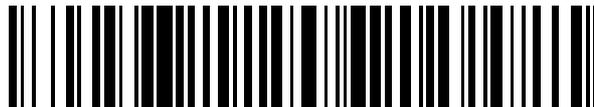


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 882**

51 Int. Cl.:

F16L 15/04 (2006.01)

C23C 28/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2007** **E 07807804 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013** **EP 2059704**

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

30 Prioridad:

14.09.2006 JP 2006249643

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.09.2013

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:

GOTO, KUNIO;
NAGASAKU, SHIGEO;
ONISHI, SHIGEO y
IKEGAMI, HIROAKI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 421 882 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 y en particular a una junta roscada para su uso en la conexión de bienes tubulares para formaciones petrolíferas unos a otros. Más particularmente, la presente invención está relacionada con el tratamiento superficial de dicha junta roscada.

10 De manera fiable una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención puede exhibir excelente resistencia a la excoiación sin la aplicación de una grasa compuesta que se ha aplicado a juntas roscadas cuando se usan para conectar bienes tubulares para formaciones petrolíferas y que contiene una gran cantidad de polvo de metal pesado nocivo. Por consiguiente, una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la
15 presente invención puede evitar los efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana provocados por el uso de grasa compuesta.

Técnica anterior

20 Los bienes tubulares para formaciones petrolíferas (abreviados como OCTG) son tubos y tuberías de revestimiento que se usan para excavar pozos petrolíferos para recuperar el petróleo crudo o gasóleo. Normalmente, están conectados unos a otros usando juntas roscadas. En el pasado, la profundidad de los pozos petrolíferos era de 2000-3000 metros, pero en los actuales campos petrolíferos marinos profundos se pueden alcanzar los 8.000-10.000
25 metros.

En este entorno de uso, la junta roscada para OCTG está sometida a una carga en forma de una fuerza de tracción axial provocada por el peso de OCTG y las juntas conectadas a los mismos, una presión externa e interna combinada, y calor subterráneo. Por tanto, la junta roscada debe mantener una conexión estanca sin ruptura incluso
30 en dicho entorno hostil.

Una junta roscada típica usada para conectar OCTG tiene una estructura de tuerca con pasador que comprende una rosca macho formada sobre la superficie de cada parte terminal (pasador) de un bien tubular para formaciones petrolíferas y una rosca hembra formada sobre la superficie interna (tuerca) de un acoplamiento (un miembro conector roscado). La parte de contacto metal a metal no roscada está formada en el lado terminal frontal de la rosca macho del pasador y sobre el lado interno de la rosca hembra de la tuerca. Por medio de la inserción de un extremo del bien tubular para formaciones petrolíferas en el interior del acoplamiento y apretando la rosca macho y la rosca hembra, se establece un contacto firme entre las partes de contacto metal a metal no roscadas del pasador y la tuerca, unas a otras, para formar un sellado metal a metal, logrando de este modo la estanqueidad de la junta. De este modo, cada uno de pasador y tuerca tiene una superficie de contacto en su parte roscada y su parte de
35 contacto metal a metal no roscada.

Durante la operación de bajada de la tubería o tubería de revestimiento del pozo petrolífero, debido a varios problemas, existen casos donde la junta roscada apretada se afloja después de producirse la elevación temporal de la tubería o tubería del revestimiento fuera del pozo petrolífero, y posteriormente la junta se re-aprieta antes de bajar la tubería o tubería de revestimiento. API (Americian Petroleum Institute) requiere una junta roscada para OCTG que tenga suficiente resistencia a la excoiación de manera que resulte posible llevar a cabo el apretado (formación) y aflojado (ruptura) diez veces para una junta para tuberías y tres veces para una junta de revestimiento sin que se produzca la excoiación (agarrotamiento severo irreparable) al tiempo que se mantiene la estanqueidad.
45

Cuando se aprieta la junta roscada, con el fin de aumentar su resistencia a la excoiación y estanqueidad, se aplica un lubricante líquido viscoso denominado "grasa compuesta" que contiene una gran cantidad de polvo de metal pesado a las superficies de contacto (concretamente, las partes roscadas y las partes de contacto metal a metal no roscadas) de la junta. Dicha grasa compuesta viene especificada por API BUL 5A2. La grasa compuesta también tiene el efecto de evitar la formación de óxido sobre la superficie.
50

55 Con el fin de aumentar la retención de la grasa compuesta por parte de la junta roscada y mejorar las propiedades de deslizamiento de la junta, se ha propuesto que las superficies de contacto de la junta roscada sean sometidas a tratamiento superficial seleccionado entre tratamiento de nitruro, diferentes tipos de metalizado tales como metalizado basado en cinc y metalizado dispersado, tratamiento químico de conversión de fosfato, y similares para formar una o más capas que tienen una mayor rugosidad superficial. No obstante, el uso de una grasa compuesta tiene el inconveniente de los efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana, como se describe a continuación.
60

La grasa compuesta contiene una gran cantidad de polvo de metales pesados tales como plomo, cinc y cobre con el

fin de proporcionar a la grasa suficiente lubricidad y resistencia a la corrosión. Cuando se aprieta la junta roscada que tiene grasa aplicada sobre la misma, se lava la grasa aplicada o se escurre fuera del exterior de la junta, y puede tener un efecto adverso sobre el medio ambiente y en particular sobre la fauna marina debido a sus componentes nocivos de metales pesados tales como plomo. Además, el proceso de aplicación de la grasa compuesta afecta negativamente al medio de trabajo, y existe un problema de efectos nocivos sobre la salud humana debido a los componentes nocivos.

Desde que entro en vigor la Convención OSPAR (Convención de Oslo-París) sobre la prevención de la contaminación marina en el Atlántico Norte en 1998, se ha incrementado la normativa ambiental estricta a escala global, y en algunas regiones, ya se ha regulado el uso de la grasa compuesta. Por consiguiente, con el fin de evitar efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana en la excavación de pozos de gas y pozos petrolíferos, se ha desarrollado la demanda de una junta roscada que pueda exhibir excelente resistencia a la excoiación sin la aplicación de una grasa compuesta.

Como junta roscada que se puede usar para conectar OCTG sin aplicación de una grasa compuesta, por ejemplo, el Documento de Patente 1 citado a continuación divulga una junta para tuberías de acero que tiene al menos tres capas formadas por medio de tratamiento superficial que comprenden una capa más inferior sometida a tratamiento con nitruro, una capa intermedia de conversión química formada por medio de tratamiento de fosfonación con manganeso, y un revestimiento lubricante sólido más superior. Aunque el objetivo es totalmente diferente de la presente invención, el Documento de Patente 2 citado a continuación divulga una junta roscada para OCTG que tiene una capa metalizada inferior con un metal blando tal como Cu, Zn, Sn o Pb y una capa metalizada superior con un metal duro tal como Cr, Mo o W, al tiempo que el Documento de Patente 3 citado a continuación divulga una junta roscada para OCTG que tiene una capa de revestimiento inferior de un metal tal como Ni que tiene un punto de fusión más elevado que la temperatura de uso de la junta y una capa de revestimiento superior de un material tal como Sn que tiene un punto de fusión menor que la temperatura de uso de la junta.

Listado de documentos

Documento de Patente 1: JP H08-105582 AI
Documento de Patente 2: JP S60-022695 AI
Documento de Patente 3: JP H05-149486 AI

El documento US 5.253.902 divulga una junta roscada con un revestimiento anti-agarrotamiento formada por una capa fina de óxido de plomo producida por medio de la oxidación de una capa de plomo, que está formado en sí mismo sobre una capa subyacente de un metal tal como cobre y que se ha depositado directa o indirectamente de antemano sobre la superficie a proteger frente al agarrotamiento.

El documento JP 2003-074763 divulga una junta roscada con un revestimiento metalizado de Sn o aleación de Sn-Cu como capa superior lubricante.

El documento US 4.513.995 divulga una junta roscada con una capa de níquel y un metalizado de estaño y que se engrasa.

Divulgación de la invención

La junta roscada descrita en el Documento de Patente 1 tiene los defectos de que el revestimiento lubricante sólido se despega relativamente pronto debido a su pobre adhesión a la capa subyacente, y de que resulta difícil retener el polvo lubricante liberado a partir del revestimiento cuando se desgasta sobre la superficie de uso con el fin de contribuir a la lubricación. Por consiguiente, en particular en el caso de OCTG formado por un acero de alta aleación en el cual tiene lugar excoiación con facilidad, su resistencia a la excoiación no es suficiente para evitar la excoiación cuando se repite el apretado y aflojado de la junta.

