



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 166**

51 Int. Cl.:

F16L 9/12 (2006.01)

F16L 15/00 (2006.01)

E21B 17/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04736111 .8**

96 Fecha de presentación : **04.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1631762**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.03.2006**

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

30 Prioridad: **06.06.2003 JP 2003-162699**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.12.2010

73 Titular/es: **SUMITOMO METAL INDUSTRIES, Ltd.**
5-33, Kitahama 4-chome
Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP
VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS FRANCE

72 Inventor/es: **Dutilleul, Pierre;**
Roussie, Gabriel;
Sugino, Masaaki;
Iwamoto, Michihiko;
Verger, Eric;
Nagasaku, Shigeo y
Yamamoto, Miyuki

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 349 166 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).

ES 2 349 166 T3

DESCRIPCIÓN

Junta roscada para tuberías de acero.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere, en general, a una junta roscada para su uso en la conexión de tuberías de acero, tales como tuberías de pozo petrolífero u OCTG (bienes tubulares para exploración y explotación petrolera) incluyendo tuberías y carcasas, tuberías elevadoras y tuberías lineales para su uso en la exploración y producción de pozos petrolíferos y pozos de gas y, particularmente, a una junta roscada para tuberías de acero que tiene una estabilidad excelente con respecto a la presión externa y resistencia a compresión.

Técnica anterior

15 Las juntas roscadas se usan ampliamente para conectar tuberías de acero, tales como OCTG y tuberías elevadoras, para su uso en equipos industriales de producción de petróleo.

En el pasado, las juntas roscadas convencionales especificadas por las normas API (Instituto de Petróleo Americano) se usaban típicamente para conectar tuberías de acero, para su uso en la exploración y producción de petróleo y gas. Sin embargo, en años recientes, los entornos en los que tiene lugar la exploración y producción de crudo de petróleo y gas natural, se han hecho cada vez más severos, por lo que las juntas roscadas de alto rendimiento especiales, denominadas juntas premium, se están usando cada vez más.

Una junta premium normalmente comprende, en cada tubería, una rosca ahusada, una parte de sello de metal a metal, es decir, una superficie de sellado que tiene la capacidad de formar un sello cuando está en contacto íntimo con el sello de metal a metal del otro miembro de la junta, y una parte sobresaliente de par de torsión, es decir, una superficie sobresaliente que funciona como un elemento de detención durante la constitución de la junta.

En el pasado, puesto que los pozos verticales eran los más habituales, una junta roscada para OCTG podía funcionar adecuadamente siempre y cuando pudiera soportar una carga de tracción debido al peso de las tuberías fijadas a la misma y pudiera evitar las fugas de un fluido de alta presión que pasa a través de su interior. En años recientes, sin embargo, debido a que los pozos se están haciendo más profundos, debido a que el número de pozos direccionales y pozos horizontales que tienen una perforación de pozo curvada está aumentando y debido al desarrollo de pozos en entornos severos, tales como en alta mar o en mayores latitudes, ha aumentado, se requiere una variedad más amplia de propiedades para las juntas roscadas, tal como resistencia a compresión, resistencia a torsión, hermeticidad contra la presión externa y facilidad de manipulación en el campo.

Las Figuras 2(a) y 2(b) son vistas explicativas esquemáticas de una junta premium de tipo de acoplamiento ordinario para OCTG, que comprende un miembro roscado externamente 1 (denominado posteriormente como miembro de punta o simplemente punta, y un miembro roscado internamente correspondiente 2 (denominado posteriormente como miembro de caja o simplemente caja).

El miembro de punta 1 tiene, en su superficie exterior, una rosca macho 11 y una parte no roscada 12, denominada reborde, que se localiza en el extremo de la punta 1 y es adyacente a la rosca macho 11. El reborde 12 tiene una parte de sello de metal a metal 13 en la superficie periférica externa del reborde y una parte sobresaliente de par de torsión 14 en la cara terminal del reborde.

El miembro de caja correspondiente 2 tiene, en su superficie interna, una rosca hembra 21, una parte de sello de metal a metal 23 y una parte sobresaliente de par de torsión 24, que son porciones capaces de adaptarse o entrar en contacto con la rosca macho 11, la parte de sello de metal a metal 13 y la parte sobresaliente de par de torsión 14, respectivamente, de la punta 1.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra la forma y dimensiones de una rosca trapezoidal, ejemplificada por una rosca de refuerzo API. La mayor parte de las roscas para uso en juntas premium son roscas trapezoidales modeladas sobre esta rosca de refuerzo API. La mayoría de las roscas copian casi directamente las dimensiones de la rosca de refuerzo API con respecto a la relación de aspecto de los dientes de la rosca, el ángulo del flanco y otras características.

En la Figura 3, si la rosca es una rosca de refuerzo API que tiene un paso de rosca de 5 TPI (5 roscas por pulgada), por ejemplo, la altura de rosca 74 es 1,575 mm, la carga del ángulo del flanco 71 es 3 grados, el ángulo del flanco de perforación 72 es 10 grados y el hueco axial 73 entre los flancos de perforación es de aproximadamente 100 μm (es decir, de 30 a 180 μm) como media.

Se proporciona un solapamiento en la dirección radial denominado interferencia entre las superficies de sellado de la punta y la caja. Cuando la junta se aprieta hasta que las superficies sobresalientes de la punta y la caja se apoyan unas en otras, las superficies de sellado de los dos miembros se ponen en contacto íntimo entre sí sobre toda la circunferencia de la junta para formar un sello.

ES 2 349 166 T3

Las superficies sobresalientes funcionan como elementos de detención durante el apriete, y pueden soportar casi toda la carga de compresión aplicada a la junta. Por lo tanto, no pueden resistir una gran carga de compresión a menos que el espesor de la pared de las superficies sobresalientes sea grande (o a menos que la rigidez de los salientes sea alta).

5

Cuando se aplica presión externa a una junta premium convencional, tal como se ha descrito anteriormente, la presión externa aplicada penetra a través de los huecos entre las roscas hasta una porción 31, mostrada en la Figura 2, justo antes de las partes del sello.

10

El espesor de pared de un reborde es mucho más fino que el de un cuerpo de tubería, por lo que puede experimentar una disminución de radio debido a la presión externa penetrante. A medida que la presión externa aumenta, se forma un hueco entre las superficies de sellado, dando como resultado una fuga, es decir, una situación en la que el fluido externo entra en el interior de una tubería.

