre superficies de contacto de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención, donde la Figura 3(a) muestra un ejemplo de formación de rugosidad de la propia superficie de contacto, y la Figura 3(b) muestra un ejemplo de formación de un revestimiento de tratamiento superficial para la formación de rugosidad superficial sobre una superficie de contacto.

Mejor Modo de Llevar a Cabo la Invención

A continuación, se describirán con detalle realizaciones de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención.

La Figura 1 ilustra esquemáticamente la estructura montada de una junta roscada típica, que muestra el estado de una tubería de acero para OCTG y un miembro de conexión roscado en el momento del transporte. La tubería de acero A tiene, en ambos extremos, un pasador 1 que tiene una parte 3a de rosca macho formada sobre su superficie externa, y un miembro B de conexión roscado (un acoplamiento) tiene, en ambos de sus extremos, una tuerca 2 que tiene una parte 3b de rosca hembra formada sobre su superficie interna. El pasador se refiere a un miembro de la junta roscada que tiene una rosca macho, y la tuerca se refiere a un miembro de la junta roscada que tiene una rosca hembra. Un extremo de la tubería de acero A tiene el miembro B de conexión roscado que se ha conectado previamente a la tubería. Aunque no se muestra en el dibujo, se monta un protector para proteger las partes roscadas sobre el pasador no conectado de la tubería de acero A y sobre la tuerca no conectada del miembro B de conexión roscada antes del transporte. Se retiran los protectores antes de usar la junta roscada.

Típicamente, como se muestra en el dibujo, se forma un pasador sobre la superficie externa de ambos extremos de una tubería de acero, y se forma una tuerca sobre la superficie interna de un miembro de conexión roscada, que es un miembro separado. Por el contrario, es posible en principio fabricar la superficie interna de ambos extremos de una tubería de acero con forma de tuerca y fabricar la superficie externa del miembro de conexión roscada con forma de pasador. Existen juntas roscadas integrales que no emplean un miembro de conexión roscada y donde un extremo de la tubería de acero está fabricado con forma de pasador y el otro extremo está fabricado con forma de tuerca.

La Figura 2 muestra esquemáticamente la estructura de una junta roscada típica para tuberías de acero (referida a continuación simplemente como "junta roscada"). La junta roscada está formada por un pasador 1 formado sobre la superficie externa del extremo de una tubería de acero A y una tuerca 2 formada sobre la superficie interna de un miembro B de conexión roscada. El pasador 1 tiene una parte 3a de rosca macho, así como también una parte 4a de contacto de metal no roscada y una parte de saliente 5 ubicada en el extremo de la tubería de acero. En correspondencia con ello, la tuerca 2 tiene una parte 3b de rosca hembra y una parte 4b de contacto de metal no roscada sobre su lado interno.

Las partes 3a y 3b no roscadas y las partes 4a y 4b de contacto de metal no roscadas del pasador 1 y de la tuerca 2, respectivamente, son superficies de contacto de la junta roscada. Es necesario que estas superficies de contacto tengan resistencia a la excoiación, estanqueidad y resistencia a la corrosión. En el pasado, para cumplir estos requisitos, se aplicaba una grasa compuesta que tenía polvo de metales pesados a las superficies de contacto o se formaba un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso sobre las mismas. No obstante, como se ha comentado anteriormente, estos métodos lubricantes presentaban problemas con respecto a la salud humana y el medio ambiente o problemas con respecto a la resistencia a la excoiación debido a la disminución del rendimiento durante el almacenamiento o debido a la adhesión de materia extraña.

De acuerdo con la presente invención, como se muestra con respecto a las partes de contacto de metal no roscadas de las Figuras 3(a) y 3(b), la superficie de contacto de al menos uno de pasador y tuerca tiene un revestimiento 31a lubricante semisólido o líquido viscoso inferior y un revestimiento 31b sólido seco superior sobre la superficie de los aceros 30a y 30b. Una junta roscada de acuerdo con la presente invención tiene una superficie que no es adherente y a la cual es difícil que se adhiera materia extraña en el período hasta el montaje de la junta roscada, y en el momento de montaje de la junta roscada, exhibiendo el revestimiento lubricante sus efectos inherentes de proporcionar lubricación y mantener la estanqueidad frente a gases, de manera que se pueda evitar la excoiación de la junta roscada y se pueda mantener la estanqueidad frente al aire una vez se repiten el montaje y desmontaje repetidos sin usar grasa compuesta.

Preferentemente, la superficie sobre la que se forma el revestimiento lubricante 31a es una superficie rugosa. Como se muestra en la Figura 3(a), la formación de rugosidad superficial puede ser por medio de formación directa de rugosidad superficial por medio de granallado o decapado de la superficie del acero 30a, o como se muestra en la Figura 3(b), se puede llevar a cabo formando un revestimiento 32 de tratamiento superficial que tiene una superficie rugosa sobre la superficie del acero 30b antes de la formación del revestimiento lubricante 31a.

El revestimiento 31a lubricante semisólido o viscoso y el revestimiento 31b sólido seco puede estar formado por medio de preparación de una composición de revestimiento que usa un disolvente apropiado, si es necesario, para diluirlo, aplicándolo por medio de un método apropiado tal como revestimiento por cepillado, pulverización o inmersión, seguido, si fuese necesario, de secado por medio de evaporación del disolvente. Estos revestimientos se pueden formar sobre superficies de contacto tanto del pasador como de la tuerca, pero en los casos como los que se muestran en la Figura 1 en los cuales un pasador y una tuerca se conectan uno a otro en el momento del transporte, se puede formar el revestimiento lubricante y el revestimiento sólido seco sobre uno de pasador y tuerca. Cuando se lleva a cabo el tratamiento sobre un miembro, el tratamiento superficial y el proceso de aplicación para la formación de los revestimientos son más sencillos de llevar a cabo sobre el miembro de conexión que es más corto, de manera que resulta conveniente formar el revestimiento lubricante y el revestimiento sólido seco sobre la superficie de contacto del miembro de conexión (normalmente las superficies de contacto de la tuerca). En los casos donde el pasador y la tuerca no se conectan, es preferible formar estos revestimientos sobre el pasador y la tuerca, de manera que se impartan propiedades de prevención de la corrosión a todas las superficies de contacto, de manera que se pueda evitar una disminución de las propiedades lubricantes y de la estanqueidad debido a la presencia de corrosión.

Preferentemente, el revestimiento lubricante y el revestimiento sólido seco cubren la totalidad de las superficies de contacto del pasador y/o la tuerca, pero el caso donde únicamente se cubre una parte de la superficie de contacto (por ejemplo, únicamente la parte de contacto de metal no roscada) queda englobado por la presente invención.

[Revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso]

Con el fin de evitar la excoiación cuando se conectan las tuberías de acero unas a otras por medio de la junta roscada, se forma un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso sobre una superficie de contacto de al menos uno de pasador y tuerca de la junta roscada como primera capa (capa inferior). El revestimiento lubricante es un revestimiento que contiene al menos una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso.

El líquido viscoso indica un líquido de viscosidad elevada que tiene una fluidez extremadamente reducida y que permanece sobre la superficie sin fluir en condiciones de temperatura ambiente y presión atmosférica, sobre la cual no actúan factores externos (presión y temperatura elevada), y semisólido indica un material tal como una cera que puede mantener una forma fija en dichas condiciones.

Preferentemente, el revestimiento lubricante no contiene una cantidad sustancial (específicamente, una cantidad que supere un 5 % en masa del revestimiento lubricante) de metales pesados nocivos, y mas preferentemente no

contiene ningún metal pesado en modo alguno. Ejemplos de metales pesados nocivos incluyen plomo, cromo, cadmio, mercurio y similares.

De manera convencional, se ha usado la grasa compuesta que contiene una gran cantidad de polvo de metales pesados blandos tales como plomo y cinc con el fin de evitar la excoiación evitando el contacto directo entre las superficies metálicas. En la presente invención, la sal de metal alcalino térreo de ácido graso que está presente en el revestimiento lubricante desarrolla la misma función, de manera que se pueden exhibir propiedades lubricantes apropiadas sin el uso de metales pesados.

La relación en masa entre la sal de metal alcalino térreo y la cera está preferentemente dentro del intervalo de 0,8-5 partes de sal de metal alcalino térreo de ácido graso con respecto a una parte de cera. Desde el punto de vista de la resistencia a la excoiación, está más preferentemente dentro del intervalo de 1-3 partes de sal de metal alcalino térreo de ácido graso con respecto a una parte de la cera.

La sal de metal alcalino térreo de ácido graso exhibe el efecto de evitar al excoiación. Desde el punto de vista de propiedades lubricantes y prevención de la corrosión, se prefiere un ácido graso que tenga 12-30 átomos de carbono. El ácido graso puede ser bien saturado o insaturado. Se pueden usar ácidos grasos mixtos procedentes de aceites naturales y grasas tales como sebo de ternera, grasa de cerdo, grasa lanar, aceite de palma, aceite de colza y aceite de coco, y compuestos individuales tales como ácido laurico, ácido tridecílico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido lanopalmítico, ácido esteárico, ácido isosteárico, ácido oleico, ácido elaidico, ácido aráquico, ácido behénico, ácido erúico, ácido lignocérico y ácido lanocérico. Preferentemente, la sal está en forma de sal de calcio, y puede ser bien una sal neutra o una sal básica. Preferentemente, está en forma de estearato de calcio.

La cera no solo tiene el efecto de evitar la excoiación sino que también reduce la fluidez y contribuye a la formación de película. Se pueden usar cualesquiera de ceras animales, vegetales, minerales y sintéticas. Ejemplos de ceras que se pueden usar son cera de abeja y sebo de ballena (ceras animales); cera de Japón, cera de carnauba, cera de candelilla y cera de arroz (ceras vegetales); cera de parafina, cera microcristalina, petrolato, cera montana, ozoquerita y cerasina (ceras minerales); y cera de óxido, cera de polietileno, cera de Fischer-Tropsch, cera de amida, aceite de ricino endurecido (cera de aceite de ricino) (ceras sintéticas). De estas, se prefiere particularmente la cera de parafina con un peso molecular de 150-500.

En la presente invención, es preferible incluir un polvo lubricante sólido en el revestimiento lubricante con el fin de aumentar la resistencia del revestimiento lubricante y evitar la fluidez a temperaturas elevadas y para aumentar más la resistencia a la excoiación. Se puede usar cualquier polvo lubricante sólido inocuo. Preferentemente, el lubricante sólido está seleccionado entre gilsonita, grafito, talco, mica, carbonato de calcio, bentonita, disulfuro de tungsteno, disulfuro de estaño, disulfuro de molibdeno y cianurato de melamina (MCA). La gilsonita es un asfalto natural, y se obtiene el mismo efecto si se añade en forma de polvo o en forma fundida a una temperatura por encima de su punto de fusión. El polvo lubricante sólido, cuando se añade, está presente en una cantidad de como máximo 0,2 partes y preferentemente de al menos 0,005 y como máximo 0,1 partes con respecto a una parte de cera.