El Documento de Patente 2 y el Documento de Patente 3 se refieren ambos a un revestimiento de multi-capa con un metal blando y un metal duro sobre una junta roscada. No obstante, la junta roscada descrita en el Documento de Patente 2 está basado en la hipótesis de la aplicación de una grasa compuesta con el fin de garantizar que la junta exhibe suficiente resistencia a la excoiación y estanqueidad. Por consiguiente, no se puede evitar el efecto adverso sobre el medio ambiente global y la salud humana provocado por el uso de una grasa compuesta. La junta roscada descrita en el Documento de Patente 3 puede exhibir estanqueidad por medio de fusión de la capa de revestimiento superior a la temperatura de uso, pero su efecto sobre la resistencia a la excoiación y la prevención de la formación de óxido disminuye a medida que se suceden el apretado y aflojado de la junta debido a la destrucción de la capa superior.

Es un objeto de la presente invención proporcionar una junta roscada que esté libre de los problemas anteriormente descritos de la técnica anterior. Un objetivo más particular de la invención es proporcionar una junta roscada para tuberías de acero que tenga excelente resistencia a la excoiación, propiedades que eviten la formación de óxido, y estanqueidad de manera que se pueda evitar la formación de óxido y mantener excelente resistencia a la

excoriación y estanqueidad sin usar una grasa compuesta, incluso cuando los OCTG objeto de conexión por parte de la junta están fabricados a partir de una aleación de alto acero y se repiten el apretado y aflojado de la junta.

Con el fin de impartir el nivel de resistencia a la excoriación anteriormente descrito, necesario para API, a una junta roscada para OCTG particularmente fabricada a partir de acero de alta aleación, que experimenta excoriación fácilmente, sin usar una grasa compuesta, es extremadamente ventajoso usar un revestimiento lubricante sólido como capa de tratamiento superficial adicional como se sugiere en el Documento de Patente 1 citado anteriormente. No obstante, como se ha comentado anteriormente con respecto a ese documento, si la adhesión del revestimiento sólido lubricante a un material subyacente resulta inapropiada, el efecto de mejora de la resistencia a la excoriación por parte del revestimiento lubricante sólido se ve limitado en gran medida. En los Documentos de Patente 2 y 3 que no están basados en la hipótesis de la formación de un revestimiento lubricante sólido, no existe divulgación alguna referida a una estructura que pueda obtener una elevada resistencia a la excoriación, sobre la hipótesis del uso de un revestimiento lubricante sólido.

Como resultado de investigaciones diligentes referidas al tipo de tratamiento superficial que resulta apropiado para exhibir una elevada resistencia a la excoriación de manera prolongada cuando la capa de tratamiento superficial más superior es un revestimiento sólido lubricante, se encontró que una combinación de dos capas imprimación, concretamente, una primera capa de metal relativamente duro o aleación formada sobre la superficie de metal de base de acero y una segunda capa de metal relativamente blando o aleación formada sobre la primera capa y por debajo del revestimiento lubricante sólido resulta eficaz para aumentar la adhesión de las capas de tratamiento superficial a la superficie de metal de base. Además, debido a que el componente de lubricante del revestimiento de lubricante sólido se libera a partir del revestimiento, se fuerza al interior de la segunda capa blanda subyacente, y se intercala en la misma por medio de la presión aplicada durante el apretado, se mantiene un efecto lubricante incluso después de que el revestimiento lubricante sólido se haya desgastado, haciendo posible de este modo lograr una resistencia a la excoriación prolongada. También se descubrió que existe un intervalo preferido para la dureza de la primera capa y la segunda capa, la rugosidad superficial de la segunda capa y el espesor de cada capa.

La presente invención es una junta roscada para tuberías de acero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada una parte roscada y una parte de contacto metal a metal no roscada que sirven como superficies de contacto de la junta cuando se aprieta sin usar una grasa compuesta, donde las superficies de contacto de al menos uno de pasador y tuerca están revestidas con una estructura de multi-capa que comprende, a partir de la parte inferior, una primera capa formada por un primer metal o aleación, una segunda capa formada por un segundo metal o aleación que es más blando que el primer metal o aleación, y un revestimiento lubricante sólido como capa más superior, donde la primera capa tiene un espesor de revestimiento de 2-15 micrómetros, la segunda capa tiene un espesor de revestimiento de 5-30 micrómetros, y el revestimiento lubricante sólido tiene un espesor de revestimiento de 5-40 micrómetros y dicho revestimiento lubricante sólido tiene una composición que comprende un polvo lubricante, y un aglutinante formado por una resina orgánica o un compuesto polimérico inorgánico.

Preferentemente, la junta roscada para la tubería de placa de acero tiene al menos una de las siguientes características:

- la primera capa tiene una dureza dentro del intervalo de Hv 100-500, y la segunda capa tiene una dureza dentro del intervalo de Hv 10-150;
- la segunda capa tiene una rugosidad superficial de 1-6 micrómetros Ra;
- el revestimiento lubricante sólido no contiene sustancialmente metales pesados nocivos;
- las tuberías de acero son bienes tubulares para formaciones petrolíferas (OCTG); y
- las tuberías de acero contienen al menos un 3 % en peso de Cr.

De acuerdo con la invención, las superficies de contacto de al menos uno de pasador y tuerca de una junta roscada, que incluyen una parte roscada y una parte de contacto metal a metal no roscada, están imprimadas con dos capas metálicas que tienen diferente dureza, concretamente, una primera capa de aleación o metal más duro y una segunda capa de aleación o metal más blando, y posteriormente se forma un revestimiento lubricante sólido encima de estas capas metálicas imprimadas. El revestimiento lubricante sólido soporta al mismo tiempo el apretado y el aflojado de la junta roscada. No obstante, el desgaste del revestimiento lubricante sólido provoca que el componente o componentes de lubricante presentes en el revestimiento en forma de polvo se liberen del revestimiento, y se intercale el polvo liberado en la segunda capa relativamente blanda, haciendo posible de este modo exhibir una resistencia a la excoriación de larga duración. Además, cuando se somete a fricción durante el apretado y aflojado de la junta, la primera y la segunda capas imprimadas no se funden, ya que disminuye la fuerza de fricción aplicada a estas capas y además el calor de fricción generado por medio del revestimiento lubricante sólido superpuesto, y juntas forman un efecto de prevención de la formación de óxido sobre las superficies de contacto de la junta roscada. Por tanto, una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención puede evitar la formación de óxido, y continúa exhibiendo un rendimiento lubricante en ausencia de grasa compuesta incluso cuando se repiten el apretado y el aflojado y para mantener la estanqueidad tras el apretado.

Por consiguiente, una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención puede mantener excelente resistencia a la excoriación de forma que se puedan llevar a cabo su apretado y aflojado repetidos, sin que

ocurra excoiación, y puede evitar la excoiación cuando es una junta roscada para OCTG fabricada a partir de acero de alta aleación que, con frecuencia, se encuentra expuesto a elevada temperatura en pozos petrolíferos profundos o similares, o se usa en un entorno muy corrosivo que tiene una elevada concentración de ácido sulfhídrico.

5 Breve explicación de los dibujos

La Figura 1 muestra una tubería de acero y un acoplamiento que están montados para transporte.

La Figura 2 muestra las partes 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 de acuerdo con la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

A continuación, se explicará una realización de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención al tiempo que se hace referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra esquemáticamente la estructura montada de una junta roscada normal que muestra el estado de una tubería de acero A de un bien tubular para formaciones petrolíferas y un acoplamiento B (miembro de conexión roscado) en el momento del transporte. Se forma un pasador 1 que tiene una parte 3a roscada macho sobre su superficie externa, sobre ambos lados de la tubería de acero A, y se forma una tuerca 2 que tiene una parte 3b roscada hembra sobre su superficie interna, en ambos lados del acoplamiento B. El pasador se refiere al elemento de una junta roscada que tiene una rosca macho, y la tuerca se refiere al elemento de una junta roscada que tiene una rosca hembra. En esta figura, el acoplamiento B ya está conectado a un extremo de la tubería de acero A. Aunque no se muestra en la figura, normalmente se une un protector a cada uno de pasador no conectado de la tubería de acero A y tuerca no conectada del acoplamiento B antes del transporte, con el fin de proteger las partes roscadas de pasador y tuerca no conectados. Se retira el protector antes del uso de la junta roscada.