15

Si se aplica una carga de compresión a una junta premium en situaciones tales como cuando una OCTG se dispone en un pozo horizontal o pozo direccional, puesto que la mayor parte de las juntas tienen un hueco relativamente grande entre los flancos de perforación, como es el caso con la rosca de refuerzo API descrita anteriormente, las roscas tienen una escasa capacidad para resistir las cargas de compresión, por lo que la mayor parte de una carga de compresión la soportan los salientes.

20

Sin embargo, el espesor de pared (el área que soporta la carga para una carga de compresión) de una superficie sobresaliente normalmente es mucho menor que el de un cuerpo de tubería. Por lo tanto, si se aplica una carga de compresión equivalente al 40 al 60% del límite elástico del cuerpo de la tubería, la mayor parte de las juntas premium experimentan una deformación plástica considerable de la parte sobresaliente del par de torsión de la caja, dando como resultado una reducción significativa en la hermeticidad de las superficies de sellado adyacentes.

25

La hermeticidad de una junta con respecto a la presión externa puede mejorarse aumentando la rigidez de la punta para aumentar su resistencia a la deformación por contracción radial. Para este fin, a menudo se usa un método en el que un proceso de trabajo para reducir el diámetro del extremo de la tubería, denominado embutición, se realiza previamente para aumentar el espesor de la pared del reborde.

30

Sin embargo, si la cantidad de embutición es demasiado grande, en el caso de la carcasa, una tubería que se inserta en la carcasa puede caer en la parte embutida y, en el caso de una tubería, la parte embutida puede provocar turbulencia en un fluido, tal como el crudo de petróleo que fluye por el interior de la tubería y provocar erosión. Por lo tanto, el espesor de la pared de la pared del reborde de la punta no puede aumentarse mucho por embutición.

35

Otras técnicas convencionales para aumentar la rigidez del extremo de una punta para mejorar su hermeticidad se describen en la Patente de Estados Unidos N° 4.624.488 y la Patente de Estados Unidos N° 4.795.200. Estas patentes describen técnicas en las que la hermeticidad se aumenta proporcionando una parte cilíndrica que no está en contacto con una caja en el extremo de la superficie de sellado de una punta, tal como para aumentar la rigidez con respecto a la deformación por contracción radial de la periferia de la superficie de sellado de la punta y hacer contacto con las superficies de sellado de una junta uniformemente.

40

Con una junta de tubería, incluso si se realiza la embutición, es necesario proporcionar una junta ahusada como una superficie de sellado y una superficie sobresaliente dentro de un espesor de pared limitado. Sin embargo, en la técnica anterior descrita anteriormente, la superficie sobresaliente debe disponerse en una localización distinta del reborde porque el extremo de la punta no se apoya en la caja, por lo que el espesor de pared del reborde se reduce necesariamente.

45

De esta manera, hay un límite a la extensión en la que la rigidez del reborde puede aumentarse, tal como para resistir una disminución en el radio provocada por la presión externa y la hermeticidad con respecto a la presión externa no puede mejorarse significativamente. Además, debido a que a la superficie sobresaliente no se le puede dar una anchura radial suficiente, no puede conseguirse un alto nivel de resistencia a compresión y la hermeticidad es mala bajo una combinación de compresión y presión externa.

50

Las técnicas para dar a una rosca la capacidad de soportar una carga de compresión para mejorar la resistencia a compresión se describen en la Patente de Estados Unidos N° 5.829.797 y la Patente de Estados Unidos N° 5.419.595, por ejemplo. La Patente de Estados Unidos N° 5.829.797 describe roscas en las que los flancos de carga y los flancos de perforación de roscas trapezoidales entran en contacto entre sí y se proporcionan huecos radiales tanto en los valles de la rosca como en las crestas de la rosca. Esta rosca tiene una capacidad muy alta de soportar una carga de compresión porque los flancos de perforación están siempre en contacto.

55

La Patente de Estados Unidos N° 5.419.595 describe una rosca en la que el hueco entre los flancos de perforación de las roscas trapezoidales se reduce a 30 μm o menor, de manera que los flancos de perforación se ponen en contacto entre sí sólo cuando se aplica una carga de compresión. Aunque la capacidad de esta rosca para soportar una carga de compresión es menor que la de la rosca descrita en la Patente de Estados Unidos N° 5.829.797, es mucho mayor que la de la rosca de refuerzo ordinaria.

60

ES 2 349 166 T3

5 Sin embargo, con la rosca descrita en la Patente de Estados Unidos N° 5.829.797, si la anchura de los dientes de rosca varía, pueden ocurrir grandes variaciones en la resistencia a compresión, propiedades anti-desgaste, constitución del par de torsión y otras propiedades. Por lo tanto, es necesario hacer que las tolerancias de fabricación sean extremadamente pequeñas y, como resultado, esta rosca tiene el problema de que no es adecuada para la producción en masa y es extremadamente cara de fabricar.

10 La Patente de Estados Unidos N° 5.419.595 tiene un problema similar. En concreto, el hueco entre los flancos de perforación debe ajustarse a un valor de 0 a 30 μm . En este caso, las variaciones permisibles en la anchura del diente de rosca macho y el diente de rosca hembra son, cada una, de sólo $\pm 7,5 \mu\text{m}$, de manera que los cortes de rosca se hacen extremadamente caros e inadecuados para producción en masa.

Los documentos GB 1.220.856 y JP 58-157087 describen una junta roscada de acuerdo con la sección de pre-caracterización de la reivindicación 1.

15 El documento US 4.548.431 describe un manguito roscado para miembros de tubería de perforación con barrena en tierra, que tiene características que aumentan la cantidad de par de torsión requerido para realizar la conexión. El manguito roscado tiene tanto salientes de constitución externos como internos. La punta y caja se dimensionan de manera que la cara de la caja está en contacto con el saliente externo, mientras que hay aún una holgura entre la cara de la punta y el saliente interno. A un par de torsión de constitución normal, el saliente externo se apretará a su cantidad normal. El saliente interno se apretará hasta su límite sólo si se encuentra un par de torsión adicional mientras se perfora. El saliente interno se añade a la cantidad de par de torsión requerido para producir la conexión del manguito roscado.

20 Los documentos JP 08-247351 y CN 2366656 Y describen un tipo de acoplamiento de la junta para tuberías de pozo petrolífero, que incluye partes no roscadas para formar un sello.