Con el fin de aumentar la capacidad de dispersión de la sal de metal alcalino térreo de ácido graso en la composición usada para formar el revestimiento lubricante o con el fin de mejorar las propiedades del revestimiento lubricante, se pueden incluir en el revestimiento lubricante componentes adicionales tales como uno o más seleccionados entre resinas orgánicas y varios aceites y aditivos (tales como agentes de presión extrema) normalmente usados en los aceites lubricantes. Ejemplos de aceites que se pueden usar incluyen aceites básicos, resinas, ésteres sintéticos, aceites naturales y aceites minerales.

Una resina orgánica y particularmente una resina termoplástica actúa para evitar la adhesividad del revestimiento lubricante y aumentar el espesor del revestimiento. Además, cuando se introduce en una interfaz friccional, funciona para aumentar la resistencia a la excoiación y disminuir la fricción entre las superficies de contacto de una junta roscada incluso cuando se aplica un par de montaje (una presión elevada). A la vista de estos efectos, preferentemente se incluye una resina orgánica en el revestimiento lubricante.

Ejemplos de resinas termoplásticas que se pueden usar en el presente documento son poli(resinas de etileno), poli(resinas de propileno), poli(resinas de estireno), resinas de poli(acrilato de metilo), resinas copoliméricas de éster de ácido acrílico/estireno y poli(resinas de amida). También se pueden usar los copolímeros o mezclas de estos con otras resinas termoplásticas. Preferentemente, la resina termoplástica tiene una densidad (JIS K 7112) dentro del intervalo de 0,9-1,2, y su temperatura de deformación térmica (JIS K 7206) está preferentemente dentro del intervalo de 50-150 °C a la vista de la necesidad de deformación sencilla con el fin de exhibir propiedades lubricantes entre las superficies friccionales de una junta roscada.

Si la resina termoplástica está presente en un revestimiento en forma de partículas, exhibe una acción lubricante similar a la del lubricante sólido cuando se introduce en una interfaz friccional, y es particularmente eficaz para aumentar la resistencia a la excoiación. Por tanto, preferentemente, la resina termoplástica está presente en el revestimiento lubricante en forma de un polvo y particularmente de un polvo esférico. En este caso, si la composición usada para formar el revestimiento lubricante (referido a continuación como la "composición de revestimiento

lubricante") contiene un disolvente, se selecciona la resina termoplástica que no se disuelve en el disolvente. Se puede dispersar el polvo de la resina termoplástica o se puede suspender en el disolvente, y no importa si se hincha en el disolvente.

- 5 Preferentemente, el polvo de resina termoplástica tiene un diámetro de partícula fino desde el punto de vista de aumentar el espesor de revestimiento y aumentar la resistencia a la excoiación. No obstante, si el diámetro de partícula es menor de 0,05 μm , la gelificación de la composición de revestimiento lubricantes se vuelve muy marcada, y se hace difícil formar un revestimiento que tenga un espesor uniforme. Por otra parte, si el diámetro de partícula supera 30 μm , se hace difícil introducir el polvo en la interfaz friccional, y tiende a sedimentar o flotar en la
- 10 composición de revestimiento lubricante, haciendo de este modo que resulte difícil formar un revestimiento uniforme. Por consiguiente, el diámetro de partículas del polvo de resina termoplástico está preferentemente dentro del intervalo de 0,05-30 μm y más preferentemente dentro del intervalo de 0,07-20 μm .

- 15 Un aceite natural y una grasa que se pueden usar como componente de aceite incluyen sebo de ternera, grasa de cerdo, grasa lanar, aceite de palma, aceite de colza y aceite de coco. También se puede usar un aceite mineral y un aceite mineral sintético que tenga una viscosidad de 10-300 cSt a 40 °C.

- 20 Un éster sintético que se puede usar como componente de aceite puede aumentar la plasticidad de la resina termoplástica y al mismo tiempo puede aumentar la fluidez del revestimiento lubricante cuando se somete el revestimiento a presión hidrostática, de manera que es un componente de aceite preferido para su uso en una composición de revestimiento lubricante de acuerdo con la presente invención. Un éster sintético con un elevado punto de fusión también puede servir para ajustar el punto de fusión y naturaleza blanda de un revestimiento lubricante de acuerdo con la presente invención. Ejemplos de ésteres sintéticos son monoésteres de ácido graso, diésteres de ácido dibásico y ésteres de ácido graso de trimetilolpropano y pentaeritritol.

- 25 Ejemplos de monoésteres de ácido graso son monoésteres de ácidos carboxílicos que tienen 12-24 átomos de carbono tales como ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido isosteárico, ácido linólico, ácido linolénico, ácido elaídico, ácido aráquico, ácido behénico, ácido erúxico y ácido lignocérico con alcoholes superiores que tienen 8-20 átomos de carbono tales como alcohol octílico, alcohol caprílico, alcohol nonílico, alcohol decílico, alcohol laurílico, alcohol tridecílico, alcohol miristílico, alcohol cetílico, alcohol estárilico, alcohol isosesteárilico, alcohol oleílico y alcohol decílico.
- 30

- Ejemplos de diésteres de ácido dibásico son diésteres de ácidos dibásicos que tienen 6-10 átomos de carbono tales como ácido adípico, ácido pimérico, ácido subérico, ácido azelaico y ácido sebáico con alcoholes superiores que
- 35 tienen 8-20 átomos de carbono tales como los listados con respecto a los monoésteres.

- Ejemplos de ácidos grasos que forman un éster de ácido graso de trimetilolpropano o pentaeritritol son los que tienen 8-18 átomos de carbono tales como ácido caprílico, ácido decílico, ácido laúrico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico y ácido isosteárico. Los alcoholes pueden ser los mismos alcoholes superiores listados anteriormente.
- 40

- Ejemplos de aceites dibásicos son sulfonatos básicos, salicilatos básicos, fenatos básicos, carboxilatos básicos y similares. Estos aceites básicos están en forma de una sal de un ácido aromático con exceso de álcali, y como se describe a continuación, son sustancias semisólidas de tipo grasa en las cuales se dispersa el exceso de álcali como partículas coloidales en el ácido aromático oleoso.
- 45

- El álcali que constituye la parte de catión de esta sal (aceite básico) puede ser un metal alcalino o un metal alcalino térreo, pero preferentemente es un metal alcalino térreo y en particular calcio, bario o magnesio. Se puede obtener el mismo efecto empleándose cualquiera de estos.
- 50

- Cuanto mayor sea la basicidad del aceite básico, mayor es la cantidad de sal de metal que funciona como lubricante sólido, y mejores son las propiedades lubricantes (resistencia a la excoiación). Además, cuando la basicidad excede un determinado valor, tiene el efecto de neutralizar los componentes de ácido, de manera que aumenta la capacidad de evitar la corrosión del revestimiento lubricante. Por estos motivos, preferentemente el aceite básico usado en la
- 55 presente invención es uno que tiene una densidad (JIS K 2501) (cuando se usan dos o más, la media ponderada de la basicidad teniendo el peso en consideración) es preferentemente de al menos 50 mg KOH/g. No obstante, si la basicidad excede 500 mg de KOH/g, aumenta el carácter hidrófilo, y la resistencia a la corrosión comienza a disminuir, y es fácil que aparezca corrosión. Una basicidad preferida es de 100-500 mg KOH/g y más preferentemente dentro del intervalo de 250-450 mg de KOH/g.
- 60

- Un agente de presión extrema tiene el efecto de aumentar la resistencia a la excoiación de un revestimiento lubricante si está presente en el mismo. Ejemplos no limitantes de agente de presión extrema son aceites vulcanizados, polisulfuros, fosfatos, fosfitos, tiofosfatos y sales de metal de ácido ditiofosfórico.

- 65 Ejemplos de aceites vulcanizados preferidos son compuestos que se obtienen por medio de adición de azufre a aceites animales o vegetales tales como aceite de oliva, aceite de ricino, aceite de salvado de arroz, aceite de

semilla de algodón, aceite de colza, aceite de soja, aceite de maíz, sebo de ternera, y grasa de cerdo y calentamiento de la mezcla que contiene un 5-30 % en masa de azufre.

5 Ejemplos de polisulfuros preferidos son compuestos de polisulfuro de fórmula $R_1-(S)_c-R_2$ (donde R_1 y R_2 pueden ser iguales o diferentes e indicar un grupo alquilo que tiene 4-22 átomos de carbono, un grupo arilo, un grupo alquilarilo o un grupo arilalquilo cada uno con hasta 22 átomos de carbono y c es un número entero de 2 a 5) y sulfuros de olefina que contienen 2-5 enlaces de azufre en una molécula. Se prefieren particularmente disulfuro de dibencilo, polisulfuro de di-terc-docecilo y polisulfuro de di-terc-nonilo.

10 Los fosfatos, fosfitos y tiofosfatos y sales de metal de ácido ditiofosfórico pueden ser de las siguientes fórmulas generales:

fosfatos: $(R_3O)(R_4O)P(=O)(OR_5)$

fosfitos: $(R_3O)(R_4O)P(OR_5)$

15 tiofosfatos: $(R_3O)(R_4O)P(=S)(OR_5)$

sales de metal de ácido ditiofosfórico: $[(R_3O)(R_6O)P(=S)-S]_2-M$

20 En las fórmulas anteriores, R_3 y R_6 indican un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alquilcicloalquilo, un grupo arilo que tiene cada uno hasta 24 átomos de carbono, un grupo alquilarilo o un grupo arilalquilo, R_4 y R_5 indican un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alquilcicloalquilo, un grupo arilo, un grupo alquilarilo, o un grupo arilalquilo, que tiene cada uno hasta 24 átomos de carbono, y M indica molibdeno (Mo), cinc (Zn) o bario (Ba).

25 Ejemplos particularmente preferidos de estos compuestos incluyen fosfato de tricresilo y fosfato de dioctilo para fosfatos; fosfito de triestearilo, fosfito de tridecilo e hidrogeno fosfito de dilauro, para fosfitos; tiofosfato de trialquilo donde cada R_3 , R_4 y R_5 es un grupo alquilo que tiene 12 ó 13 átomos de carbono y tiofosfato de alquiltrifenilo, para tiofosfatos; y dialquilditiofosfato de cinc donde cada R_3 y R_6 es un grupo alquilo primario o secundario que tiene 3-20 átomos de carbono, para sales de metal de ácido ditiofosfórico.