Normalmente, tal y como se muestra en la figura, se forma un pasador sobre la superficie externa de ambos extremos de la tubería de acero y se forma una tuerca sobre la superficie interna de un acoplamiento, que es un miembro separado. No obstante, en principio, también es posible que la superficie interna de ambos extremos de la tubería de acero esté formada por una tuerca y que la superficie externa del acoplamiento esté formada por un pasador. También existen juntas roscadas integrales que no usan un acoplamiento y en las cuales un extremo de la tubería de acería está formado por un pasador y el otro de sus extremos está formado por una tuerca.

La Figura 2 muestra esquemáticamente la estructura de una junta roscada típica para tuberías de acero (también denominada a continuación simplemente ("junta roscada"). La junta roscada está formada por un pasador 1 que está formado sobre la superficie externa de la parte terminal de una tubería de acero A y una tuerca 2 que está formada sobre la superficie interna de un acoplamiento B. El pasador 1 tiene una parte 3a roscada macho, una parte 4a de contacto metal a metal no roscada situada entre la parte roscada 3a y la punta de la tubería de acero, y una parte de saliente 5 que está en una superficie terminal de la tubería de acero. De manera correspondiente, la tuerca 2 tiene una parte 3b roscada hembra, una parte 4b de contacto metal a metal no roscada situada sobre el lado interno de la parte roscada 3b y una parte de saliente más interna.

Las superficies de las partes roscadas 3a y 3b y las partes 4a y 4b de contacto metal a metal no roscadas del pasador 1 y de la tuerca 2 forman las superficies de contacto de la junta roscada. Estas superficies de contacto deben exhibir resistencia a la escoriación y estanqueidad cuando se aprieta la junta y resistencia a la corrosión. Por tanto, convencionalmente se ha aplicado una grasa compuesta que contiene polvos de metales pesados a las superficies de contacto. No obstante, como se ha comentado anteriormente, la aplicación de la grasa compuesta tiene un efecto adverso sobre la salud humana y el medio ambiente.

De acuerdo con la presente invención, como se muestra en la Figura 3 que sistemáticamente muestra la estructura de corte transversal de los revestimientos formados sobre la parte de contacto de metal a metal no roscada de la junta, las superficies de al menos uno de pasador y tuerca están revestidas con una primera capa 31a de un primer metal o aleación formado sobre la superficie del acero 30, una segunda capa 31b formada encima de la primera capa y formada por un segundo metal o aleación que es más blando que el primer metal o aleación, y un revestimiento 32 lubricante sólido en forma de capa más superior. A continuación, se hará referencia al primer metal o aleación simplemente como metal duro, y al segundo metal o aleación simplemente como metal blando.

Cuando se aprieta una junta roscada de acuerdo con la presente invención, el revestimiento lubricante sólido que forma una capa más externa puede exhibir sus propiedades lubricantes inherentes durante un período prolongado debido a las dos capas metálicas subyacentes que tienen durezas diferentes, de modo que se puede evitar la escoriación de la junta roscada incluso cuando se somete repetidamente a apretado y aflojado y se puede mantener la estanqueidad cuando se aprieta si usar una grasa compuesta.

El sustrato (metal de base) de la primera capa 31a (las superficies de contacto del pasador y/o tuerca a revestir con la capa) puede estar formado por una superficie rugosa. Esta rugosidad de la superficie se puede conseguir

sometiendo la superficie del acero 30 a un tratamiento de formación de rugosidad superficial tal como granallado (incluyendo granallado por impacto o granallado por arena) o decapado.

5 Después de la formación de la primera capa 31a formada por un metal duro y la segunda capa 31b formada por un metal blando, por medio de un método apropiado tal como electrometalizado, en ocasiones se puede conferir rugosidad superficial apropiada a la superficie resultante de la segunda capa 31b por medio de granallado por impacto o granallado por arena, antes de la formación del revestimiento 32 lubricante sólido sobre la misma. Como resultado de ello, aumenta la adhesión del revestimiento 32 lubricante sólido.

10 Se puede aplicar el tratamiento superficial para formar las tres capas anteriormente mencionadas de acuerdo con la invención, sobre las superficies de contacto tanto del pasador como de la tuerca, pero en el caso de un pasador y una tuerca que estén conectados en el momento del transporte como se muestra en la Figura 1, es posible aplicar el tratamiento superficial a las superficies de contacto de únicamente uno de pasador y tuerca. Cuando se trata únicamente uno de pasador y tuerca, el tratamiento superficial para formar las tres capas es más sencillo de llevar a cabo en un miembro de junta corta, de manera que es conveniente aplicar el tratamiento superficial a las superficies de contacto de un acoplamiento (normalmente a las superficies de contacto de la tuerca).

15 Preferentemente, la primera y la segunda capas de imprimación y el revestimiento lubricante sólido más superior cubren la totalidad de las superficies de contacto del pasador y/o tuerca, pero la presente invención engloba el caso en el que únicamente se reviste una parte de las superficies de contacto (tal como únicamente la superficie de la parte de contacto metal a metal no roscada) con las tres capas.

[Metal de base]

25 Como se ha comentado anteriormente, una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención tiene una resistencia a la excoiación extremadamente buena, de manera que se puede evitar la excoiación en el momento del apretado y aflojados repetidos, incluso en el caso de una junta roscada fabricada a partir de un acero de alta aleación que experimente fácilmente excoiación.

30 Por consiguiente, se prefieren OCTG como tuberías de acero que estén conectados por medio de una junta roscada de acuerdo con la presente invención. Además, el tipo de acero que constituye la junta roscada (concretamente, una tubería de acero tal como un bien tubular para formaciones petrolíferas y un acoplamiento en casos diferentes a los de la junta integral) es preferentemente un acero de alta aleación que contiene al menos un 3 % de Cr desde el punto de vista de resistencia a la corrosión. Ejemplos de dicho acero son los que tienen un contenido de Cr menor de un 5 %, un 13 % o un 25 %. En la presente solicitud, todos los porcentajes están en masa a menos que se indique lo contrario.

[Capas de imprimación]

40 Una junta roscada de acuerdo con la presente invención tiene una imprimación con una estructura de dos capas que consiste en una capa primera o inferior de un metal duro y una capa segunda o superior de un metal blando formadas sobre las superficies de contacto de un pasador y/o tuerca.

45 Preferentemente, el metal o aleación usados para formar la primera capa tiene una dureza Hv de 100-500. Si tuviera una dureza Hv de menos de 100, su adhesión al metal de base puede, en ocasiones, resultar inapropiada. Por otra parte, si tuviera una dureza Hv mayor de 500, el revestimiento resultante de la primera capa se vuelve frágil, y puede presentar una menor adhesión al metal de base. Además, existe fácilmente tendencia a la formación de fisuras en el revestimiento, lo que conduce a una disminución de la resistencia a la corrosión. Se puede controlar la dureza de un revestimiento metálico electrometalizado modificando la densidad de corriente del electrometalizado, por ejemplo.

50 Ejemplos de metales o aleaciones apropiados para la primera capa incluyen Cu, Ni, Cr, Cu-Au, Cu-Ag y Cu-Ni. Se puede formar la primera capa por medio de un método apropiado tal como electrometalizado. El espesor de revestimiento de la primera capa está dentro del intervalo de 2-15 microlitros. Si es menor de 2 micrómetros, la resistencia del revestimiento disminuye hasta el punto de que la primera capa se puede despegar fácilmente. Si se supera 15 micrómetros, puede ocurrir que la primera capa no sea capaz de soportar la fuerza de cizalladura en el momento del apretado y puede despegarse fácilmente del metal de base.

55 Preferentemente, un metal o aleación usados para formar la segunda capa tienen una dureza Hv de 10-150, con la condición de que su dureza sea menor que la de la primera capa. Si tiene una dureza Hv menor de 10, la segunda capa no tendrá una resistencia suficiente para soportar el revestimiento lubricante sólido, e incluso si el polvo lubricante liberado del revestimiento lubricante sólido se intercala con la segunda capa, la segunda capa puede desgastarse en sí misma fácilmente, haciendo imposible de este modo que la junta mantenga las propiedades lubricantes deseadas. Si la segunda capa tiene una dureza Hv mayor de 150, es demasiado dura para permitir que el polvo lubricante liberado del revestimiento lubricante sólido se intercale en la misma en cantidad suficiente, y se hace difícil que la junta tenga propiedades lubricantes de larga duración.