Descripción de la invención

30 El objeto de la presente invención es resolver los problemas de la técnica anterior descritos anteriormente y proporcionar una junta roscada para tuberías de acero que tenga una excelente resistencia a compresión y que mejore en gran medida la hermeticidad global con respecto a la presión externa, no sólo cuando se somete a presión externa sino también cuando se somete a una carga combinada de compresión y presión externa o tensión y presión externa.

35 La presente invención proporciona una junta roscada para tuberías de acero que comprende una punta y una caja, teniendo la punta una rosca macho, una superficie de sellado y una superficie sobresaliente, teniendo la caja una rosca hembra, una superficie de sellado y una superficie sobresaliente, interengranándose la rosca macho con la rosca hembra, interfiriendo radialmente la superficie de sellado de la punta con la superficie de sellado correspondiente de la caja y apoyándose la superficie sobresaliente de la punta axialmente en la superficie sobresaliente correspondiente de la caja, en la que (i) la superficie sobresaliente de la punta se proporciona en una cara terminal de la punta; (ii) la superficie de sellado de la punta se localiza en un lado del extremo de la tubería, cerca de la rosca macho; (iii) una parte delantera (15) se proporciona sobre la punta, entre la superficie de sellado y la superficie sobresaliente, no entrando en contacto dicha parte delantera con la parte de la caja orientada hacia la parte delantera de la punta, siendo el ahusado de la superficie de sellado entre 5 y 25 grados y disponiéndose la superficie de sellado (13) de la punta radialmente hacia dentro, como se mide desde el eje de la punta de (i) la tangente (61) a la cresta de la rosca macho y el ápice de la punta y (ii) la línea de extensión (62) del valle de la rosca macho, caracterizado por que hay una discontinuidad de la superficie entre la superficie de sellado y la superficie externa de dicha parte delantera.

45 La Figura 4 es una ilustración esquemática de un reborde usado en los estudios básicos realizados en conexión con la presente invención.

50 Para conseguir el objeto descrito anteriormente, los presentes inventores realizaron un análisis por elementos finitos con respecto a los siguientes cuatro factores de diseño, para determinar la forma de un reborde, de una junta premium que tiene la estructura descrita anteriormente: (1) el espesor del reborde 41, (2) la longitud del reborde 42, (3) el ángulo del saliente 43 y (4) el ahusado del sello (ahusado de la superficie de sellado) 44. Para cada factor, investigaron su efecto sobre la hermeticidad con respecto a la presión externa.

60 Como resultado, se encontró que el espesor del reborde 41 y la longitud del reborde 42 tenían el mayor efecto sobre la hermeticidad con respecto a la presión externa y que cuanto más grueso sea el espesor del reborde y más larga la longitud del reborde, más marcada es la mejora de hermeticidad con respecto a la presión externa.

65 Se encontró que para mejorar la resistencia a compresión, el espesor del reborde se aumenta preferiblemente tanto como sea posible. Como para el ángulo del saliente 43, la hermeticidad bajo una carga combinada de compresión y presión externa se mejora si el ángulo del saliente de una punta es tal que una parte externa del saliente de una punta se ahúsa para formar una superficie sobresaliente con forma de gancho como se representa (denominándose dicho ángulo más adelante como ángulo de gancho). Sin embargo, dicho ángulo de saliente da como resultado un mayor daño a la superficie sobresaliente de un miembro de caja mediante una carga de compresión. Por lo tanto, si se proporciona un ángulo de saliente, la superficie sobresaliente del miembro de caja se refuerza preferiblemente, o una rosca que tiene una alta capacidad de soportar una carga de compresión se usa preferiblemente.

ES 2 349 166 T3

Se encontró que el ahusado del sello 44 sólo tiene un pequeño efecto sobre la hermeticidad con respecto a la presión externa. Sin embargo, si el ahusado del sello es demasiado grande, la presión de contacto sobre el sello (presión del sellado) se reduce notablemente cuando se aplica tensión y si el ahusado del sello es demasiado pequeño, ocurre desgaste sobre las superficies de sellado debido a un aumento en la distancia de deslizamiento durante la constitución y rotura.

Basándose en los resultados anteriores, los presentes inventores se dieron cuenta de que si se aumentaba tanto el espesor del reborde como la longitud del reborde (se alargaba) tanto como fuera posible, la hermeticidad con respecto a la presión externa puede mejorarse considerablemente y que la resistencia a compresión puede mejorarse al mismo tiempo.

Con respecto a las roscas, la aplicación de técnicas convencionales de las Patentes de Estados Unidos N° 5.829.797 y 5.419.595 a la forma de la rosca es mejor si sólo se tiene en cuenta la resistencia a compresión. Sin embargo, estas técnicas convencionales tienen los problemas descritos anteriormente y no son adecuadas para producción en masa.

Los presentes inventores se dieron cuenta de que, puesto que la resistencia a compresión por el propio saliente puede mejorar considerablemente mediante la forma del reborde descrita anteriormente, que tiene un espesor de reborde aumentado, incluso aunque no se empleen roscas de rendimiento ultra-alto que no se producen fácilmente, la resistencia a compresión de una junta global puede mejorar significativamente empleando roscas de alto rendimiento que se produzcan fácilmente.

Basándose en esta idea, los presentes inventores realizaron la investigación de la realización respecto al hallazgo de que cuanto más larga sea la longitud de reborde, mejor será la hermeticidad con respecto a la presión externa. Como resultado, se encontró que las superficies de sellado de la punta y la caja están en contacto sólo en el lado inferior de la misma (el lado más cerca de las roscas), mientras que un aumento en el volumen de la parte restante que no hace contacto del reborde desde el extremo de la parte en contacto a la punta del reborde sirve para aumentar la rigidez del reborde contra la presión externa.

En la realización de la Figura 4, que no representa la presente invención, incluso si aumenta la longitud del reborde, puesto que la parte que no está en contacto del reborde desde el extremo de la superficie de sellado a la punta del reborde se ahúsa, aumentar la longitud del reborde no aumenta significativamente el volumen de la parte que no está en contacto del reborde e indeseablemente da como resultado una disminución en el área de la superficie sobresaliente, disminuyendo de esta manera la capacidad de la parte sobresaliente para soportar una carga de compresión. Por lo tanto, la forma del reborde se cambió a la mostrada en la Figura 1.

En la Figura 1, para aumentar el espesor de la pared de la superficie del reborde tanto como sea posible y aumentar el volumen de la parte que no está en contacto del reborde desde la superficie de sellado al extremo del reborde tanto como sea posible, una parte 15 (denominada más adelante parte delantera) de un reborde 12 entre una parte de sellado 13 y una parte sobresaliente 13 de un miembro de punta 1 se hace casi cilíndrica y la superficie externa de la parte delantera 15 se hace para que no haga contacto con un miembro de caja 2.