30 La composición de revestimiento lubricante puede contener un disolvente con el fin de disminuir su viscosidad, de modo que el espesor y la estructura de un revestimiento formado a partir de la composición se pueden hacer uniformes y se puede formar eficazmente el revestimiento. Preferentemente, el disolvente es volátil. Concretamente, al contrario que el aceite de base en un aceite lubricante, preferentemente el disolvente se evapora durante el proceso de formación de película, y preferentemente sustancialmente nada permanece en el revestimiento lubricante. "Volátil" significa que muestra tendencia a vaporizar cuando se encuentra en forma de un revestimiento a una temperatura desde temperatura ambiente hasta 150 °C. No obstante, debido a que el revestimiento lubricante de acuerdo con la presente invención está en forma de líquido viscoso o semisólido, es posible que permanezca una ligera cantidad de disolvente en el revestimiento.

40 No existe restricción particular sobre el tipo de disolvente. Ejemplos de disolventes volátiles que son apropiados para su uso en la presente invención son disolventes de petróleo tales como un disolvente limpiador y líquidos minerales, ambos especificados como gasolina industrial por JIS K 2201, nafta de petróleo aromática, xileno y cellosolves. Se puede usar una mezcla de dos o más de estos. Se prefiere un disolvente que tenga un punto de inflamación de al menos 30 °C, un punto de ebullición inicial de al menos 150 °C y un punto de ebullición final de como máximo 210 °C, desde el punto de vista de que sea relativamente sencillo de manejar y de que evapore rápidamente de manera que se pueda acortar el tiempo de secado.

La composición de revestimiento lubricante puede además contener uno o más componentes adicionales tales como un antioxidante, un conservante y un colorante, además de los componentes anteriormente descritos.

50 La viscosidad (viscosidad cinemática en cSt, medida por medio de un viscosímetro de Brookfield) de la composición de revestimiento lubricante se puede seleccionar de forma apropiada dependiendo del método de revestimiento y se puede ajustar por medio de la adición de un disolvente. Una viscosidad preferida es como máximo de 4000 cSt a 40 °C en el caso de revestimiento por pulverización o inmersión y como máximo de 1000 cSt a 60 °C en el caso de revestimiento por cepillado.

Se puede preparar la composición de revestimiento lubricante calentando inicialmente el componente de cera hasta una temperatura por encima de su punto de fusión para formar una masa fundida, sobre la cual se añaden y se mezclan los otros componentes. Alternativamente, se puede preparar la composición dispersando o disolviendo todos los componentes en un disolvente sin fundir un componente de cera.

Preferentemente, el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso como primera capa (inferior) está dentro del intervalo de 10-200 μ m por los siguientes motivos.

65 La capa superior (segunda capa) en forma de un revestimiento sólido seco formado sobre el revestimiento lubricante inferior se desgarrará en el momento del montaje inicial y es absorbida por el revestimiento lubricante inferior.

Posteriormente, el revestimiento lubricante inferior es capaz de exhibir su acción lubricante en la interfaz de fricción.

Por consiguiente, preferentemente el revestimiento lubricante inferior tiene un espesor suficiente para rellenar los huecos diminutos del área superficial de contacto, tal como entre las crestas de la rosca. Si el espesor de revestimiento es demasiado pequeño, no se pueden obtener más los efectos característicos de un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso que rebosa aceite desde la superficie friccional debido a la presión hidrostática generada en el momento del montaje y que hace fluir lubricante hacia el interior del hueco procedente de otros huecos. Por este motivo, preferentemente el espesor del revestimiento lubricante inferior es de al menos 10 μm .

En el momento de llevar a cabo el montaje que requiere lubricación, la superficie de contacto de la tuerca y el pasador entran en contacto una con la otra de forma que, desde el punto de vista de lubricación, sea suficiente tratar uno del pasador o la tuerca de acuerdo con la presente invención. No obstante, desde el punto de vista de evitar la corrosión del pasador o la tuerca que están expuestos al aire durante el almacenamiento, es preferible formar un revestimiento lubricante sobre el pasador y la tuerca. El espesor de revestimiento mínimo necesario para la prevención de la corrosión es también de 10 μm . Por consiguiente, cuando no se emplea un medio protector por separado para evitar la corrosión (tal como la unión previa del pasador y la tuerca o la instalación de un protector), preferentemente se forma un revestimiento de al menos 10 μm sobre el pasador y la tuerca.

Por otra parte, si el revestimiento lubricante es demasiado grueso, no solo se desperdicia lubricante, sino que la prevención de la contaminación ambiental, que es uno de los objetivos de la presente invención, se ve impedida. Desde este punto de vista, el límite superior del espesor del revestimiento lubricante es preferentemente de aproximadamente 200 μm .

Un espesor más preferido para el revestimiento lubricante es de 30-150 μm . No obstante, como se explica a continuación, cuando se forma rugosidad en la superficie de contacto sobre la cual se forma el revestimiento lubricante, preferentemente el espesor del revestimiento lubricante se hace más grande que el valor de R_{max} de la superficie de contacto rugosa. Cuando se forma rugosidad sobre la superficie de contacto, el espesor del revestimiento lubricante es el valor medio del espesor del revestimiento a lo largo de todo el revestimiento, que se puede calcular por medio del área, peso y densidad del revestimiento.

Como tendencia general, cuando el revestimiento lubricante contiene un aceite en una cantidad grande considerable, se convierte en un revestimiento líquido viscoso, y cuando la cantidad de aceite es pequeña o cuando el revestimiento no contiene aceite, se convierte en un revestimiento semisólido.

[Revestimiento sólido seco]

Se forma una segunda capa (superior) de un revestimiento sólido seco sobre la primera capa de un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso. El revestimiento sólido seco puede ser un revestimiento resinoso basado en un compuesto polimérico orgánico (resina orgánica). Preferentemente, no contiene una cera.

En una primera realización, una composición para formar el revestimiento sólido seco (referida a continuación como "composición de revestimiento sólido") es una composición acuosa que contiene un compuesto polimérico soluble en agua o dispersable en agua como componente de formación de película. Preferentemente, el disolvente de esta composición acuosa consiste únicamente en agua, pero se pueden usar, con el agua, uno o más disolventes orgánicos miscibles con agua.

Preferentemente, la cantidad, en base en masa, de compuesto polimérico soluble en agua o dispersable en agua en la composición de revestimiento sólido acuoso es, en base en masa, como máximo 9 partes y más preferentemente está dentro del intervalo de 0,05-9 partes del compuesto polimérico con respecto a una parte de agua, desde el punto de vista de la uniformidad y la velocidad de secado de la composición. También es posible añadir como máximo 0,1 partes de un promotor de formación de película. Un ejemplo de promotor apropiado de formación de película es éter n-butílico de dipropilenglicol.

Como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 1, en el período hasta que se use la junta roscada para tuberías de acero, con frecuencia se monta un protector sobre el pasador y la tuerca que todavía no se han conectado a otro miembro. Se requiere que el revestimiento sólido seco no se rasgue cuando se monta el protector sobre el mismo, que no se disuelva cuando se expone a agua condensada provocado por el punto de rocío durante el transporte o almacenamiento, y no que se ablande fácilmente cuando se expone a una temperatura elevada que supera 40 °C.

Por consiguiente, el revestimiento sólido seco, una vez que solidifica por medio de evaporación del agua como disolvente, debe presentar las propiedades de no disolverse de nuevo en agua (que se vuelva insoluble en agua y resistente al agua) y que no se destruya o se desgarre fácilmente incluso si se somete a una determinada cantidad de presión. Ejemplos de compuesto polimérico dispersable o soluble en agua que tiene dichas propiedades son

- polímeros solubles en agua tales como poli(alcohol vinílico) (PVA), poli(óxido de etileno) (PEO), poliacrilato de sodio, poliacrilamida y poliamidina; y polímeros de emulsión tales como emulsión homopolimérica de acetato de vinilo, emulsión copolimérica de acetato de vinilo, emulsión de acetato de etilenvinilo (EVA), emulsión polimérica acrílica, emulsión copolimérica de estireno acrílica, emulsión de poli(cloruro de vinilideno) y otras resinas de emulsión acuosas que incluyen poliuretano acuoso, fluororesinas de tipo de dispersión, resinas acrílicas, compuestos epoxi y siliconas. Desde el punto de vista de formar uniformemente el espesor de revestimiento, afinidad con un revestimiento lubricante inferior, y resistencia al reblandecimiento a temperaturas elevadas, un compuesto polimérico preferido es una resina acrílica.
- Con tal de que se pueda formar el revestimiento sólido seco que no sea adherente tras la evaporación de agua, la composición de revestimiento sólido acuoso puede además contener uno o más componentes adicionales, además del compuesto polimérico dispersable o soluble en agua, con el fin de aumentar el reblandecimiento a temperaturas elevadas y reducir la fricción y evitar el despegado del revestimiento cuando se instala un protector.
- Un ejemplo de dichos componentes adicionales es un polvo lubricante sólido tal como sílice, estearato de calcio, hidróxido de calcio, disulfuro de molibdeno, disulfuro de tungsteno, grafito, politetrafluoroetileno, nitrato de boro y carbonato de calcio, que pueden estar presentes en la composición en una cantidad de como máximo un 5 % en masa basado en el contenido de sólidos de la composición. Preferentemente, está seleccionado entre sílice, estearato de calcio, hidróxido de calcio y carbonato de calcio.
- En una segunda realización, la composición de revestimiento sólido para formar la capa superior de un revestimiento sólido seco es una composición de tipo disolvente que comprende un compuesto polimérico en forma de componente de formación de película disuelto en un disolvente orgánico. Desde el punto de vista de la uniformidad, las propiedades de secado, y la aptitud del revestimiento de la composición, la cantidad de componente polimérico disuelto en el disolvente orgánico es preferentemente de como máximo 0,5 partes y preferentemente está dentro del intervalo de 0,1-0,4 partes con respecto a una parte del disolvente orgánico en base en masa.
- Como se ha comentado anteriormente, un revestimiento sólido seco formado a partir de la composición de tipo disolvente, una vez que se solidifica por medio de evaporación del disolvente, puede tener propiedades que no se disuelva en agua (que se vuelva insoluble en agua y resistente al agua) y que no se destruya fácilmente o se desgarre incluso si se somete a una determinada cantidad de presión tal y como la que se aplica cuando se instala un protector.
- Ejemplos de compuestos poliméricos que tienen dichas propiedades son resinas epoxi, poli(resinas de imida), poli(resinas de amida-imida), poli(resinas de carbodiimida), poliétersulfonas, poliéter-étercetonas, resinas fenólicas, resinas de furano, fluororesinas, resinas acrílicas, poli(resinas de etileno) y resinas de silicona. Desde el punto de vista de formación de un espesor uniforme de revestimiento, afinidad por el revestimiento lubricante inferior y resistencia y tenacidad del revestimiento, un compuesto polimérico preferido es una resina acrílica.
- De nuevo en esta realización, con tal de que se forme un revestimiento sólido seco sin adhesividad tras la evaporación del disolvente orgánico, la composición de revestimiento sólido de tipo disolvente puede contener uno o más componentes adicionales, además del compuesto polimérico, con el fin de reducir la fricción y evitar el despegado del revestimiento cuando se instala un protector.
- Un ejemplo de dichos componentes adicionales es un polvo lubricante sólido tal como sílice, estearato de calcio, disulfuro de molibdeno, disulfuro de tungsteno, grafito, politetrafluoroetileno y nitrato de boro, que pueden estar presentes en la composición en una cantidad de como máximo un 5 %, basado en el contenido de sólidos de la composición. Preferentemente, está seleccionado entre sílice, estearato de calcio, hidróxido de calcio y carbonato de calcio. Más preferentemente, es sílice o estearato de calcio.
- El disolvente orgánico donde se disuelve el compuesto polimérico para formar la composición de revestimiento sólido de tipo disolvente es preferentemente un disolvente volátil. De este modo, al contrario que un aceite de base en un aceite lubricante, preferentemente el disolvente se evapora durante el proceso de formación de película, y preferentemente no permanece sustancialmente en el revestimiento lubricante.
- No existe restricción particular sobre el tipo de disolvente. Ejemplos de disolventes volátiles que son apropiados para su uso en la presente invención son disolventes de petróleo tales como un disolvente de limpieza y líquidos minerales, ambos especificados como gasolina industrial por JIS K 2201, petróleo aromático, nafta, xileno, cellosolve, metiletil cetona, tolueno y ciclohexanona. Se puede usar una mezcla de dos o más de estos. Se prefiere un disolvente que tiene un punto de inflamación de al menos 30 °C, un punto de ebullición inicial de al menos 150 °C, y un punto de ebullición final de como máximo 210 °C desde el punto de vista de que es relativamente fácil de manejar y evapora rápidamente de manera que el tiempo de secado puede ser corto.
- Si la composición de revestimiento sólido es una composición acuosa o una composición de tipo disolvente en un disolvente orgánico, además de los componentes descritos anteriormente, la composición puede contener uno o más aditivos tales como un antioxidante, un conservante y un agente colorante.