- 5 Ejemplos de metales o aleaciones apropiados para la segunda capa incluyen Sn, Zn, Ag, Sn-Bi, Sn-Zn, Sn-Ag y Cu-Sn-Bi. El metal o aleación usados para la segunda capa no deberían fundirse durante el apretado, o su punto de fusión debería ser mayor que la temperatura de junta durante el apretado. Como la primera capa, la segunda capa puede estar formada por medio de un método apropiado tal como electrometalizado. El espesor de revestimiento de la segunda capa está dentro del intervalo de 5-30 micrómetros. Si es menor de 5 micrómetros, la cantidad de polvo lubricante que se puede intercalar en la segunda capa puede ser demasiado pequeña de forma que la resistencia a la excoiación de la junta resulte inapropiada. Si supera 30 micrómetros, en ocasiones, la segunda capa no puede soportar el revestimiento lubricante sólido superpuesto cuando se aplica presión elevada.
- 10 Con el fin de garantizar que el revestimiento lubricante sólido formado encima de la segunda capa tenga adhesión suficiente a la segunda capa, preferentemente se aumenta la rugosidad superficial de la segunda capa hasta 1-6 micrómetros Ra por medio de un tratamiento conocido de formación de rugosidad superficial tal como granallado por impacto o granallado por arena, si fuese necesario. Si la segunda capa tiene una rugosidad superficial Ra de menos de 1 micrómetro, la adhesión del revestimiento lubricante sólido a la segunda capa puede volverse inapropiada. Si tiene un Ra que supera 6 micrómetros, puede resultar difícil que la segunda capa blanda tenga un espesor de revestimiento suficiente sobre toda su superficie, disminuyendo de este modo su efecto de permitir que el polvo lubricante liberado a partir del revestimiento lubricante sólido se intercale en la misma.
- 15 Se pueden formar la primera y la segunda capas, ambas de naturaleza metálica, por medio de un método conocido de metalizado tal como electrometalizado, metalizado sin electrodos, metalizado en fase vapor o similar. Desde el punto de vista de rentabilidad, se prefiere particularmente el electrometalizado.
- 20 Antes de la formación del primer metal o capa de aleación de acuerdo con la invención, como se sabe en la técnica, se puede formar inicialmente una capa fina de Ni sobre la superficie del metal de base por medio de metalizado de fijación, con el fin de mejorar la adhesión de la primera capa, y por supuesto dicha variación queda englobada por la presente invención.
- 25 Se puede llevar a cabo el metalizado de fijación con Ni, por ejemplo, usando un baño formado disolviendo cloruro de níquel en agua desionizada para dar lugar a una concentración de ión de Ni de 55-80 g/l seguido de adición de 30-50 g/l de sulfato de cobre. Se puede añadir un abrillantador disponible comercialmente al baño. Se puede obtener un espesor de revestimiento de Ni apropiado para el metalizado de fijación, por medio de metalizado usando este baño a una temperatura de 20-40 °C con una densidad de corriente de 2-6 A/dm².
- 30 Cuando se forman la primera capa y la segunda capas por medio de electrometalizado, las condiciones de metalizado pueden ser las mismas que las empleadas convencionalmente, y no existe particular restricción sobre las mismas. Las condiciones de metalizado para algunos metales o aleaciones que se pueden usar para formar la segunda capa se explicarán brevemente a continuación.
- 35 Se puede formar una capa de revestimiento de Sn por medio de electrometalizado usando un baño de metalizado que contiene, por ejemplo, 200 g/l de fluoroborato de estaño, 125 g/l de ácido fluorobórico, 25 g/l de ácido bórico, 2 g/l de gelatina y 1 g/l de beta-naftol a una temperatura de 20-25 °C con una densidad de corriente de 1-5 A/dm². Para el metalizado con Sn, es más común el uso de un baño de metalizado de fluoroborato, pero desde el punto de vista de facilidad de tratamiento de las aguas residuales, también es posible usar un baño de metalizado de Sn basado en sulfonato orgánico disponible comercialmente.
- 40 Se puede formar una capa de metalizado de aleación Sn-Bi de acuerdo con el método de metalizado de estaño alcalino o el método de metalizado de estaño ácido, por ejemplo. Por medio de la adición de iones de Bi a los iones de Sn en el baño de metalizado usado en dicho método de metalizado, la capa metalizada de aleación de Sn-Bi resultante tiene una dureza que es mucho mayor, en comparación con la capa de Sn puro. Por ejemplo, la dureza de la capa metalizada de aleación de Sn-Bi que contiene un 0,5-10 % de Bi coprecipitado con Sn es dos o tres veces tan elevada como la de una capa de Sn puro (Nv de 8-10).
- 45 Las condiciones de metalizado para el método de metalizado alcalino incluyen, por ejemplo, estannato de potasio: 100-110 g/l, hidróxido de potasio: 35-60 g/l, Bi: 0,5-1,5 g/l, como metal, temperatura del baño: 75-85 °C, y densidad de corriente: 0,5-3 A/dm².
- 50 Las condiciones de revestimiento del método de revestimiento ácido incluyen, por ejemplo, un ácido orgánico: 130 g/l, Sn: 10 g/l como metal, Bi: 3 g/l como metal, temperatura del baño: 30-40 °C, y densidad de corriente: 0,3-3,5 A/dm².
- 55 Las condiciones de metalizado para el metalizado con aleación de Cu-Sn-Bi incluyen, por ejemplo, ácido orgánico: 130-180 g/l, Cu: 1 g/l como metal, Sn: 15 g/l como metal, Bi: 1,5 g/l como metal, temperatura del baño: 15-30 °C y densidad de corriente: 0,5-3,5 A/dm².
- 60

[Revestimiento lubricante sólido]

5 En la presente invención, se forma un revestimiento lubricante sólido que exhibe un efecto lubricante como capa más superior encima de las dos capas metálicas de imprimación descritas anteriormente.

10 Se puede usar cualquier revestimiento lubricante sólido que tenga suficiente lubricidad en la presente invención con tal de que no tenga un efecto adverso sobre el medio ambiente o la salud humana. Dicho revestimiento tiene una composición basada en un polvo que tiene una actividad lubricante (referido a continuación como "polvo lubricante") y un aglutinante y puede contener además uno o más aditivos tales como un aditivo lubricante, un inhibidor de corrosión y un pigmento.

15 Los polvos lubricantes útiles incluyen sustancias que están reconocidas por la Convención OSPAR como que suponen una pequeña o nula amenaza para el medio ambiente oceánico tales como grafito, mica, talco, carbonato de calcio y minerales de arcilla (tales como caolín y bentonita), así como también sustancias que son conocidas como no tóxicas tales como disulfuro de molibdeno, disulfuro de tungsteno, disulfuro de estaño, PTFE, MCA (cianurato de melamina), gilsonita (asfalto natural), grafito fluorado, nitruro de boro (BN), y Bi_2S_3 . Se puede usar un producto disponible comercialmente para cualquiera de estos materiales. Para el grafito, se prefiere particularmente usar grafito que tenga una cristalinidad de al menos un 88 % y más preferentemente de al menos un 90 % y como máximo un 99 % desde el punto de vista de resistencia a la excoiación.

20 El aglutinante puede ser cualquier sustancia orgánica o inorgánica. Concretamente, puede ser una resina orgánica o un compuesto polimérico inorgánico. Las resinas orgánicas apropiadas como aglutinante son las que tienen una buena resistencia térmica, una dureza de moderada a bastante buena, y buena resistencia al desgaste. Ejemplos de dichas resinas incluyen resinas termoestables tales como resinas epoxi, poliimidadas, poliamida-imidas, poli(resinas de carbodiimida), poliétersulfonas, poliéter éter cetonas, resinas fenólicas, y resinas de furano, así como también poli(resinas de etileno) y resinas de silicona.