Dando al reborde dicha forma, el espesor de pared de la superficie sobresaliente y el espesor de pared de la superficie de sellado aumentan satisfactoriamente tanto como sea posible dentro de un espesor de pared limitado de la tubería. Sin embargo, debido a errores de fabricación, la sección transversal de la tubería no es un círculo perfecto sino que tiene variaciones u ovalidades en el espesor de la pared. Por lo tanto, puede formarse un chaflán 16 sobre el borde interno de la parte terminal de la punta mediante una cantidad correspondiente a la tolerancia en fabricación de la tubería para asegurar que el borde interno del extremo de la punta no sobresaldrá más allá de un círculo perfecto de un diámetro predeterminado centrado sobre el eje de la junta. En dicho caso, el borde interno de la caja 2 también puede tener un chaflán correspondiente 26 como se describirá posteriormente.

Sobre la punta, si la rosca se proporciona tan cerca como sea posible a la superficie de sellado, la rigidez del reborde de la punta contra la presión externa se aumenta adicionalmente y, por lo tanto, la hermeticidad con respecto a la presión externa aumenta también.

Este concepto es bastante diferente del de la técnica anterior descrito en la Patente de Estados Unidos N° 4.624.488 y la Patente de Estados Unidos N° 4.795.200, en que el extremo de la punta se usa como una superficie sobresaliente y, por lo tanto, el espesor del reborde puede aumentarse en gran medida comparado con la técnica anterior en la que la superficie sobresaliente está en una localización diferente.

Además, debido a que el espesor de pared de la parte delantera puede aumentar tanto como sea posible, la hermeticidad con respecto a la presión externa puede aumentar en gran medida, simplemente aumentando ligeramente la longitud axial de la parte delantera (denominada más adelante la longitud delantera).

Adicionalmente, la superficie sobresaliente puede ampliarse, y la parte sobresaliente puede conseguir su máxima capacidad de soporte de una carga de compresión. En consecuencia, si la capacidad de soporte de una carga de compresión es algo mayor que la de la rosca de refuerzo, la resistencia a compresión de la junta roscada puede mejorarse considerablemente empleando el reborde que tiene la parte delantera.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra las formas de un reborde y la periferia del reborde de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención.

Las Figuras 2(a) y 2(b) son vistas explicativas esquemáticas de una junta premium de tipo de acoplamiento ordinario para OCTG, en las que la Figura 2(a) es una vista ampliada de una parte de la Figura 2(b) y la Figura 2(b) es una vista global en corte.

La Figura 3 es una vista esquemática que ilustra la forma y las dimensiones de una rosca trapezoidal ejemplificada por una rosca de refuerzo API.

La Figura 4 es una vista explicativa esquemática de los factores que determinan la forma de un reborde usado en estudios básicos en conexión con la presente invención.

La Figura 5 es una vista explicativa esquemática de los factores que definen las formas del reborde y la periferia del reborde de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6 es una vista explicativa esquemática de las formas del reborde y la periferia del reborde de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención, en la que una superficie sobresaliente está en ángulo.

La Figura 7(a) es una vista explicativa esquemática que muestra relación posicional entre el diámetro interno entre un surco de caja y una línea que se extiende desde el valle de una rosca hembra, y la Figura 7(b) es una vista explicativa esquemática que muestra la relación posicional entre una superficie de sellado de una punta y una línea que se extiende desde el valle de una rosca macho o una tangente a la rosca macho y la parte delantera.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra otra realización de la presente invención, en la que se proporciona un segundo saliente en cada cara terminal de una caja.

La Figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra otra realización de la presente invención, en la que se proporciona un segundo sello en un extremo de una caja.

La Figura 10 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de una realización de la presente invención, en la que una junta de la presente invención se proporciona sobre un miembro de punta, cuyo extremo se ha sometido a embutición.

La Figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra una junta integral.

La Figura 12 es un diagrama esquemático que ilustra la secuencia en la que se aplica una carga a una muestra durante el análisis FEM de los ejemplos.

La Figura 13 es una vista explicativa esquemática de una junta premium convencional usada como un ejemplo comparativo.

La Figura 14 es un diagrama esquemático que ilustra otra realización en la que la rosca macho comprende una parte de rodaje donde la envoltura del valle de la rosca macho tiene un ahusado reducido comparado con el del ahusado de la rosca.

La Figura 15 es un diagrama esquemático de otra realización que tiene una superficie de sellado tórico-cónica en la caja, que coopera con la superficie ahusada de la punta.

Descripción de las realizaciones preferidas

La presente invención se describirá ahora con mayor detalle con referencia a las figuras y con respecto a las realizaciones preferidas. En las figuras, los mismos miembros o partes de una junta tienen los mismos números de referencia.

Las Figuras 1 y 5 son vistas explicativas esquemáticas de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención, que comprende un miembro de punta 1 y un miembro de caja 2 conectados entre sí mediante una conexión roscada. El miembro de punta 1 tiene una rosca macho 11, al menos una superficie de sellado 13 y al menos una superficie sobresaliente 14 formada sobre la parte terminal de una tubería. El miembro de caja 2 tiene una rosca hembra 21, al menos una superficie de sellado 23 y al menos una superficie sobresaliente 24 correspondiente a (capaz de ajustarse o de ponerse en contacto con) la rosca macho 11, la superficie de sellado 13 y la superficie sobresaliente 14, respectivamente, del miembro de punta 1 formado sobre el extremo de una tubería. Esta junta es un tipo de junta premium.

ES 2 349 166 T3

En dicha junta roscada para tuberías de acero, la constitución se completa cuando la superficie sobresaliente 14 en la cara terminal del miembro de punta 1 se apoya contra la superficie sobresaliente correspondiente 24 del miembro de caja 2.

5 De acuerdo con la presente invención, el miembro de punta tiene una parte delantera 15 que no entra en contacto con la parte correspondiente del miembro de caja 2 (es decir, la parte de la caja 2 orientada hacia la parte delantera 15 de la punta 1). La parte delantera 15 se localiza entre la superficie de sellado 13 (que está localizada sobre la periferia externa del miembro de punta más cerca del extremo del miembro de punta que la rosca macho del miembro de punta) y la superficie sobresaliente 14 (que está localizada en la cara terminal del miembro de punta). Como resultado, puesto
10 que la longitud del reborde 12 aumenta sin una disminución en la superficie sobresaliente 14, la hermeticidad de la junta contra la presión externa puede mejorar significativamente. Además, proporcionando la rosca macho 11 en las proximidades (y, preferiblemente, en la cercanía inmediata) de la superficie de sellado 13 de la punta 1, aumenta la rigidez del reborde 12 contra las reducciones de diámetro, y la hermeticidad contra la presión externa aumenta adicionalmente.