Para cualquier tipo de composición de revestimiento sólido, su viscosidad (viscosidad cinemática en cSt medida con un viscosímetro Brookfield) se puede ajustar de forma apropiada dependiendo del método de revestimiento por medio de adición del disolvente o similar. Una viscosidad preferida es como máximo de 4000 cSt a 40 °C en el caso de revestimiento por pulverización o inmersión y como máximo de 1000 cSt a 60 °C en el caso de revestimiento por cepillado.

En una tercera realización, la composición de revestimiento sólido para formar la capa superior de un revestimiento sólido seco es una composición de revestimiento basada en una resina de curado por ultravioleta. Se puede usar una resina de curado por ultravioleta conocida que comprende al menos un monómero, un oligómero, y un iniciador de fotopolimerización. Con tal de que provoque la fotopolimerización tras la irradiación con rayos ultravioletas para formar una película curada, no existe restricción particular alguna sobre la resina de curado por ultravioleta.

El monómero incluye, pero no está limitado a, di-ésteres o ésteres superiores de poli(alcoholes hídricos) con ácido (met)acrílico así como también varios compuestos de (met)acrilato, -vinilpirrolidona, N-vinilcaprolactama y estireno. El oligómero incluye pero no se limita a (met)acrilato epoxi, (met)acrilato de uretano, (met)acrilato de poliéster, (met)acrilato de poliéter y (met)acrilato de silicona.

Iniciadores de fotopolimerización útiles son compuestos que tienen una absorción dentro de la región de longitudes de onda de 260-450 nm, que incluyen benzoína y sus derivados, benzofenona y sus derivados, acetofenona y sus derivados, cetona de Michler, bencilo y sus derivados, monosulfuro de tetraquiliturama, tioxanos y similares. Se prefiere particularmente el uso de un tioxano.

A la vista de la resistencia y propiedades de deslizamiento de un revestimiento, preferentemente el revestimiento sólido seco formado a partir de una resina de curado por ultravioleta comprende además una sustancia sólida seleccionada entre un lubricante y una carga fibrosa. Ejemplos del lubricante son jabones de metal tales como estearato de calcio y resinas de politetrafluoroetileno (PTFE), y un ejemplo de la carga fibrosa es un carbonato de calcio acicular tal como "whiscal" comercializado por MaruoCalcium, Japón. Se pueden añadir una o más de estas tres sustancias sólidas en una cantidad de 0,05-0,35 partes con respecto a una parte de resina de curado por ultravioleta en base en masa. Una cantidad de menos de 0,35 partes puede resultar insuficiente para aumentar de forma apreciable la resistencia del revestimiento. Una cantidad de más de 0,35 partes puede aumentar la viscosidad de la composición de revestimiento de tal modo que se rebaje la aptitud del revestimiento o que la resistencia del revestimiento se vuelva insuficiente. Preferentemente, se añaden tanto el lubricante como la carga fibrosa.

La irradiación con rayos ultravioletas se puede llevar a cabo usando un aparato disponible comercialmente para la irradiación con luz ultravioleta que tiene una longitud de onda de salida dentro del intervalo de 200-450 nm. La fuente de luz ultravioleta puede ser, por ejemplo, una lámpara de mercurio de alta presión, una lámpara de mercurio de presión ultraelevada, una lámpara de xenón, una lámpara de arco de carbono, una lámpara de haluro de metal o luz solar.

En cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, el espesor del revestimiento sólido seco está dentro del intervalo de 5-50 μm y es menor que el espesor del revestimiento lubricante subyacente.

Se forma el revestimiento sólido seco con el fin de eliminar la adhesividad del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso. Como resultado de ello, cuando se coloca verticalmente una tubería de acero para OCTG para conectar con una junta roscada y la corrosión depositada sobre la superficie interna de la tubería o las partículas abrasivas de granallado introducidas para retirar la corrosión caen por el interior de la tubería, casi no existe posibilidad de que la corrosión o las partículas se adhieran o se intercalen en la superficie revestida de la junta roscada. Incluso si existe adhesión ligera de dicha materia extraña, se puede retirar completamente por medio de insuflado de aire. Por consiguiente, se evita la presencia de excoiación, en particular excoiación intensa irrecuperable debida a la materia extraña adherida, y se mejora en gran medida la resistencia a la excoiación de la junta roscada. Además, el revestimiento sólido seco tiene el efecto de proteger el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso subyacente, y se puede conseguir un efecto de prevención de la corrosión del revestimiento lubricante con certeza, de manera que también se mejora la resistencia a la corrosión de la junta tratada.

Si la adhesividad del revestimiento sólido seco es demasiado pequeña, cuando se instala un miembro protector tal como un protector que tiene una elevada estanqueidad sobre el extremo de la tubería de acero para OCTG como se muestra en la Figura 1, existen casos donde el revestimiento sólido seco se ve dañado por la fuerza aplicada al instalar el protector. Por otra parte, si la adhesividad del revestimiento sólido seco es demasiado grande, puede resultar difícil que el revestimiento lubricante inferior exhiba resistencia a la excoiación.

La relación (espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso) > (espesor del revestimiento sólido seco) se cumple con el fin de dificultar que el revestimiento sólido seco interfiera con el efecto de evitar la excoiación del revestimiento lubricante.

[Tratamiento Superficial Preparatorio]

En una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención que tiene un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso formado sobre una superficie de contacto de un pasador y/o una tuerca y un revestimiento sólido seco formado sobre el revestimiento lubricante, si la superficie de contacto cubierta por medio de estos revestimientos se ha sometido a tratamiento superficial preparatorio para la formación de rugosidad de manera que la rugosidad superficial sea mayor que la rugosidad superficial formada por medio de maquinizado, que es de 3-5 μm , en muchos casos aumenta la resistencia a la excoiación. Por consiguiente, antes de la formación de la primera capa de revestimiento lubricante, preferentemente se lleva a cabo el tratamiento superficial preparatorio de la superficie de contacto para formar rugosidad sobre la superficie de contacto.

Ejemplos de dicho tratamiento superficial preparatorio son granallado proyectando material de granallado tal como impacto esférico o grava angular; decapado por inmersión en un líquido fuertemente ácido tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido fluorhídrico para formar rugosidad sobre la piel; tratamiento de conversión química tal como tratamiento de fosfato, tratamiento de oxalato o tratamiento de borato (formación de un revestimiento cristalino aumentan la rugosidad superficial a medida que crecen los cristales); y metalizado con metal. El metalizado con metal incluye electrometalizado con cobre, hierro o sus aleaciones (se metalizan selectivamente las proyecciones, de manera que la superficie se vuelve ligeramente más rugosa); metalizado por impacto con cinc o una aleación de cinc permitiendo que las partículas tengan un núcleo de hierro cubierto con cinc o una aleación de cinc para golpear sobre la superficie por medio de la acción de una fuerza centrífuga o presión de aire para formar un revestimiento de cinc o de aleación de cinc; y metalizado con metal compuesto para formar un revestimiento que tiene partículas sólidas diminutas dispersada en el metal.

Cualquier tratamiento superficial que se use para la superficie de contacto, preferentemente se lleva a cabo de tal modo que la superficie tenga una rugosidad superficial R_{max} dentro del intervalo de 5-40 μm . Si R_{max} es menor que 5 μm , la adhesión y la retención del revestimiento lubricante no se mejoran de manera suficiente. Por otra parte, si R_{max} supera 40 μm , la fricción de la superficie aumenta significativamente, y existen casos donde el revestimiento no puede soportar las fuerzas de cizalladura y las fuerzas compresivas cuando se somete a una presión elevada de manera que se destruye fácilmente o se despega. Se pueden llevar a cabo dos tipos de tratamiento superficial para la finalidad de la formación de rugosidad superficial.