25 Normalmente, se formulan estas resinas orgánicas para dar lugar a una composición por medio de disolución de una resina en un disolvente para formar una disolución de resina. Se pueden usar varios disolventes orgánicos de bajo punto de ebullición que incluyen hidrocarburos (tales como tolueno) y alcoholes (tales como alcohol isopropílico), solos o en combinación. Se añaden un polvo lubricante y aditivos opcionales a la disolución de un aglutinante de resina orgánica para formar la composición de revestimiento, y se aplica la composición de revestimiento a la superficies de contacto de al menos un pasador y una tuerca que han sido sometidos a imprimación con las capas primera y segunda, formándose de este modo un revestimiento lubricante sólido como capa más superior. Con el fin de aumentar la adhesión y la resistencia al desgaste del revestimiento lubricante sólido, es preferible someter el revestimiento a un pos tratamiento térmico para el curado. Dicho pos tratamiento térmico se lleva a cabo preferentemente a una temperatura de al menos 120 °C y más preferentemente de 150-380 °C, durante al menos 30 minutos y más preferentemente durante 30-60 minutos.

30 También es posible usar un aglutinante de tipo masa fundida que tenga una temperatura de reblandecimiento dentro del intervalo de 100-200 °C, que forme un fluido de baja viscosidad a una temperatura elevada y que se pueda aplicar sin usar un disolvente. Ejemplos de dichos aglutinantes incluyen varias resinas termoplásticas, copolímeros de acetato de vinilo y etileno, poliamidas, poli(copolímeros de olefina) y poliuretanos. Cuando se usa este tipo de aglutinante para formar un revestimiento lubricante sólido, se calientan previamente tanto el metal de base que tiene al menos dos capas de imprimación como la composición de revestimiento que se aplica y contiene el polvo lubricante, hasta al menos el punto de reblandecimiento del aglutinante, y se aplica la composición de revestimiento en la cual se funde el aglutinante usando una pistola de pulverización, por ejemplo.

35 También se puede usar una resina foto-estable como aglutinante para un revestimiento lubricante sólido. Normalmente, se formula para dar lugar a una composición de revestimiento sin usar un disolvente.

40 El compuesto polimérico inorgánico usado como aglutinante para un revestimiento lubricante sólido es un compuesto que tiene una estructura formada por enlaces de metal-oxígeno reticulados en tres dimensiones tales como Ti-O, Si-O, Zr-O, Mn-O, Ce-O o Ba-O. Este compuesto puede estar formado por medio de hidrólisis y posterior condensación de un compuesto organometálico hidrolizable, que es normalmente un alcóxido metálico o un compuesto inorgánico hidrolizable tal como tetracloruro de titanio.

45 Alcóxidos de metal útiles son los que tienen grupos alcoxi inferiores tales como metoxi, etoxi, isopropóxi, propoxi, isobutoxi, butoxi o terc-butoxi. Alcóxidos de metal preferidos son alcóxidos de titanio o silicio, y los alcóxidos de titanio son particularmente preferidos. Entre estos, el más preferido es isopropóxido de titanio debido a sus excelentes propiedades de formación de película.

50 El compuesto organometálico hidrolizable usado como materia prima para un compuesto polimérico inorgánico puede contener un grupo alquilo no hidrolizable que puede contener un grupo funcional tal como una amina o un grupo epoxi. Por ejemplo, se puede usar un compuesto organometálico tal como un compuesto conocido como

agente de acoplamiento de silano en el que uno o dos de los cuatro grupos alquilo unidos al átomo de silicio están sustituidos por un grupo alquilo o grupos que pueden contener un grupo funcional, como la totalidad o parte de la materia prima para el compuesto polimérico inorgánico.

5 Cuando el aglutinante es un compuesto polimérico inorgánico tal como uno procedente de un alcóxido de metal, se puede formar una composición de revestimiento por medio de adición de un polvo lubricante a una disolución del alcóxido metálico en un disolvente y dispersión en el mismo, y se aplica a las superficies de contacto de al menos uno de pasador y tuerca que han sido imprimados con las capas primera y segunda. A medida que avanza la hidrólisis del alcóxido de metal y la condensación del hidrolisato, durante el tratamiento de humidificación posterior
10 opcionalmente seguido de calentamiento, se forma un revestimiento lubricante sólido que tiene un polvo lubricante dispersado en un aglutinante de un compuesto polimérico inorgánico que tiene una estructura formada por enlaces de metal-oxígeno.

15 Como disolvente para el alcóxido metálico, se pueden usar disolventes orgánicos que incluyen disolventes polares tales como alcoholes (por ejemplo, alcohol etílico, alcohol isopropílico, alcohol butílico) y cetonas, así como hidrocarburos, hidrocarburos halogenados, y similares. Con el fin de favorecer la formación de película, se puede hidrolizar parcialmente el alcóxido metálico en la disolución antes de la aplicación. Con el fin de acelerar la hidrólisis del alcóxido tras la aplicación, se puede añadir una pequeña cantidad de agua y/o un ácido que sirve como catalizador de hidrólisis, a la disolución del alcóxido metálico.

20 Se puede llevar a cabo el tratamiento de humidificación para favorecer la hidrólisis del alcóxido metálico en la composición de revestimiento aplicada, simplemente dejando la superficie aplicada al aire durante un determinado tiempo, pero preferentemente se lleva a cabo en aire húmedo con una humedad relativa de al menos un 70 %. Preferentemente, el calentamiento para el curado se lleva a cabo tras el tratamiento de humidificación. Como resultado del calentamiento, se promueven tanto la hidrólisis del alcóxido metálico como la condensación de los hidrolisatos resultantes así como también la descarga del alcohol producido en forma de sub-producto de la reacción de hidrólisis, lo que conduce a completar la formación de película en un corto período, presentando el revestimiento lubricante sólido resultante una mayor adhesión, lo que tiene como resultado un aumento de la resistencia a la excoiación. Preferentemente, el calentamiento se lleva a cabo tras la evaporación del disolvente en la composición de revestimiento. Preferentemente, la temperatura de calentamiento está dentro del intervalo de 100-200 °C y está próxima al punto de ebullición del alcohol que se forma como sub-producto. Es todavía más eficaz insuflar aire caliente durante el calentamiento.

35 La relación de masa (B/A) del contenido (B) del polvo lubricante con respecto al contenido (A) del aglutinante en el revestimiento lubricante sólido es preferentemente de 0,3-9,0. Si la relación en masa es menor de 0,3, el efecto del polvo lubricante sobre la mejora de las propiedades lubricantes del revestimiento lubricante sólido no es significativo, y la junta no se mejora de manera suficiente en cuanto a resistencia a la excoiación. Si la relación en masa se hace mayor de 9,0, la adhesión del revestimiento sólido disminuye significativamente, lo que da como resultado la aparición de problemas tales como la separación del polvo lubricante del revestimiento lubricante sólido. Cuando se desea una mejora mayor de la resistencia a la excoiación, tal como cuando la cantidad de interferencia de rosca es grande, la relación en masa anterior está preferentemente dentro del intervalo de 0,5-7,0. Cuando se desea una mejora aun mayor de la resistencia a la excoiación tal como en el caso de una junta fabricada a partir de un acero de alta aleación, la relación en masa anterior está todavía más preferentemente dentro del intervalo de 0,5-5,0.

45 El espesor del revestimiento lubricante sólido es de al menos 5 micrómetros. En el momento de apretar la junta roscada, se libera el polvo lubricante unido por medio del aglutinante en el revestimiento lubricante sólido por medio de la acción de la presión elevada aplicada mediante el apretado y se dispersa por todas las superficies de contacto, y se intercala parte del polvo liberado en la segunda capa subyacente formada por un metal blando, haciendo de este modo posible exhibir resistencia a la excoiación persistente. Si el espesor del revestimiento lubricante sólido es menor de 5 micrómetros, la cantidad absoluta del polvo lubricante presente en el revestimiento se hace tan pequeña que el revestimiento no proporciona propiedades lubricantes suficientemente mejoradas.

50 Surgen algunos problemas, si el espesor del revestimiento lubricante sólido es mayor de 40 micrómetros. Por ejemplo, la cantidad de apretado puede volverse inapropiada debido a la interferencia entre las roscas, provocando de este modo una disminución de la estanqueidad, o si aumenta la presión con el fin de garantizar la estanqueidad, puede aparecer fácilmente excoiación. Además, aumenta la tendencia a despegarse del revestimiento lubricante sólido. No obstante, con determinadas geometrías de rosca, se puede usar dicho revestimiento lubricante sólido grueso. El espesor del revestimiento lubricante sólido es preferentemente de al menos 10 micrómetros y como máximo 40 micrómetros, desde el punto de vista de disminuir tanto como sea posible la cantidad liberada al medio ambiente así como de rentabilidad, resistencia a la excoiación y prevención de la formación de óxido.