15 Con referencia a la Figura 5, en una realización preferida de la presente invención, se ha encontrado que una junta roscada para tuberías de acero, que tiene la configuración descrita anteriormente, puede mejorarse especificando su forma y dimensiones.

20 En concreto, los presentes inventores realizaron estudios sobre los intervalos de dimensiones y formas de cada parte para obtener, de una forma más eficaz, los efectos descritos anteriormente de la presente invención.

Para una junta premium normal, se requiere una resistencia a compresión equivalente a aproximadamente el 20% del límite elástico del cuerpo de la tubería, aunque algunos pozos requieren una resistencia a compresión equivalente a más del 60% del límite elástico.

Se aplica una carga de compresión no sólo a la parte sobresaliente, sino también a la rosca. Si se emplea una rosca que tiene una mayor capacidad de soporte de carga de compresión, la carga en la parte sobresaliente puede reducirse correspondientemente. Sin embargo, si el espesor del reborde 41 (el espesor de la pared de la punta en el centro de la
30 región de contacto con el sello 50) tiene una proporción de espesor de reborde (proporción del espesor del reborde al espesor de la pared del cuerpo de la tubería) de al menos el 25% y, preferiblemente, al menos el 50%, puede obtenerse una resistencia a compresión suficiente mediante el reborde solo (sin el uso de una rosca que tenga una alta capacidad de soporte de carga de compresión).

35 El límite superior de la proporción de espesor de reborde puede aumentarse aproximadamente un 85% (del espesor de la pared del cuerpo de la tubería), si se realiza la embutición descrita más adelante.

Puesto que la hermeticidad con respecto a la presión externa mejora a medida que aumentan el espesor de la parte de sellado y la parte delantera del reborde, el ángulo 46 del chaflán 16 proporcionado sobre la superficie interna del
40 extremo del reborde es preferiblemente de 9 a 76 grados respecto al eje de la junta.

Sin embargo, un cambio abrupto en el diámetro interno de la tubería puede provocar turbulencia y erosión, de manera que el diámetro interno 48 de la caja se ajuste para que sea casi igual al diámetro interno 49 del reborde de la punta, y un chaflán 26 que tiene un ángulo de chaflán 47 y una forma similar a la de la punta se proporciona sobre la
45 periferia interna de la superficie sobresaliente de la caja. De esta manera, el ángulo de chaflán de la parte de caja está preferiblemente en el intervalo de 104 a 171 grados por las mismas razones dadas con respecto al chaflán de la punta.

De esta manera, el cambio en el diámetro de la junta se minimiza, por lo que la aparición de turbulencia puede evitarse y, al mismo tiempo, la parte sobresaliente de la caja se refuerza. Por lo tanto, la extensión de una carga de
50 compresión capaz de ser soportada por las partes sobresalientes aumenta para mejorar la resistencia a compresión de la junta.

La longitud delantera 45 depende del tamaño de la tubería, aunque es aproximadamente de 4 mm a 20 mm para el tamaño de las tuberías usadas como OCTG (que tiene un diámetro externo de aproximadamente 50 a 550 mm).

55 Como se ha indicado anteriormente, cuanto más larga sea la longitud delantera será mejor, pero el efecto de mejorar la hermeticidad se satura cuando la longitud delantera alcanza un cierto nivel, por lo que una longitud delantera máxima de 20 mm es adecuada para un producto real.

60 Preferiblemente, cuando las roscas macho y hembra son roscas ahusadas, la rosca macho comprende, en el lado de la superficie de sellado de la rosca, una parte de rodaje que se forma por primera vez durante el corte de la rosca para hacer la rosca macho. En esta parte de rodaje, la envoltura del valle de la rosca macho tiene un ahusado reducido comparado con el del ahusado de la rosca (véase la Figura 14). Dicho ahusado reducido de la envoltura del valle de la rosca en la parte de rodaje produce varios beneficios: facilidad de mecanizado de la superficie de sellado de la
65 punta sin arañazos y un aumento en la rigidez del reborde, siendo así más fuerte a la presión externa. Preferiblemente, como se describe posteriormente, la parte de rodaje de la rosca macho no se engrana con las roscas hembra. Más preferiblemente, una envoltura de los valles de rosca macho en la parte de rodaje es una superficie cilíndrica.

ES 2 349 166 T3

La forma de la superficie de sellado de la punta o caja puede ser:

(i) una superficie ahusada resultante de la rotación alrededor del eje de la junta de una línea recta inclinada respecto al eje, o

(ii) una superficie abombada resultante de la rotación alrededor del eje de la junta de una curva y, más particularmente, una superficie tórica si la curva es un aro circular o

(iii) una superficie tórico-cónica resultante de la rotación alrededor del eje de la junta de una línea combinada de la línea recta inclinada y el arco circular.

Preferiblemente, la superficie de sellado de una de la punta y la caja (por ejemplo, la de la punta) es una superficie ahusada, mientras que la superficie de sellado del otro miembro (por ejemplo, la de la caja) es una superficie tórica o una superficie tórico-cónica, estando la parte ahusada de la superficie de sellado tórico-cónica sobre el lado delantero y teniendo sustancialmente el mismo ahusado que la superficie de sellado ahusada (véase la Figura 15).

La cooperación de una superficie de sellado ahusada y una superficie de sellado tórico-cónica ha mostrado una estabilidad excelente de la presión de contacto (y, de esta manera, la hermeticidad) para las diversas condiciones de uso, por ejemplo, dando como resultado de un ciclo de carga tal como el de la Figura 12.

Para superficies de sellado tórico-cónicas abombadas, tóricas o con una parte tórica, el radio de curvatura de la superficie preferiblemente es mayor de 20 mm y, más preferiblemente, mayor de 40 mm.

Por las razones indicadas anteriormente, el ángulo de la superficie de sellado con respecto al eje de la junta, es decir, el ahusado del sello 44 es de 5 a 25 grados y, más preferiblemente, de 10 a 20 grados.