Desde el punto de vista de la adhesión del revestimiento lubricante, se prefiere el tratamiento superficial que puede formar un revestimiento poroso. En particular, se prefieren el tratamiento de fosfato (fosfatación) que usa fosfato de manganeso, fosfato de cinc, fosfato de manganeso y hierro, o fosfato de calcio y cinc o metalizado por impacto para formar un revestimiento de cinc o aleación de cinc. Desde el punto de vista de adhesión del revestimiento lubricante formado sobre el mismo, se prefiere un revestimiento de fosfato de manganeso, y desde el punto de vista de prevención de la corrosión, cabe esperar que un revestimiento de cinc o aleación de cinc proporcione un efecto protector frente a la corrosión debido a que se prefiere cinc.

Bien un revestimiento formado por medio de fosfatación o bien un revestimiento de cinc o aleación de cinc formado por medio de metalizado por impacto es un revestimiento poroso. Si se forma un revestimiento lubricante sobre el mismo, aumenta la adhesión del revestimiento lubricante por medio del denominado "efecto ancla" del revestimiento poroso. Como resultado de ello, se hace difícil que tenga lugar el despegado del revestimiento lubricante sólido incluso si se repiten el montaje y desmontaje, se evita de manera eficaz el contacto entre los metales en la superficie de contacto de la junta y aumentan más la resistencia al excoiación, la estanqueidad y la resistencia a la corrosión.

La fosfatación se puede llevar a cabo por medio de inmersión o pulverización de manera convencional. Se puede usar una disolución común de fosfatación para su uso en el tratamiento de aceros metalizados con cinc que es una disolución ácida de un fosfato. Por ejemplo, una disolución típica de fosfatación comprende 1-150 g/l de iones fosfato, 3-70 g/l de iones de cinc, 1-100 g/l de iones de nitrato y 0-30 g/l de iones de níquel. Con frecuencia, también se puede usar una disolución de fosfatación de manganeso que, con frecuencia, se usa para el tratamiento superficial de las juntas roscadas. La temperatura de la disolución de fosfatación que se usa puede ser desde temperatura ambiente hasta 100 °C y la duración del tratamiento puede ser hasta 15 minutos dependiendo del espesor de revestimiento deseado. Con el fin de acelerar la formación de un revestimiento de fosfato, antes de la fosfatación, se puede proporcionar una disolución acuosa de acondicionado superficial que contiene titanio coloidal a la superficie objeto de tratamiento. Tras el tratamiento con una disolución de fosfatación, preferentemente se lava la superficie tratada con agua fría o caliente antes del secado.

Se puede llevar a cabo el metalizado por impacto por medio de metalizado mecánico donde las partículas se someten a impacto con un material objeto de metalizado en el interior de un tambor rotatorio, o por medio de metalizado por granallado donde las partículas se someten a impacto contra un material objeto de metalizado usando un aparato de granallado. En la presente invención, es suficiente metalizar justo la superficie de contacto, de forma que es preferible emplear metalizado por granallado que puede llevar a cabo un metalizado localizado.

El metalizado por granallado se puede llevar a cabo usando partículas que tienen un núcleo basado en hierro

revestido con cinc o una aleación de cinc, que se permite que impacten contra la superficie de contacto objeto de revestimiento. Preferentemente, las partículas tienen un contenido de cinc o aleación de cinc dentro del intervalo de un 20-60 % en masa y un diámetro de partícula dentro del intervalo de 0,2-1,5 μm . Cuando las partículas impactan con la superficie de contacto, únicamente la capa de cinc o de aleación de cinc de las partículas se adhiere a la superficie de contacto, de manera que se forma un revestimiento poroso de cinc o aleación de cinc sobre la superficie de contacto. El metalizado por granallado puede formar un revestimiento metalizado que tiene buena adhesión a la superficie del acero independientemente de la composición del acero.

Desde el punto de vista de resistencia a la corrosión y adhesión, preferentemente el espesor del revestimiento de cinc o aleación de cinc formado por medio de metalizado por impacto es de 5-40 μm . Si es menor que 5 μm , no se puede obtener resistencia a la corrosión adecuada en algunos casos. Por otra parte, si supera 40 μm , la adhesión del revestimiento lubricante puede terminar disminuyendo. Similarmente, preferentemente el espesor del revestimiento de fosfato está dentro del intervalo de 5-40 μm .

Se puede emplear otro tratamiento superficial. Por ejemplo, una o más capas de metalizado con un metal o aleación de metal son eficaces para mejorar la resistencia a la excoiación. Ejemplos de dichos metalizados incluyen metalizado con capa individual con metal de Cu, Sn o Ni, así como también metalizado con capa individual con aleación de Cu-Sn, metalizado con dos capas con capas de Cu y Sn, y metalizado con tres capas con capas de Ni, Cu y Sn como se describe en el documento JP 2003-74763A. Para una tubería de acero fabricada de acero que tiene un contenido de Cr mayor de un 5 %, se prefieren un metalizado con aleación de Cu-Sn, un metalizado de dos capas de metalizado de Cu-metalizado de Sn y un metalizado de tres capas de metalizado de Ni-metalizado de Cu-metalizado de Sn. Se prefiere un metalizado de dos capas de metalizado de Cu-metalizado de Sn, y un metalizado de tres capas de metalizado por impacto de Ni-metalizado de Cu-metalizado de Sn. Se puede llevar a cabo dicho metalizado de metal o aleación de metal por medio de un método conocido como se describe en el documento JP 2003-74763A.

[Tratamiento Superficial del Otro Miembro]

Cuando se forman una primera capa de un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso y una segunda capa de un revestimiento sólido seco sobre la primera capa de acuerdo con la presente invención sobre la superficie de contacto de uno del pasador y la tuerca de una junta roscada, se puede dejar en estado no tratado la superficie del otro miembro que no se reviste con estos revestimientos, pero preferentemente, se lleva a cabo el tratamiento superficial preparatorio descrito anteriormente para formar rugosidad en la superficie de contacto. Como resultado de ello, cuando se lleva a cabo la conexión con el miembro que está revestido con el revestimiento lubricante y el revestimiento sólido seco de acuerdo con la presente invención, la superficie de contacto del otro miembro que no tiene el revestimiento lubricante exhibe buena capacidad de retención del revestimiento lubricante debido al efecto de ancla producido por medio de la formación de rugosidad superficial, aumentando de este modo la resistencia a la excoiación.

Con el fin de conferir propiedades de prevención de la corrosión, se puede formar un revestimiento sólido seco sobre esta capa de tratamiento superficial. Evitando la exposición de la superficie de contacto al aire por medio de este revestimiento sólido seco, incluso cuando se pone en contacto la superficie de contacto con agua condensada durante el almacenamiento, se evita la aparición de corrosión sobre la superficie de contacto. El material y el espesor del revestimiento sólido seco pueden ser los mismos que se han descrito anteriormente. Como se ha descrito anteriormente, se destruye este revestimiento sólido seco por medio del impacto aplicado en el momento del montaje inicial de manera que se incorpora al revestimiento lubricante sobre el miembro de acoplamiento, de manera que no interfiere con las propiedades lubricantes producidas por el revestimiento lubricante.

Ejemplos

Se ilustrarán los efectos de la presente invención por medio de los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos. A continuación, se hace referencia a la superficie de contacto que incluye la parte roscada y la parte de contacto de metal no roscada del pasador como "superficie de pasador" y la superficie de contacto que incluye la parte roscada y la parte de contacto de metal no roscada de la tuerca como "superficie de tuerca". La rugosidad superficial se expresa en R_{max} .

Se llevó a cabo el tratamiento superficial que se muestra en la Tabla 2 sobre la superficie del pasador y la superficie de la tuerca de una junta roscada (diámetro externo = 17,78 cm (7 pulgadas), espesor de pared = 1,036 cm (0,408 pulgadas)) fabricada a partir de acero A al carbono, acero B de Cr-Mo, acero C de un 13 % de Cr o acero D de alta aleación que se muestra en la Tabla 1 (aparece excoiación de manera creciente de forma sencilla desde la composición A hasta la composición D). Se formaron un revestimiento lubricante semisólido y líquido viscoso y un revestimiento sólido seco por medio de revestimiento por pulverización de aire. Las proporciones de los componentes presentes en cada una de las composiciones de revestimiento están indicadas en relaciones en masa en los ejemplos y ejemplos comparativos a menos que se especifique lo contrario.

En el ensayo de montaje y desmontaje para cada uno de los ejemplos y ejemplos comparativos, antes del montaje,

se mantuvieron las proximidades de las superficies de contacto del pasador y tuerca a aproximadamente 50 °C durante una hora por medio de insuflado de aire caliente (excepto para el Ejemplo Comparativo 1 y 2), y posteriormente se dispersó polvo de hierro sobre las superficies de contacto para simular el estado donde el polvo de incrustación de óxido sobre la superficie interna de la tubería de acero se mueve hacia las partes revestidas y se adhiere a las mismas, cuando se coloca la tubería de acero en posición vertical. Posteriormente, se lleva a cabo el insuflado de aire para retirar el polvo de hierro depositado.

Se llevó a cabo el montaje a una velocidad de montaje de 10 rpm con un par de montaje de 14 kN-m, y después el desmontaje, y se investigó la excoiación de las superficies de contacto del pasador y la tuerca. Cuando las ralladuras debido a excoiación que se desarrollaron durante el montaje fueron ligeras y fue posible desarrollar el remontaje llevando a cabo la reparación, se llevó a cabo la reparación y se repitieron el montaje y el desmontaje diez veces o hasta que se hizo imposible el desmontaje debido a la aparición de excoiación intensa irreparable. La tabla 3 muestra los resultados del ensayo de montaje y desmontaje.