La aplicación de una composición de revestimiento para formar un revestimiento lubricante sólido se puede llevar a cabo por medio de métodos apropiados tales como revestimiento por cepillado, inmersión y pulverización con aire.

65 Se pueden añadir varios aditivos que incluyen un agente de prevención de la formación de óxido, al revestimiento lubricante sólido con tal de que no presenten un efecto negativo significativo sobre la resistencia a la excoiación.

Por ejemplo, la adición de uno o más de polvo de cinc, un pigmento de cromo y un pigmento de alúmina puede aumentar las propiedades de prevención de la formación de óxido del propio revestimiento lubricante sólido. Aditivos adicionales que se pueden añadir al revestimiento lubricante sólido incluyen un aditivo lubricante, un antioxidante y un agente colorante (pigmento). Ejemplos de un aditivo lubricante son cera y jabón metálico tal como una sal de metal alcalino térreo de un ácido graso.

La cera puede ser cualesquiera ceras animales, ceras vegetales, ceras minerales y ceras sintéticas. Las ceras que se pueden usar incluyen ceras animales, tales como cera de abeja y sebo de ballena; ceras vegetales tales como cera de Japón, cera de carnauba, cera de candelilla y cera de arroz; ceras minerales tales como cera de parafina, cera microcristalina, petrolato, cera montana, ozoquerita y ceresina; y ceras sintéticas tales como cera de óxido, poli(cera de etileno), cera de Fischer-Tropsch, cera de amida y aceite de ricino endurecido (cera de ricino). De estas, la cera de parafina con un peso molecular de 150-500 es particularmente preferida.

Preferentemente, la sal de metal alcalino térreo de ácido graso es una sal de metal alcalino de un ácido graso que tiene 12-30 átomos de carbono en términos de propiedades lubricantes y de prevención de la formación de óxido. El ácido graso puede ser bien saturado o insaturado, e incluye ácidos grasos mixtos procedentes de ácido graso natural o grasa tal como sebo de ternera, grasa de cerdo, lanolina, aceite de palma, aceite de colza y aceite de coco, así como también compuestos individuales tales como ácido laúrico, ácido tridecanoico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido lanopalmítico, ácido esteárico, ácido isostearico, ácido oleico, ácido elaidico, ácido aráquico, ácido behénico, ácido erúxico, ácido lignocérico y ácido lanocérico. Preferentemente, la sal de ácido graso está en forma de sal de calcio, y puede ser bien una sal neutra o bien una sal básica. Preferentemente, está en forma de estearato de calcio.

Cuando las superficies de contacto de uno (por ejemplo la tuerca) del pasador y la tuerca de una junta roscada para tuberías de acero están revestidas con el revestimiento de multi-capa de acuerdo con la presente invención que comprende una primera capa de imprimación de un metal duro, una segunda capa de imprimación de un metal blando, y un revestimiento lubricante sólido más superior, las superficies de contacto del otro miembro (por ejemplo, el pasador) pueden permanecer sin tratar, pero desde el punto de vista de prevención de la corrosión, preferentemente están revestidas bien como las dos capas de imprimación anteriormente descritas o con el revestimiento lubricante sólido.

Alternativamente, se pueden revestir la superficies de contacto del otro miembro con un revestimiento o capa que previene la formación de óxido (corrosión), protegiendo de este modo la superficie frente al aire, e incluso si la superficie entra en contacto con el agua que se condensa procedente del aire circundante durante el almacenamiento de la junta roscada, se evita el desarrollo de la formación de óxido. Dicho revestimiento que previene la formación de óxido se rompe bajo el impacto del apretado inicial de la junta y se une con el revestimiento lubricante sólido aplicado al otro miembro de la junta para exhibir propiedades lubricantes, de manera que no perjudique a las propiedades lubricantes.

Se presentan los siguientes ejemplos para ilustrar más la presente invención. Estos ejemplos se consideran a todos los efectos ilustrativos y no restrictivos.

Ejemplos

En los ejemplos, las superficies de contacto de un pasador que incluyen la superficie de su parte roscada y la parte de contacto metal a metal no roscada serán denominadas como "superficie de pasador", y las superficies de contacto de la tuerca que incluyen la superficie de su parte roscada y la parte de contacto metal a metal no roscada serán denominadas "superficie de tuerca". La rugosidad superficial es el valor medido de Ra a menos que se indique lo contrario.

Se sometieron la superficie de pasador y la superficie de tuerca de una junta roscada [diámetro externo de 17,78 cm (= 7 pulgadas) y espesor de pared de 1,036 cm (0,408 pulgadas)] fabricadas bien a partir de acero A con un 13 % de Cr o de acero B de alta aleación que tienen las composiciones que se muestran en la Tabla 1, al tratamiento superficial que se muestra en la Tabla 2 y descrito a continuación para cada ejemplo. Se formaron las capas de imprimación por medio de electrometalizado, y se formó el revestimiento lubricante sólido por medio de pulverización con aire. En algunos ejemplos, se sometió la superficie de la segunda capa de imprimación (superior) a formación de rugosidad por medio de ligero granallado de impacto. Las proporciones de los componentes en cada capa se expresan como relación en masa en la descripción de cada ejemplo.

Se evaluó la resistencia a la excoiación de la junta roscada por medio del número de ciclos de apretado antes de que ocurriese la excoiación, en un ensayo de apretado y aflojado repetidos, en el que el apretado se llevó a cabo con una velocidad de apretado de 10 rpm y un par de apretado de 14 kN-m. Tras soltar la junta, se observó visualmente el estado de excoiación de las superficies de contacto del pasador y de la tuerca. Cuando se observó la aparición de excoiación únicamente ligera provocada por el apretado y resultó posible apretar de nuevo la junta tras la reparación, se reparó la junta, y se continuaron el apretado y el aflojado. La Tabla 3 muestra los resultados del ensayo de apretado y aflojados repetidos.

Tabla 1

Composición química de la junta roscada (% en masa; el resto es Fe e impurezas inevitables)									
Símbolo	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0,19	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,1	13	0,04
B	0,02	0,3	0,5	0,02	0,01	0,5	7	25	3,2

Tabla 2

Nº.	Pasador		Tuerca			Acero
	Superficie	Revestimiento que evita la formación de óxido	1ª capa de imprimación	2ª capa de imprimación	Revestimiento lubricante sólido	
Ejemplo 1	tal y como se obtuvo de maquinizado (Rmax 3 µm)	ninguno	metalizado de Cu Hv 200 espesor; 4 µm	metalizado de Sn Hv 10 espesor: 5 µm rugosidad superficial: 1 µm Ra	polvo lubricante; disulfuro de tungsteno aglutinante: resina epoxi espesor : 20 µm	A
Ejemplo 2	tal y como se obtuvo de maquinizado (Rmax 3 µm)	resina acrílica de 10 µm de espesor	metalizado de Cu Hv 150 espesor; 5 µm	metalizado de aleación de Sn-Bi Hv 30 espesor: 12 µm rugosidad superficial: 2 µm Ra	polvo lubricante; grafito aglutinante: resina fundida en caliente (poliamida, que contiene cera de carnauba) espesor : 25 µm	A
Ejemplo 3	tal y como se obtuvo de maquinizado (Rmax 3 µm)	ninguno	metalizado de Ni Hv 250 espesor; 5 µm	metalizado de aleación de Sn-Zn Hv 50 espesor: 10 µm rugosidad superficial: 1,5 µm Ra	polvo lubricante; mica, talco y bentonita aglutinante: resina de poliamida-imida espesor : 15 µm	B
Ejemplo 4	tal y como se obtuvo de maquinizado (Rmax 3 µm)	resina acrílica de 15 µm de espesor	metalizado de Cu Hv 250 espesor; 8 µm	metalizado de aleación de Cu-Sn-Bi Hv 100 espesor: 20 µm rugosidad superficial: 5 µm Ra	polvo lubricante; grafito y disulfuro de molibdeno aglutinante: polímero inorgánico de tipo TiO espesor : 10 µm	B