La existencia de un ahusado del sello implica, en la punta, una discontinuidad de la superficie entre la superficie de sellado y la superficie externa de la parte delantera.

La superficie de sellado requiere una región de contacto sustancial que tiene una longitud axial de al menos aproximadamente 1 a 1,5 mm para garantizar las propiedades de sellado.

Sin embargo, si la superficie de sellado es demasiado larga, no puede obtenerse un espesor de pared suficiente de la parte sobresaliente del par de torsión y el coste requerido para acabar la superficie de sellado aumenta, dando como resultado una reducción de productividad.

Por lo tanto, la longitud axial 50 de la región de la superficie de sellado, donde hay un contacto sustancial, es de 2 a 8 mm y, preferiblemente, de 3 a 5 mm.

La superficie sobresaliente puede ser sustancialmente perpendicular al eje de la junta, como se muestra en la Figura 5. Sin embargo, de acuerdo con las investigaciones descritas anteriormente, la hermeticidad cuando se aplica una carga de compresión mejora si se proporciona un ángulo de gancho, como se muestra en la Figura 6, aunque si el ángulo de gancho es demasiado grande, la rigidez de la superficie sobresaliente de la caja se reduce, dando como resultado una disminución en la resistencia a compresión. Por lo tanto, si se proporciona un ángulo de saliente 43, es preferible que sea de 4 a 16 grados con respecto a un plano perpendicular al eje de la junta.

La Figura 6 es una vista explicativa esquemática de la forma del reborde y la periferia del reborde cuando se proporciona un ángulo de gancho sobre la superficie sobresaliente de una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención.

En estas realizaciones, el saliente de la punta es una superficie individual que se extiende sin discontinuidad entre una superficie externa y una superficie interna de la punta.

Las interferencias están presentes entre las superficies de sellado y entre las roscas de la punta y la caja. Si las superficies de sellado están demasiado cerca para engranar de forma roscada las partes de las roscas, la extensión de interferencia sustancial entre las superficies de sellado se reduce indeseablemente debido a la interferencia entre las roscas.

Sin embargo, en lo que respecta a la punta, como se ha descrito anteriormente, la presencia de una rosca adicional en la parte entre la rosca y la superficie de sellado es deseable para aumentar la rigidez de la punta contra la presión externa.

De esta manera, la estructura de la punta es preferiblemente tal que la rosca macho se extiende para estar tan cerca como sea posible de la superficie de sellado. Para este propósito, la superficie de sellado se separa preferiblemente de la rosca macho por una distancia igual a, como máximo, un paso de rosca para aumentar la rigidez del reborde. Al mismo tiempo, se proporciona un surco circunferencial en la caja para evitar que las partes de las roscas cerca de las superficies de sellado de la punta y la caja se engranen entre sí. Si se proporciona una parte de rodaje en la rosca

ES 2 349 166 T3

macho, la parte de rodaje de la rosca macho corresponde a la parte que se acaba de mencionar de la rosca macho, que se evita que se engrane con la rosca hembra mediante el surco 32.

5 Si la longitud axial 51 del surco circunferencial 32 es pequeña, la interferencia sustancial entre las superficies de sellado se reduce debido a la interferencia de la rosca. Por otro lado, si la longitud axial 51 del surco 32 es demasiado grande, la capacidad del sellado se reduce y los costes de fabricación aumentan innecesariamente. Un intervalo preferido para la longitud 51 del surco 32 es 1,5 a 3,5 veces el paso de rosca.

10 La Figura 7(a) es una vista explicativa esquemática que muestra la relación posicional entre el diámetro interno del surco de la caja y una línea 63 que se extiende a lo largo del valle de la rosca hembra, y la Figura 7(b) es una vista explicativa esquemática que muestra la relación posicional entre la superficie de sellado de la punta y una línea 62 que se extiende a lo largo de la raíz de la rosca macho o la tangente 61 a la rosca macho y la parte delantera.

15 Como se muestra en la Figura 7(a), el diámetro interno del surco circunferencial de la caja es preferiblemente tal que la superficie interna del surco se disponga radialmente hacia fuera de la línea de extensión 63 del valle de la rosca hembra con respecto al eje de la caja. Sin embargo, si el diámetro interno del surco aumenta excesivamente, el diámetro externo de la caja también aumenta desventajosamente. Por lo tanto, el diámetro interno del surco debe ser mayor que la distancia radial desde el eje de la caja a la línea de extensión 63 del valle de la rosca hembra sólo hasta
20 la extensión de que la fabricación pueda realizarse fácilmente.

Como se muestra en la Figura 7(b), la relación posicional entre la rosca, la superficie de sellado y la parte delantera (la superficie externa) de la punta, es tal que la superficie de sellado se dispone radialmente hacia dentro (como se mide a partir del eje de la punta), tanto de la tangente 61 a la cresta de la rosca macho y el ápice de la punta (la parte
25 delantera) como la línea de extensión 62 del valle de la rosca macho.

Empleando dicha disposición, se hace difícil que la superficie de sellado se dañe incluso aunque el extremo de la punta golpee contra algo durante el trabajo en el campo y puede evitarse una reducción de la hermeticidad.

30 El hueco entre los flancos de perforación y el ángulo del flanco de perforación influye significativamente en la resistencia a compresión de las roscas. Como se ha descrito previamente, el hueco entre los flancos de perforación es de $30\ \mu\text{m}$ a $180\ \mu\text{m}$ para una rosca de refuerzo API. Suponiendo que la tasa de aparición de errores para una rosca de refuerzo API tiene una distribución normal, los productos que tienen un hueco entre los flancos de perforación de aproximadamente $100\ \mu\text{m}$ serán los más numerosos. Sin embargo, dicho tamaño de hueco no produce una resistencia
35 particularmente alta a compresión.

Realizando investigaciones basadas principalmente en el método de elementos finitos, los presentes inventores encontraron que se obtiene una alta resistencia a compresión si el hueco entre los flancos de perforación es como máximo de $90\ \mu\text{m}$.
40

Sin embargo, si el hueco de perforación es demasiado pequeño, la presión (denominada presión de dopante) de un lubricante denominado dopante que se recubre sobre las roscas durante la constitución, puede subir a un nivel anormal y afectar negativamente al rendimiento de la junta. Adicionalmente, si los flancos de perforación entran en contacto entre sí, como se ha descrito en la Patente de Estados Unidos N° 5.829.797 descrita anteriormente, puede
45 ocurrir desgaste o variaciones en el par de torsión de constitución.