Tabla 1

Composición química de la junta roscada (% en masa, restante: Fe e impurezas)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0,24	0,3	1,3	0,02	0,01	0,04	0,07	0,17	0,04
B	0,25	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,05	0,95	0,18
C	0,19	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,1	13	0,04
D	0,02	0,3	0,5	0,02	0,01	0,5	7	25	3,2

Tabla 2

Nº.	Pasador			Tuerca			Acero
	Tratamiento superficial preparatorio	Revestimiento lubricante	Revestimiento sólido seco	Tratamiento superficial preparatorio	Revestimiento lubricante	Revestimiento sólido seco	
Ej. 1	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)	ninguno	ninguno	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	cera de parafina, estearato de Ca (t=20)	resina acrílica (t=8)	A
Ej. 2	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)	ninguno	resina acrílica (t=10)	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	cera de parafina, estearato de Ca, asfalto natural (t=30)	resina acrílica (t=15)	B
Ej. 3	granallado con arena (R=10)	cera de parafina, estearato de Ca, sulfonato de Ca ¹⁾ (t=25)	resina acrílica (t=30)	1. amolado (R=3) 2. Metalizado por granallado de Zn (t=7) (R=5)	cera de parafina, estearato de Ca, sulfonato de Ca ¹⁾ (t=25)	resina acrílica (t=20)	D
Ej. 4	granallado con arena (R=10)	ninguno	resina acrílica (t=20)	1. amolado (R=3) 2. Metalizado de 3 capas (Ni-Cu-Sn de impacto) de Zn (t=10) (R=5)	cera de parafina, estearato de Ca, sulfonato de Ca ³⁾ (t=90)	resina acrílica (t=30)	C

Nº.	Pasador			Tuerca			Acero
	Tratamiento superficial preparatorio	Revestimiento lubricante	Revestimiento sólido seco	Tratamiento superficial preparatorio	Revestimiento lubricante	Revestimiento sólido seco	
Ej. 5	granallado con arena (R=10)	ninguno	poli(óxido de etileno) (t=20)	1. amolado (R=3) 2. Metalizado con aleación de Cu-Sn (t=12) (R=5)	cera de parafina, estearato de Ca, salicilato de Ca ²⁾ (t=50)	poli(óxido de etileno) (t=15)	C
Ej. 6	1. amolado (R=3) 2. Oxalato (R=8) (t=4)	ninguno	resina acrílica (t = 10)	1. amolado (R=3) 2. Oxalato (R=7) (t=3)	cera de parafina, estearato de Ca, salicilato de Ca ²⁾ asfalto natural (t=25)	resina acrílica (t=10)	C
Ej. 7	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Zn (R=10) (t=14)	ninguno	resina de curado por UV, estearato de Ca, CaCO ₃ acicular (t=15)	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=12)	cera de parafina, estearato de Ca grafito (t=20)	resina de curado por UV, estearato de Ca, CaCO ₃ acicular (t=15)	A
Ej. Comp. 1	amolado (R=3)	grasa compuesta (API Bulletin SA2)	ninguno	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	grasa compuesta (API Bulletin SA2)	ninguno	A
Ej. Comp. 2	amolado (R=3)	cera de parafina, estearato de Ca, salicilato de Ca ²⁾ (t=30)	ninguno	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	cera de parafina, estearato de Ca, salicilato de Ca ²⁾ (t=30)	ninguno	B
Ej. Comp. 3	amolado (R=3)	ninguno	ninguno	1. amolado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	sulfonato de Ca ¹⁾ (t=11)	cera de óxido ⁴⁾ 4) (t=5)	A

Notas: R: rugosidad superficial (µm); t: espesor del revestimiento (µm) ¹⁾sulfonato de calcio altamente básico, ²⁾ salicilato de calcio altamente básico; ³⁾fenato de calcio altamente básico, ⁴⁾ cera de óxido con punto de fusión de 65 °C (sólida a 40 °C)

Tabla 3

Ejemplo Nº.	Presencia de excoiación ¹⁾ tras el montaje hasta 10 ciclos (figura: número de ciclos de montaje)										Comentarios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ej. 1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
Ej. 2	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
Ej. 3	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	
Ej. 4	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	
Ej. 5	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	Δ	
Ej. 6	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	
Ej. 7	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
Ej.Comp. 1	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Contiene metales pesados nocivos tales como Pb, muy adherente
Ej.Comp. 2	O	O	O	Δ	Δ	X	-	-	-	-	Muy adherente, mucha adhesión de polvo de hierro

Ejemplo Nº.	Presencia de excoiación ¹) tras el montaje hasta 10 ciclos (figura: número de ciclos de montaje)										Comentarios
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ej.Comp. 3	O	X	-	-	-	-	-	-	-	-	Muy adherente por encima de 40 °C, mucha adhesión de polvo de hierro
Notas: 1) O: Sin aparición de agarrotamiento; Δ: ligera excoiación (el remontaje fue posible tras la reparación de las ralladuras por excoiación); X: tuvo lugar la excoiación irreparable; -: ensayo concluido											

Ejemplo 1

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada de acero al carbono que tenía la composición A que se muestra en la Tabla 1.

Se sometió la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 µm) y se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de manganeso a 80-95 °C para formar un revestimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 µm (rugosidad superficial de 10 µm). Posteriormente, se aplicaron una composición de revestimiento lubricante formada por una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, y dos partes de un disolvente orgánico (líquidos minerales) a la superficie de la tuerca por medio de revestimiento por pulverización, y tras evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento lubricante semisólido con una espesor de 20 µm. Sobre este revestimiento lubricante, se aplicó una composición de revestimiento formada a partir de una parte de agua y 0,43 partes de una resina acrílica por medio de revestimiento por pulverización, y tras evaporación del agua, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 8 µm.

Se sometió la superficie del pasador a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 µm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de cinc a 75-85 °C para formar un revestimiento de fosfato de cinc con un espesor de 15 µm (rugosidad superficial de 10 µm).

Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo adhesión alguna de ningún polvo de hierro sobre el revestimiento sólido seco de la superficie de la tuerca. En el ensayo de montaje y desmontaje, como se muestra en la Tabla 3, no tuvo lugar excoiación alguna en 10 ciclos de montaje y desmontaje, y los resultados fueron extremadamente buenos.

Ejemplo 2

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada de acero de Cr-Mo que tenía la composición B que se muestra en la Tabla 1.

Se sometió la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 µm) y se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de manganeso a 80-95 °C para formar un revestimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 µm (rugosidad superficial de 10 µm). Posteriormente, se revistió la superficie de la tuerca con una composición de revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, 0,1 partes de polvo de asfalto natural (gilsonita) y dos partes de disolvente orgánico (líquidos minerales) por medio de revestimiento por pulverización, y tras evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento lubricante semisólido con un espesor de 30 µm. Sobre el revestimiento lubricante, se formó una composición de revestimiento formada a partir de una parte de agua y 0,5 partes de una resina acrílica y 0,05 partes de éter n-butílico de dipropilenglicol por medio de revestimiento por pulverización, y tras evaporación del agua, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 15µm.

Se sometió la superficie del pasador a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 µm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de cinc a 75-85 °C para formar un revestimiento de fosfato de cinc con un espesor de 15 µm (rugosidad superficial de 10 µm). Sobre la superficie del revestimiento de fosfato, se aplicó una composición formada a partir de una parte de agua y 0,5 partes de resina acrílica por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del agua, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 10 µm.

Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo absolutamente ninguna adhesión de polvo de hierro sobre el revestimiento sólido seco del pasador o la tuerca. En el ensayo de montaje y desmontaje, como se muestra en la Tabla 3, no tuvo lugar excoiación alguna en 10 ciclos de montaje y desmontaje, y los resultados fueron extremadamente buenos.

Ejemplo 3

Se sometió una junta roscada fabricada de acero de alta aleación que tenía la composición D que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

5 Se sometió la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se formó un revestimiento de metalizado de cinc con un espesor de 7 μm (rugosidad superficial de 5 μm) sobre el mismo por medio de metalizado por granallado usando partículas que tenían un núcleo de hierro revestido con cinc. Posteriormente, se revistió la superficie de la tuerca con una composición de revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 70 °C, una parte de sulfonato de calcio altamente básico (basicidad de 400 mg de KOH/g) y dos partes de un disolvente orgánico (líquidos minerales) por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente, se formó un revestimiento lubricante líquido viscoso con un espesor de 25 μm . En la preparación de la composición de revestimiento lubricante, se disolvió inicialmente estearato de calcio en la cera de parafina calentada hasta al menos su temperatura de fusión, y posteriormente se mezclaron los otros componentes con la misma. Sobre el revestimiento lubricante, se aplicó por medio de revestimiento por pulverización una composición formada a partir de una parte de agua y una parte de una resina acrílica por medio de revestimiento por pulverización, y tras evaporación del agua, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 20 μm .

20 Una vez que se hubo proporcionado una rugosidad superficial de 10 μm a la superficie del pasador por medio de granallado con arena con una arena de #80, se aplicó a la superficie del pasador la misma composición de revestimiento lubricante aplicada a la superficie de la tuerca, por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento lubricante líquido viscoso con un espesor de 25 μm . Sobre el revestimiento lubricante, se aplicó una composición formada a partir de una parte de agua y una parte de la resina acrílica por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación de agua, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 30 μm .

Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo absolutamente ninguna adhesión de polvo de hierro sobre el revestimiento sólido seco del pasador o la tuerca. El acero fue acero de alta aleación que experimenta excoiación extremadamente fácil, de forma que en el ensayo de montaje y desmontaje con 10 ciclos de montaje y desmontaje, como se muestra en la Tabla 3, tuvo lugar una ligera excoiación al final del octavo ciclo. No obstante, fue posible continuar el uso con reparación. Este resultado es de un nivel donde no hubo absolutamente ningún problema con respecto a la resistencia a la excoiación.

Ejemplo 4

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada a partir de acero con un 13 % de Cr que tenía la composición que se muestra en la Tabla 1.

40 Después de someter la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) se formó un metalizado de capa múltiple con un espesor total de 10 μm (rugosidad superficial de 5 μm) y que consistía en un metalizado por impacto de Ni, metalizado de Cu y metalizado de Sn, por ese orden, por medio de electrometalizado. Sobre la superficie que se trató de este modo, se aplicó una composición de revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 70 °C, cuatro partes de estearato de calcio, tres partes de fenato de calcio altamente básico (basicidad de 400 mg de KOH/g), y dos partes de disolvente orgánico (líquidos minerales), por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente, se formó un revestimiento lubricante líquido viscoso con un espesor de 90 μm . En primer lugar se disolvió el estearato de calcio en la cera de parafina calentada hasta su temperatura de fusión y posteriormente se mezclaron con la misma los otros componentes. Sobre el revestimiento lubricante, se aplicó una composición de revestimiento formada a partir de una parte de agua, cuatro partes de una resina acrílica y 0,05 partes de polvo de sílice, por medio de revestimiento por pulverización, y tras evaporación del agua, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 30 μm .

55 Una vez que se hubo proporcionado una rugosidad superficial de 10 μm a la superficie del pasador por medio de granallado con arena con una arena de #80, se aplicó una composición de revestimiento formada a partir de una parte de agua, cuatro partes de resina acrílica, y 0,05 partes de polvos de sílice, por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación de agua, se formó una revestimiento sólido seco con un espesor de 20 μm .

60 Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo absolutamente ninguna adhesión de polvo de hierro sobre el revestimiento sólido seco del pasador o la tuerca. En el ensayo de montaje y desmontaje diez ciclos, como se muestra en la Tabla 3, tuvo lugar ligera excoiación al final del noveno ciclo, pero el montaje y desmontaje pudieron continuar llevando a cabo la reparación. Este resultado es de un nivel donde no hubo absolutamente ningún problema con respecto a la resistencia a la excoiación.