Nº.	Pasador		Tuerca			Acero
	Superficie	Revestimiento que evita la formación de óxido	1ª capa de imprimación	2ª capa de imprimación	Revestimiento lubricante sólido	
Ejemplo Comparativo 1	tal y como se obtuvo de maquinizado (Rmax 3 µm)	ninguno	metalizado de Cu Hv 150 espesor; 6 µm rugosidad superficial: 0,5 µm Ra	ninguno	polvo lubricante; disulfuro de tungsteno aglutinante: resina epoxi espesor : 20 µm	A
Ejemplo Comparativo 2	tal y como se obtuvo de maquinizado (Rmax 3 µm)	ninguno	metalizado de Sn Hv 10 espesor; 5 µm	metalizado de Cu Hv 150 espesor; 10 µm rugosidad superficial: 1,2 µm Ra	polvo lubricante; disulfuro de tungsteno aglutinante: resina epoxi espesor : 20 µm	A

Tabla 3

Nº.	Presencia de excoiación ¹⁾ (número = ciclo de apretado)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ejemplo	1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	3	o	o	o	o	o	o	o	Δ	Δ	Δ
	4	o	o	o	o	o	o	o	o	Δ	Δ
Ejemplo Comparativo	1	o	o	X	-	-	-	-	-	-	-
	2	o	X	-	-	-	-	-	-	-	-

1) o: no ocurre excoiación
 Δ: ligera aparición de excoiación (reapretado posible tras reparación de las ralladuras de excoiación)
 X: gran aparición de excoiación (no fue posible la reparación)
 -: ensayo terminado

5 **Ejemplo 1**

Se sometieron las superficies de tuerca y pasador de una junta roscada de acero con 13 Cr que tenía una composición A que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

- 10 Se sometió la superficie de tuerca a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió con una primera capa de metalizado de Cu con una dureza de Hv 200 hasta un espesor de 4 micrómetros por medio de electrometalizado y posteriormente con una segunda capa de metalizado de Sn con una dureza de Hv de 10 hasta un espesor de 5 micrómetros también por medio de electrometalizado. Una vez que se ha sometido la superficie de la segunda capa de revestimiento a tratamiento
- 15 ligero de formación de rugosidad por medio de granallado por impacto hasta una rugosidad superficial de 1 micrómetro Ra, se formó sobre la misma un revestimiento lubricante sólido que contenía disulfuro de tungsteno como polvo lubricante dispersado en un aglutinante de resina epoxi (relación en masa de polvo lubricante/aglutinante = 4,0), hasta un espesor de 20 micrómetros.
- 20 Se sometió la superficie de pasador a terminación por medio de maquinizado (rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y permaneció en este estado.

En el ensayo de apretado y aflojado repetidos, tal y como se muestra en la Tabla 3, en 10 ciclos de apretado y

aflojado, no hubo aparición de excoiación, lo que indicó resultados extremadamente buenos.

Ejemplo 2

5 Se sometieron las superficies de tuerca y pasador de una junta roscada de acero con 13 Cr que tenía una composición A que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

Se sometió la superficie de tuerca a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió inicialmente con un metalizado de fijación de Ni hasta un espesor de 1 micrómetro por medio de electrometalizado, a continuación con una capa de metalizado de Cu con una dureza de Hv de 150 hasta un espesor de 5 micrómetros por medio de electrometalizado, y posteriormente con una segunda capa de metalizado de aleación de Sn-Bi con una dureza de Hv de 30 hasta un espesor de 12 micrómetros también por medio de electrometalizado. Tras haber sometido la superficie de la segunda capa de metalizado a formación ligera de rugosidad por medio de granallado por impacto hasta una rugosidad superficial de 2 micrómetros Ra, se formó sobre la misma un revestimiento lubricante sólido que contenía grafito amorfo que tenía una cristalinidad de un 96,4 % como polvo lubricante dispersado en un aglutinante de tipo masa fundida (una resina de poliamida que contenía cera de carnauba) (relación en masa de polvo lubricante con respecto a aglutinante = 2,0), hasta un espesor de 25 micrómetros, por medio de la aplicación de una composición de revestimiento para la misma usando una pistola de pulverización con aire después de haber calentado tanto la superficie de tuerca objeto de revestimiento como la composición de revestimiento hasta 150 °C.

Se sometió la superficie de pasador a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió con una resina acrílica hasta un espesor de 10 micrómetros en forma de revestimiento de prevención de la formación de óxido.

25 En el ensayo de apretado y aflojado repetidos, tal y como se muestra en la Tabla 3, en 10 ciclos de apretado y aflojado, no hubo aparición de excoiación, lo que indicó resultados extremadamente buenos.

Ejemplo 3

30 Se sometieron las superficies de tuerca y pasador de una junta roscada de acero de alta aleación que tenía una composición B que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

Se sometió la superficie de tuerca a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió inicialmente con una capa de metalizado de Ni de Hv 250 hasta un espesor de 5 micrómetros por medio de electrometalizado, y con una segunda capa de metalizado de aleación de Sn-Zn con una dureza de Hv de 50 hasta un espesor de 10 micrómetros también por medio de electrometalizado. Tras haber sometido ligeramente la superficie de la segunda capa a formación ligera de rugosidad por medio de granallado por impacto hasta una rugosidad superficial de 1,5 micrómetros Ra, se formó sobre la misma un revestimiento lubricante sólido que contenía mica, talco y bentonita como polvos lubricantes dispersados en un aglutinante de resina de poliamida-imida (relación en masa de polvo lubricante con respecto a aglutinante = 8,0), hasta un espesor de 15 micrómetros.

45 La superficie de pasador permaneció en un estado tal y como se sometió a maquinizado (rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax).

Debido a que el acero fue acero de alta aleación que experimenta excoiación de forma extremadamente sencilla, en el ensayo de apretado y aflojados repetidos, como se muestra en la Tabla 3, en 10 ciclos de apretado y aflojado, tuvo lugar la excoiación al completar el séptimo ciclo, pero llevando a cabo la reparación, se pudo continuar el apretado de la junta. Este resultado es de un nivel que no tiene absolutamente ningún problema con respecto a la resistencia a la excoiación de este tipo de una junta roscada.

Ejemplo 4

55 Se sometieron las superficies de tuerca y pasador de una junta roscada de acero de alta aleación que tenía una composición B que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

Se sometió la superficie de tuerca a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió inicialmente con un metalizado de fijación de Ni hasta un espesor de 1 micrómetro por medio de electrometalizado: A continuación se revistió con una primera capa de metalizado de Cu con una dureza de Hv de 250 hasta un espesor de 8 micrómetros por medio de electrometalizado, y posteriormente con una segunda capa de metalizado de aleación de Cu-Sn-Bi con una dureza de Hv de 100 hasta un espesor de 20 micrómetros también por medio de electrometalizado. La superficie de la segunda capa de metalizado fue de 5 micrómetros Ra. Posteriormente, se formó un revestimiento lubricante sólido que contenía grafito y disulfuro de molibdeno como polvos lubricantes dispersados en un aglutinante de un compuesto polimérico inorgánico de tipo Ti-O (relación en masa de polvo lubricante con respecto a aglutinante = 2,3) encima de la segunda capa hasta un

espesor de 10 micrómetros.

Se sometió la superficie de pasador a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió con una resina acrílica hasta un espesor de 15 micrómetros en forma de revestimiento de prevención de la formación de óxido.

En el ensayo de apretado y aflojado repetidos, tal y como se muestra en la Tabla 3, en 10 ciclos de apretado y aflojado, tuvo lugar la excoiación al completar el octavo ciclo, pero llevando a cabo la reparación, se pudo continuar el apretado de la junta. Este resultado es de un nivel que no tiene absolutamente ningún problema con respecto a la resistencia a la excoiación de este tipo de una junta roscada.

Ejemplo Comparativo 1

Se sometieron las superficies de tuerca y pasador de una junta roscada de acero de 13 Cr que tenía una composición A que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

Se sometió la superficie de tuerca a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió con una capa de metalizado de Cu con una dureza de Hv de 150 y una rugosidad superficial de 0,5 micrómetros Ra hasta un espesor de 6 micrómetros por medio de electrometalizado. Posteriormente, se formó un revestimiento lubricante sólido que contenía disulfuro de tungsteno como polvo lubricante dispersado en un aglutinante de resina epoxi (relación en masa de polvo lubricante con respecto a aglutinante = 4,0) hasta un espesor de 20 micrómetros sobre la superficie de la capa de metalizado.