De esta manera, los efectos de la presente invención pueden obtenerse ajustando un hueco entre los flancos de perforación, para que esté en el intervalo de $10\ \mu\text{m}$ a $150\ \mu\text{m}$, en vista de la distribución normal de los errores de fabricación. Preferiblemente, el hueco entre los flancos de perforación es de 20 a $90\ \mu\text{m}$ para obtener efectos mejorados
50 adicionales.

La capacidad de las roscas para soportar una carga de compresión aumenta a medida que disminuye el ángulo del flanco de perforación. A la inversa, a medida que aumenta el ángulo del flanco de perforación, la rosca macho y la rosca hembra se deslizan a lo largo de una pendiente y la capacidad de las roscas para soportar una carga de
55 compresión se reduce. El límite superior del ángulo del flanco de perforación, para que la capacidad para soportar una carga de compresión no se reduzca gravemente, es de aproximadamente 36 grados.

Por otro lado, si el ángulo del flanco de perforación es demasiado pequeño, el daño debido a desgaste de la herramienta de corte de la rosca se agrava, y se hace muy difícil mantener las tolerancias de fabricación. Por lo tanto,
60 el límite inferior se ajusta a 3 grados.

En la descripción anterior, se describió una realización de la presente invención en la que una superficie de sellado y una superficie sobresaliente se proporcionan sobre el reborde en el extremo de una punta, pero son posibles realizaciones distintas de las descritas anteriormente para tuberías de acero para aplicaciones especiales.
65

Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 8 y 9, cuando la presente invención se aplica a una tubería de perforación con un extremo recalado o una OCTG con un espesor de pared extremadamente grande, es posible una realización en la que se proporcione una segunda serie de superficies sobresalientes 33 y/o una segunda serie de

ES 2 349 166 T3

superficies de sellado 34, con la punta 1 y la caja 2 en combinación con la estructura del reborde de la punta 12, que tiene la parte delantera de acuerdo con la presente invención.

La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de la presente invención que tiene una segunda serie de superficies sobresalientes de la punta y la caja en la cara terminal de la caja.

La Figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra una realización de la presente invención que tiene una segunda serie de superficies de sellado de la punta y la caja en el extremo de la caja.

La Figura 10 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de una realización de la presente invención, en la que la junta de la presente invención se proporciona sobre un miembro de punta que tiene un extremo que se ha sometido a embutición para reducir tanto el diámetro de la tubería en el extremo como para aumentar el espesor de la pared en el reborde de la punta.

La presente invención proporciona una hermeticidad suficiente incluso aunque el extremo de la punta no se haya sometido a embutición. Sin embargo, si se desea obtener un nivel muy alto de resistencia a torsión o resistencia a compresión, por ejemplo, el espesor de la pared de la superficie sobresaliente puede aumentarse formando la junta roscada de la presente invención sobre el extremo de una punta que se ha sometido previamente a embutición (véase la Figura 10). En este caso, sin embargo, el cambio en el diámetro interno de la junta debería seleccionarse adecuadamente de manera que no ocurra turbulencia.

Las realizaciones de la presente invención se han descrito usando una junta de tipo acoplamiento como se muestra en la Figura 2 como un ejemplo. Sin embargo, la presente invención como se ha descrito anteriormente puede aplicarse a una junta integral como se muestra en la Figura 11 (una en la que las tuberías se conectan directamente entre sí sin usar un acoplamiento pero, en lugar de ello, proporcionando una punta en un extremo de un cuerpo de tubería y proporcionando una caja en el otro extremo).

La Figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra una junta integral en la que un miembro de punta 1 y un miembro de caja 2 proporcionados en las partes terminales respectivas de los cuerpos de tubería se engranan directamente entre sí para formar una junta roscada.

Ejemplos

Para demostrar claramente los efectos de la presente invención, se realizó un análisis de simulación numérica mediante el método de elementos finitos elastoplásticos para las muestras mostradas en la Tabla 1.

Las muestras mostradas en la Tabla 1 eran todas juntas roscadas de tipo acoplamiento para OCTG, tales como las mostradas en la Figura 2 para su uso con tuberías de acero de 14 cm (5-1/2 pulgadas), del N° 20 (lb/pie) (diámetro externo de 139,7 mm y espesor de pared de 9,17 mm). El material de acero usado para todas las muestras fue el especificado como P110 en las normas API.

La muestra B era un ejemplo comparativo en forma de una junta premium convencional. Tenía una forma del reborde de la punta como la mostrada en la Figura 13. En la Figura 13, los números de referencia que son iguales a los usados previamente indican los mismos miembros.

Las muestras C - O tenían básicamente la misma estructura de junta que para la muestra A, excepto que las dimensiones de la diversas partes se variaron como se muestra en la Tabla 1.

Sin embargo, para la muestra J, el extremo de un cuerpo de tubería que tenía el tamaño descrito anteriormente se sometió a recalado mediante una superposición externa, de manera que su diámetro externo aumentó a 148,4 mm y, como se muestra en la Figura 8, cada segundo saliente, constituido por una superficie plana perpendicular al eje de junta y que tiene un espesor correspondiente a la cantidad en la que se recaló el cuerpo de tubería, se proporciona sobre la cara terminal de la caja y sobre la punta correspondiente.

La muestra L era otro ejemplo comparativo en el que las superficies sobresalientes se proporcionaron sobre la cara terminal de la caja (en lugar de sobre la cara terminal de la punta de acuerdo con la presente invención) y sobre la posición correspondiente de la punta.

La forma roscada como se define en la Figura 3 será la misma para todas las muestras con respecto al ahusado (1/18), la altura de la rosca 74 (1,575 mm), el paso de rosca (5,08 mm), y el ángulo del flanco de carga 71 (3 grados). El hueco axial 73 de los flancos de perforación y el ángulo del flanco de perforación 72 se variaron y se muestran en la Tabla 1, junto con las otras dimensiones de la junta, incluyendo la proporción de espesor del reborde (la proporción del espesor de reborde 41 al espesor de la pared de la tubería, en el que el espesor del reborde se midió en el centro de la parte de sellado de contacto 50), la longitud de la parte delantera (longitud delantera) 45, el ahusado de las superficies de sellado (ahusado del sello) 44, la longitud axial de la parte de contacto con el sello (longitud del sello 50), el ángulo del saliente 43, los ángulos de chaflán de los salientes de punta y caja, 46 y 47, la presencia o ausencia del surco circunferencial 32 y la distancia entre la rosca y la superficie de sellado de la punta (en términos de paso de rosca) (véanse las Figura 5 y 6).