Ejemplo 5

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada a partir de acero con un 13 % de Cr que tenía la composición que se muestra en la Tabla 1.

5 Después de someter la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) se formó un revestimiento metalizado de una aleación de cobre-estaño con un espesor de 12 μm (rugosidad superficial de 5 μm) por medio de electrometalizado. Sobre la superficie de la tuerca que se trató de este modo, se aplicó una composición de revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto
10 de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, cuatro partes de salicilato de calcio altamente básico (basicidad de 300 mg de KOH/g), y dos partes de disolvente orgánico (líquidos minerales), por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente, se formó un revestimiento lubricante líquido viscoso con un espesor de 50 μm . En primer lugar se disolvió el estearato de calcio en la cera de parafina calentada hasta al menos su temperatura de fusión y posteriormente se mezclaron con la misma los otros componentes. Sobre
15 el revestimiento lubricante, se aplicó una composición de revestimiento formada a partir de una parte de agua, y 0,1 partes de poli(óxido de etileno) por medio de revestimiento por pulverización y se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 15 μm .

20 Una vez que se hubo proporcionado una rugosidad superficial de 10 μm a la superficie del pasador por medio de granallado con arena con una arena de #80, se aplicó una composición de revestimiento formada a partir de una parte de agua y 0,1 partes de poli(óxido de etileno) a la superficie por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación de agua, se formó una revestimiento sólido seco con un espesor de 20 μm .

25 Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo absolutamente ninguna adhesión de polvo de hierro sobre el revestimiento sólido seco del pasador o la tuerca. En el ensayo de montaje y desmontaje diez ciclos, como se muestra en la Tabla 3, tuvo lugar ligera excoiación a partir del séptimo ciclo, pero llevando a cabo la reparación, se pudieron llevar a cabo el montaje y desmontaje durante diez ciclos. Este resultado es de un nivel donde no hubo absolutamente ningún problema con respecto a la resistencia a la excoiación.

30 Ejemplo 6

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada a partir de acero con un 13 % de Cr que tenía la composición que se muestra en la Tabla 1.

35 Se sometió la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 15 minutos en una disolución de oxalato para tratamiento de conversión química a una temperatura de 85-95 °C para formar un revestimiento de oxalato que tenía un espesor de 3 μm (rugosidad superficial de 7 μm). Sobre la superficie que se trató de este modo, se aplicó una composición de
40 revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, cuatro partes de salicilato de calcio altamente básico (basicidad de 300 mg de KOH/g), 0,05 partes de asfalto natural (gilsonita) y dos partes de disolvente orgánico (líquidos minerales), por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento lubricante semisólido con un espesor de 25 μm . Sobre el revestimiento lubricante, se aplicó una composición de revestimiento formada a partir una parte de un disolvente orgánico (tolueno : ciclohexanona : etilmetil cetona = 1:2:4), 0,25 partes
45 de una resina acrílica, y 0,02 partes de éter n-butílico de dipropilenglicol por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 10 μm .

50 Se sometió la superficie del pasador a terminación por medio de amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 15 minutos en una disolución de tratamiento de conversión química de formación de película de oxalato a 85-95 °C para formar un revestimiento de oxalato con un espesor de 4 μm (rugosidad superficial de 8 μm). Sobre esta superficie de revestimiento, se aplicó una composición de revestimiento formada por una parte de un disolvente orgánico (tolueno : ciclohexanona : etilmetil cetona = 1:2:4), 0,25 partes de una resina acrílica, y 0,02 partes de éter n-butílico de dipropilenglicol por medio de revestimiento por pulverización, y
55 tras evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento sólido seco con un espesor de 10 μm .

Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo absolutamente ninguna adhesión de polvo de hierro al revestimiento sólido seco del pasador o la tuerca. En el ensayo de montaje y desmontaje de diez ciclos, como se muestra en la Tabla 3, tuvo lugar ligera excoiación a partir del octavo ciclo, pero llevando a cabo la reparación, se pudo continuar
60 el montaje y desmontaje durante diez ciclos. Este resultado es de un nivel donde no hubo absolutamente ningún problema con respecto a la resistencia a la excoiación.

Ejemplo 7

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada a partir de acero A al carbono de que tenía la composición que se muestra en la Tabla 1.

5 Se sometió la superficie de la tuerca a terminación por amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de manganeso a 80-95 °C para formar un revestimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 12 μm (rugosidad superficial de 10 μm). Sobre la superficie que se trató de este modo, se aplicó una composición de revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, dos partes de un disolvente orgánico (líquidos minerales) y 0,04 partes de polvo de grafito por medio de revestimiento por pulverización, y tras la evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento lubricante semisólido con un espesor de 20 μm . Sobre el revestimiento lubricante, se aplicó una composición de revestimiento que comprendía una resina de curado ultravioleta comercializada por Nippon Kayaku que incluyó KAYARAD THE 330 (un éster de acrilato de trimetilolpropano y óxido de etileno), KAYACURE DETX-S (2,4-dietiltioxantona) y KAYACURE EPA (4-dimetilaminobenzoato de etilo), un lubricante (Estearato de Calcio GP comercializado por NOF Corporation) y una carga fibrosa de carbonato de calcio acicular ("Whiscal" comercializado por Maruo Calcium Co., Ltd.). La relación en masa de resina de curado ultravioleta : lubricante : carga fibrosa fue de 15:3:2. Se curó el revestimiento por medio de irradiación con radiación ultravioleta de 260 nm de longitud de onda a partir de una lámpara de mercurio enfriada con aire con un rendimiento de 4 kW para formar un revestimiento sólido seco con un espesor de 15 μm .

20 Se sometió la superficie del pasador a terminación por medio de amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de cinc a 75-85 °C para formar un revestimiento de fosfato de cinc con un espesor de 14 μm (rugosidad superficial de 10 μm). Sobre la superficie de revestimiento de fosfato, se formó el mismo revestimiento sólido seco curado por ultravioleta que se formó sobre la superficie de la tuerca con un espesor de 15 μm .

25 Incluso a aproximadamente 50 °C, no hubo absolutamente ninguna adhesión de polvo de hierro al revestimiento sólido seco del pasador o la tuerca. En el ensayo de montaje y desmontaje, como se muestra en la Tabla 3, no tuvo lugar ninguna excoiación en 10 ciclos de montaje y desmontaje, y los resultados fueron extremadamente buenos.

30 Ejemplo Comparativo 1

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada de acero al carbono que tenía la composición A mostrada en la Tabla 1.

35 Se sometió la superficie de la tuerca a amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de manganeso a 80-95 °C para formar un revestimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 μm (rugosidad superficial de 10 μm). Sobre el revestimiento de fosfato, como lubricante, se aplicó una grasa compuesta líquida viscosa que cumplía los patrones API (el peso combinado de revestimiento sobre el pasador y la tuerca fue de 50 gramos).

40 Se sometió la superficie del pasador a terminación por medio de amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y sin tratamiento superficial adicional, se aplicó una grasa compuesta descrita anteriormente sobre la misma.

45 En el ensayo de montaje y desmontaje de diez ciclos, como se muestra en la Tabla 3, no hubo presencia de ninguna excoiación hasta el octavo ciclo. Tuvo lugar ligera excoiación en el ciclo noveno, pero se pudo llevar a cabo la reparación de manera que se llevaron a cabo el montaje y desmontaje durante el décimo ciclo. No obstante, en este ejemplo, la grasa compuesta contenía metales pesados nocivos tales como plomo, y se pudo considerar nocivas para la salud humana y el medio ambiente. Además, la superficie es adherente, y se adhiere materia extraña tal como incrustaciones y arena y se incorporan a la grasa compuesta, lo que provoca el problema de que existen grandes variaciones de la resistencia a la excoiación.

50 Ejemplo Comparativo 2

55 Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada de acero con Cr-Mo que tenía la composición B mostrada en la Tabla 1.

60 Se sometió la superficie de la tuerca a amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de manganeso a 80-95 °C para formar un revestimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 μm (rugosidad superficial de 10 μm). Sobre la superficie que se trató de este modo, se aplicó una composición de revestimiento lubricante formada por una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, cuatro partes de salicilato de calcio altamente básico (basicidad de 300 mg de KOH/g) y dos partes de un disolvente orgánico (líquidos minerales) por medio de revestimiento por pulverización y tras la evaporación del disolvente orgánico se formó un revestimiento lubricante líquido viscoso con un espesor de 30 μm .

65

Una vez que se hubo sometido la superficie del pasador a terminación por medio de amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm), se aplicó una composición de revestimiento lubricante formada a partir de una parte de cera de parafina con un punto de fusión de 65 °C, dos partes de estearato de calcio, cuatro partes de salicilato de calcio altamente básico (basicidad de 300 mg de KOH/g) y dos partes de un disolvente orgánico (líquidos minerales) por medio de revestimiento por pulverización y tras evaporación del disolvente orgánico, se formó un revestimiento lubricante con un espesor de 30 μm .

En el ensayo de montaje y desmontaje de diez ciclos, como se muestra en la Tabla 3, no hubo aparición de excoiación durante el tercer ciclo. No obstante, apareció excoiación ligera en el cuarto ciclo, y aunque continuaron el montaje y desmontaje durante el quinto ciclo llevando a cabo la reparación, tuvo lugar una excoiación intensa irreparable en el sexto ciclo. Se piensa que la resistencia a la excoiación disminuyó debido a la superficie adherente del revestimiento lubricante, que provocó que el polvo de hierro se adhiriera al revestimiento lubricante, y únicamente se pudo retirar una pequeña cantidad de polvo por medio de insuflado de aire. De este modo, se considera que el polvo de hierro que permanece adherido a la superficie tras el insuflado de aire es responsable de la menor resistencia a la excoiación.

Ejemplo Comparativo 3

Se llevó a cabo el siguiente tratamiento superficial sobre una junta roscada fabricada de acero al carbono que tenía la composición A mostrada en la Tabla 1.

Se sometió la superficie de la tuerca a amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y posteriormente se sumergió durante 10 minutos en una disolución de fosfatación de manganeso a 80-95 °C, para formar un revestimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 μm (rugosidad superficial de 10 μm). Sobre la superficie que se trató de este modo, se aplicó una composición de revestimiento lubricante formada a partir de sulfonato de calcio altamente básico (basicidad de 400 mg de KOH/g) por medio de revestimiento por cepillado para formar un revestimiento lubricante líquido viscoso con un espesor de 12 μm . Sobre el revestimiento lubricante líquido viscoso, se aplicó una cera de óxido con un punto de fusión de 65 °C que se calentó para fundirla, por medio de revestimiento por cepillado para formar un revestimiento (cera) lubricante sólido con un espesor de aproximadamente 5 μm .