La superficie de pasador permaneció en un estado tal y como se sometió a maquinizado (rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax).

En el ensayo de apretado y aflojado repetidos, tal y como se muestra en la Tabla 3, en 10 ciclos de apretado y aflojado, no ocurrió excoiación a través del segundo ciclo. No obstante, tuvo lugar cierta excoiación en el tercer ciclo, y el ensayo tuvo que concluir.

Ejemplo Comparativo 2

Se sometieron las superficies de tuerca y pasador de una junta roscada de acero de 13 Cr que tenía una composición A que se muestra en la Tabla 1 al siguiente tratamiento superficial.

Se sometió la superficie de tuerca a terminación por medio de maquinizado (hasta una rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax) y posteriormente se revistió con una capa de metalizado de Sn con una dureza de Hv de 10 hasta un espesor de 5 micrómetros por medio de electrometalizado y una segunda capa de metalizado de Cu con una dureza de Hv 150 hasta un espesor de 10 micrómetros también por medio de electrometalizado. La rugosidad superficial de la segunda capa de metalizado fue de 1,2 micrómetros Ra. Posteriormente, se formó un revestimiento lubricante sólido que contenía disulfuro de tungsteno como polvo lubricante dispersado en un aglutinante de resina epoxi (relación en masa de polvo lubricante con respecto a aglutinante = 4,0) hasta un espesor de 20 micrómetros sobre la superficie de la segunda capa de metalizado.

La superficie de pasador permaneció en un estado tal y como se sometió a maquinizado (rugosidad superficial de 3 micrómetros Rmax).

En el ensayo de apretado y aflojado repetidos, tal y como se muestra en la Tabla 3, en 10 ciclos de apretado y aflojado, no ocurrió excoiación en el primer ciclo. No obstante, tuvo lugar cierta excoiación en el segundo ciclo, y el ensayo tuvo que concluir.

Con respecto a las propiedades de prevención de la formación de óxido, se formaron las mismas capas de revestimiento para la superficie de tuerca que se muestran en la Tabla 2, para cada ejemplo, sobre una pieza de ensayo con forma de cupón preparada por separado (70 mm x 150 mm x 2 mm de espesor) del mismo acero usado en el ejemplo, y se sometió la pieza de ensayo revestida a un ensayo de cabina de humedad (temperatura de 50 °C, humedad relativa de 98 %, duración 200 horas). A partir de este ensayo, se advinó que no tuvo lugar la aparición de formación de óxido para ninguno de los ejemplos.

Se ha explicado la presente invención con respecto a las realizaciones que se consideran preferidas actualmente, pero la presente invención no está limitada a estas realizaciones. Se pueden llevar a cabo modificaciones y variaciones dentro de un intervalo que no entre en conflicto con el concepto técnico de la invención recogido por las reivindicaciones y la memoria descriptiva en su conjunto, y debe entenderse que una junta roscada que emplea dicha modificación o variación se encuentra dentro del alcance técnico de la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una junta roscada para tuberías de acero que comprende un pasador y una tuerca que tienen cada una parte roscada y una parte de contacto metal a metal no roscada que sirven como superficies de contacto de la junta cuando se aprieta sin usar grasa compuesta, donde las superficies de contacto de al menos uno de pasador y tuerca están revestidas con una estructura de multi-capa que comprende, desde la parte inferior, una primera capa formada por un primer metal o aleación, una segunda capa formada por un segundo metal o aleación que es más blando que el primer metal o aleación, y un revestimiento de lubricante sólido como capa más superior, donde la primera capa tiene un espesor de revestimiento de 2-15 micrómetros, la segunda capa tiene un espesor de revestimiento de 5-30 micrómetros, y el revestimiento lubricante sólido tiene un espesor de revestimiento de 5-40 micrómetros y dicho revestimiento lubricante sólido tiene una composición que comprende un polvo lubricante, y un aglutinante formado por una resina orgánica o un compuesto polimérico inorgánico.
- 10
- 15 2. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 1, donde la superficie de contacto de uno de pasador y tuerca se reviste con la estructura de multi-capa y la superficie de contacto del pasador o tuerca no revestida con la estructura de multi-capa se reviste con una capa que previene la formación de óxido.
- 20 3. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 1 ó 2, donde la primera capa tiene una dureza dentro del intervalo de Hv 100-500, y una segunda capa tiene una dureza dentro del intervalo de Hv 10-150.
- 25 4. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 1 ó 2, donde la segunda capa tiene una rugosidad superficial dentro del intervalo de 1-6 micrómetros Ra.
- 30 5. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 1 ó 2, donde el revestimiento lubricante sólido no contiene un metal pesado nocivo.
6. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 1 ó 2, donde las tuberías de acero son bienes tubulares para formaciones petrolíferas.
7. Una junta roscada para tuberías de acero como se explica en la reivindicación 5, donde la tubería de acero contiene al menos un 3 % de Cr.

Fig. 1

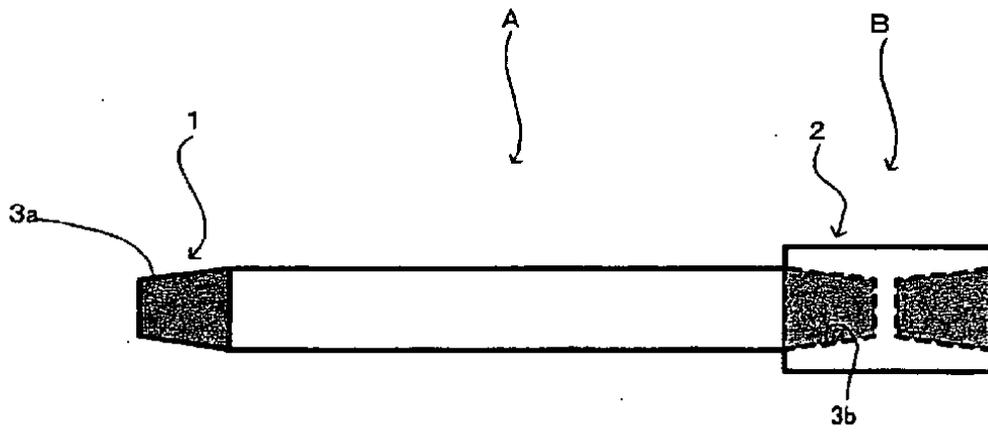


Fig. 2

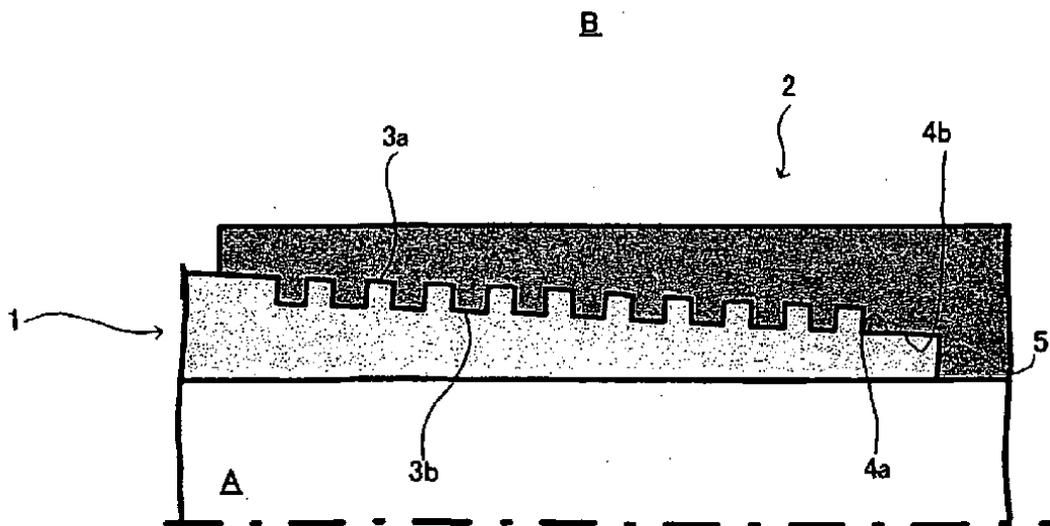


Fig. 3