Se sometió la superficie del pasador a terminación por medio de amolado en máquina (rugosidad superficial de 3 μm) y no se trató más.

A 50 °C, el reblandecimiento de la capa superior del revestimiento (cera) lubricante sólido ya avanzó, y se adhirió una gran cantidad de polvo de hierro al mismo. Se observó que una parte del polvo de hierro se introdujo en el interior del revestimiento. Además, se entremezcló el revestimiento de cera reblandecido con la capa inferior del revestimiento lubricante líquido viscoso y los revestimientos fluyeron parcialmente de manera que incluso se desarrolló flacidez (no uniformidad del espesor del revestimiento).

En el ensayo de montaje y desmontaje de diez ciclos, como se muestra en la Tabla 3, no hubo aparición de excoiación en el primer ciclo. No obstante, tuvo lugar excoiación intensa irreparable en el segundo ciclo. Se piensa que la resistencia a la excoiación disminuyó en gran medida debido a la superficie se volvió adherente y el revestimiento se reblandeció al tiempo que la junta roscada se mantuvo a una temperatura que excedió 40 °C. Como resultado de ello, el polvo de hierro se adhirió y se incorporó al revestimiento. Además, el espesor del revestimiento se volvió no uniforme, lo que empeoró más la resistencia a la excoiación.

Se evaluaron las propiedades de prevención de la corrosión por medio de la preparación de una pieza de ensayo conformada-muestra de ensayo (70 mm x 150 mm x 2 mm de espesor) del mismo acero que había sido sometido al mismo tratamiento superficial (tratamiento preparatorio, revestimiento lubricante inferior, y revestimiento sólido seco superior) que se empleó para la tuerca en cada muestra (mostrado en la columna de tuerca de la Tabla 2) y sometiendo la pieza de ensayo a un ensayo de humedad (200 horas a una temperatura de 50 °C y una humedad de 98 %). Se confirmó por medio de este ensayo que no hubo aparición de corrosión para ninguno de los Ejemplos 1 a 7.

Se ha descrito la presente invención anterior con respecto a las realizaciones que se consideran que son preferidas en el momento actual, pero la invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente. Es posible llevar a cabo cambios hasta un alcance que no se contrario al concepto técnico de la invención tal y como se entiende a partir de las reivindicaciones y la memoria descriptiva en su conjunto, y debería entenderse que una junta roscada que emplea dichas variaciones queda englobada por el alcance técnico de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Una junta roscada para tuberías de acero para su uso en un pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, donde la superficie de contacto de al menos uno de pasador y tuerca tiene un revestimiento lubricante y un revestimiento sólido formado sobre el revestimiento lubricante, **caracterizada por que** el revestimiento lubricante es un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso que comprende una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso, el revestimiento sólido es un revestimiento sólido seco formado por un material solidificado que tiene resistencia al reblandecimiento a 50 °C y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es 10-200 μm , el espesor del revestimiento sólido seco es 5-50 μm , y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.
2. Una junta roscada como se explica en la reivindicación 1, donde la superficie de contacto de uno de pasador y tuerca tiene el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso y el revestimiento sólido seco formado sobre el revestimiento lubricante, y la superficie de contacto del otro de pasador y tuerca se ha sometido a tratamiento superficial preparatorio por medio de un método seleccionado entre granallado, decapado, tratamiento de conversión química de fosfato, tratamiento de conversión química de oxalato, tratamiento de conversión química de borato, metalizado con metal y una combinación de dos o más de estos tratamientos.
3. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 2, donde la superficie de contacto del otro miembro tiene un revestimiento sólido seco sobre la superficie que se ha sometido al tratamiento superficial preparatorio.
4. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso comprende una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y está sustancialmente libre de un metal pesado nocivo.
5. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 4, donde el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso comprende además un polvo lubricante sólido.
6. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde el revestimiento sólido seco se forma a partir de una composición de revestimiento acuosa que comprende un compuesto polimérico soluble en agua o dispersable en agua en forma de componente de formación de película.
7. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde el revestimiento sólido seco se forma a partir de una composición de revestimiento que comprende un compuesto polimérico como componente de formación de película que se disuelve en un disolvente orgánico.
8. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 6 o 7, donde el compuesto polimérico es una resina acrílica.
9. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde el revestimiento sólido seco se forma a partir de una resina de curado por ultravioleta.
10. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 9, donde el revestimiento sólido seco formado a partir de una resina de curado por ultravioleta contiene un lubricante y una carga fibrosa.
11. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 10, donde el lubricante es un jabón de metal y la carga fibrosa es un carbonato acicular.
12. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde la superficie de contacto que tiene el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso se somete a tratamiento superficial preparatorio por medio de un método seleccionado entre granallado, decapado, tratamiento de conversión química de fosfato, tratamiento de conversión química de oxalato, tratamiento de conversión química de borato y una combinación de dos o más de estos antes de la formación del revestimiento lubricante.
13. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en cualquiera de las reivindicaciones 1-12, donde la superficie de contacto que tiene el revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso se somete a tratamiento superficial preparatorio por medio de metalizado de metal, metalizado con aleación de metal o metalizado de multicapa con un metal y/o aleación de metal antes de la formación del revestimiento lubricante.
14. Un método para el tratamiento superficial de una junta roscada para tuberías de acero para su uso en un pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, comprendiendo el método aplicar una composición de revestimiento que comprende al menos una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y que no contiene una cantidad sustancial de un metal pesado nocivo, a la superficie de contacto de al menos uno del pasador y la

tuerca para formar un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso, y posteriormente aplicar una composición de revestimiento acuosa basada en un compuesto polimérico soluble en agua o dispersable en agua para formar un revestimiento sólido seco sobre el revestimiento lubricante, el revestimiento sólido seco está formado por un material solidificado que tiene resistencia frente al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es 10-200 µm, el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 µm, y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

15. Un método para el tratamiento superficial de una junta roscada para tuberías de acero para su uso en una tubería para pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, comprendiendo el método aplicar una composición de revestimiento que comprende al menos una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y que no contiene una cantidad sustancial de metal pesado nocivo, a la superficie de contacto de al menos uno del pasador y la tuerca, para formar un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso y posteriormente aplicar una composición de revestimiento basada en un compuesto polimérico disuelto en un disolvente orgánico para formar un revestimiento sólido seco sobre el revestimiento lubricante, el revestimiento sólido seco está formado por un material solidificado que tiene una resistencia frente al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es 10-200 µm, el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 µm, y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

16. Un método para el tratamiento superficial de una junta roscada para tuberías de acero para su uso en una tubería para pozo petrolífero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada uno una superficie de contacto que incluye una parte roscada y una parte de contacto de metal no roscada, comprendiendo el método aplicar una composición de revestimiento que comprende al menos una cera y una sal de metal alcalino térreo de ácido graso y que no contiene una cantidad sustancial de metal pesado nocivo, a la superficie de contacto de al menos uno del pasador y la tuerca, para formar un revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso y posteriormente aplicar una composición de revestimiento basada en una resina de curado por ultravioleta seguida de irradiación con radiación ultravioleta para formar un revestimiento sólido seco sobre el revestimiento lubricante, el revestimiento sólido seco está formado por un material solidificado que tiene una resistencia frente al reblandecimiento a 50 °C, y el espesor del revestimiento lubricante semisólido o líquido viscoso es 10-200 µm, el espesor del revestimiento sólido seco es de 5-50 µm, y el espesor del revestimiento lubricante es mayor que el espesor del revestimiento sólido seco.

17. Un método para conectar una pluralidad de tuberías de acero para su uso en un pozo petrolífero sin aplicación de una grasa lubricante, **caracterizado por** usar una junta roscada como se explica en cualquiera de las reivindicaciones 1-13.

18. Un método para conectar una pluralidad de tuberías de acero para su uso en un pozo petrolífero sin aplicación de una grasa lubricante, **caracterizado por** usar una junta roscada cuya superficie se ha tratado por medio del método explicado en cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16.

Fig. 1

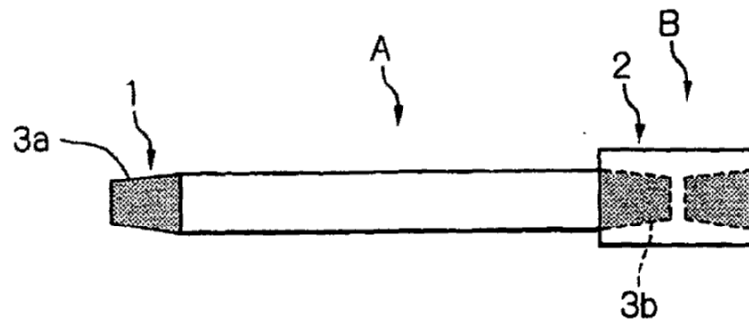


Fig. 2

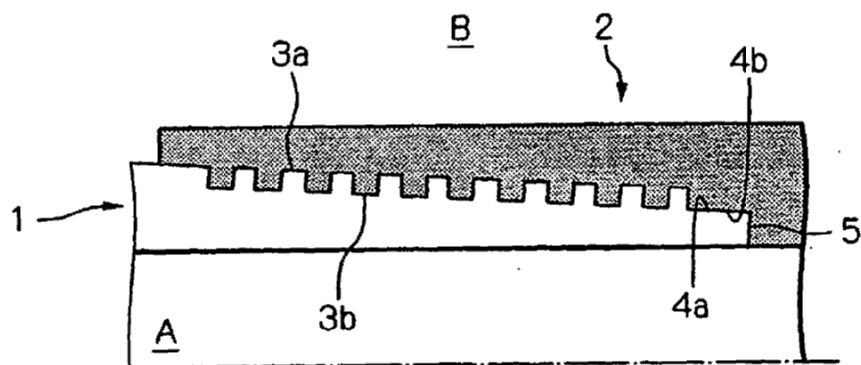
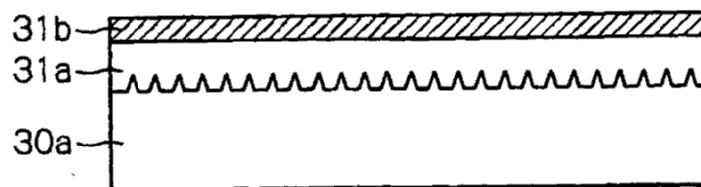


Fig. 3

(a)



(b)