ES 2 349 166 T3

En el análisis de elementos finitos, el material se moldeó como un material elastoplástico con un endurecimiento isotrópico que tiene un módulo elástico de 210 GPa y un límite elástico nominal en la forma de un rendimiento de desplazamiento del 0,2% del límite elástico de 110 ksi (578 MPa).

5 La constitución se realizó para cada muestra, poniendo en contacto las superficies sobresalientes de la punta y la caja y realizando después un 1,5/100 giros de rotación.

10 En un primer análisis, se aplicó una carga de compresión (2852 kN) correspondiente al 100% del límite elástico del cuerpo de la tubería a cada muestra de constitución, y la resistencia a compresión se evaluó basándose en la proporción del par de torsión residual definido como el valor del par de torsión mantenido restante después de retirar la carga (correspondiente al par de torsión de rotura, que es el par de torsión sin tensión de la conexión después de la carga) dividido por el par de torsión de constitución (cuanto mayor sea la proporción, tendrá lugar un menor aflojamiento de la junta. Un valor de al menos el 405 se considera necesario).

15 En un segundo análisis, la secuencia de carga mostrada en la Figura 12 y la Tabla 2 se aplicó a cada muestra de constitución. La hermeticidad con respecto a la presión externa se evaluó comparando los valores mínimos de la presión de contacto del sello media en la secuencia (cuanto más grande sea el valor, mejor será la hermeticidad).

20 Los resultados se muestran en la Tabla 3. A partir de los resultados en la Tabla 3, puede verse que una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención tenía un mayor nivel de resistencia del par de torsión restante y mantenía una mayor presión de contacto del sello que cualquiera de las juntas comparativas y que, por lo tanto, tenía una resistencia excelente a la compresión y hermeticidad con respecto a la presión externa.

25 De esta manera, de acuerdo con la presente invención, se obtiene una junta roscada para tuberías de acero que tiene una resistencia excelente a compresión y hermeticidad con respecto a la presión externa. Al mismo tiempo, puede facilitarse la manipulación de la junta en el campo. Aunque la presente invención tiene un rendimiento adecuado incluso aunque el procesamiento de embutición no se realice, si se realiza la embutición para aumentar el espesor de la pared del reborde de la punta, puede mejorarse adicionalmente no sólo la resistencia a compresión y hermeticidad con respecto a la presión externa, sino también la resistencia a torsión. Para tuberías especiales tales como tuberías con un espesor de pared extremadamente grande, proporcionando adicionalmente un segundo saliente y/o parte de sello metal a metal, puede obtenerse un alto nivel de resistencia a compresión como resistencia a torsión y/o hermeticidad con respecto a la presión externa.

35 Aunque la presente invención se ha descrito con respecto a las realizaciones preferidas, son simplemente ilustrativas y no pretenden limitar la presente invención. Los expertos en la materia deben entender que pueden hacerse diversas modificaciones de las realizaciones descritas anteriormente sin alejarse del alcance de la presente invención, como se expone en las reivindicaciones.

40

(Tabla pasa a página siguiente)

45

50

55

60

65

Tabla 1

| Muestra | Proporción de espesor del reborde* [%] | Longitud delantera [mm] | Ahusado del sello [°] | Longitud axial del sello [mm] | Ángulo del saliente [°] | Ángulo de chafán del saliente de la punta [°] | Ángulo de chafán del saliente de la caja [°] | Surco de la caja | Distancia entre la rosca y el sello de la punta [paso] | Hueco de los flancos de perforación [μm] | Ángulo del flanco de perforación [°] | Saliente en el extremo de la punta |
|---------|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|---|--|------------------|--|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| A | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| B | 46 | 0 | 20 | 3,3 | 15 | 0 | 180 | N/A | 1,7 | 100 | 10 | Sí |
| C | 63 | 2 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| D | 63 | 8 | 30 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| E | 56 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| F | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 20 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| G | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 6 | 174 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| H | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | N/A | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| I | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 45 | Sí |
| J | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| K | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 6 | 174 | Aplica | 0,4 | 160 | 45 | Sí |
| L | 23 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 60 | 10 | Sí |
| M | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 160 | 45 | Sí |
| N | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 0,4 | 160 | 10 | Sí |
| O | 63 | 8 | 11,3 | 3 | 0 | 15 | 165 | Aplica | 4 | 60 | 10 | Sí |

*: La proporción de espesor del reborde era la proporción del espesor del reborde al espesor de la pared de la tubería, donde el espesor del reborde era el espesor de la pared de la punta en el centro de la parte de contacto del sello.

ES 2 349 166 T3

TABLA 2

| Etapa de Carga | Condiciones de Carga | Tamaño de carga | |
|----------------|---|-----------------|-----------------|
| | | Carga axial | Presión externa |
| 1 | Constitución (1,5/100 vueltas desde los salientes) | 0 kN | 0 MPa |
| 2 | Compresión PBYS 100% | -2852 kN | 0 MPa |
| 3 | Compresión PBYS 100% + Presión externa API 100% | -2852 kN | 76,5 MPa |
| 4 | Presión externa API 100% (carga de compresión retirada) | 0 kN | 76,5 MPa |
| 5 | Tensión PBYS al 67% + presión externa API 100% | 1911 kN | 44,1 MPa |
| 6 | Tensión PBYS 100% (presión externa de retirada) | 2852 kN | 0 MPa |

PBYS: Límite Elástico del Cuerpo de la Tubería, es decir, límite elástico del cuerpo de la tubería.
 API: Presión de colapso (presión externa de aplastado) del cuerpo de tubería definida en la norma API 5C3.

TABLA 3

| Muestra | Proporción de par de torsión mantenido (%) obtenido en el primer análisis* | Valor mínimo de la presión de contacto de sello medio (MPa) obtenido en el segundo análisis |
|---------|--|---|
| A | 74 | 301 |
| B | 33 | 23 |
| C | 68 | 151 |

ES 2 349 166 T3

| Muestra | Proporción de par de torsión mantenido (%) obtenido en el primer análisis* | Valor mínimo de la presión de contacto de sello medio (MPa) obtenido en el segundo análisis |
|---------|--|---|
| D | 62 | 226 |
| E | 59 | 233 |
| F | 49 | 203 |
| G | 61 | 242 |
| H | 71 | 253 |
| I | 48 | 287 |
| J | 78 | 315 |
| K | 58 | 236 |
| L | 28 | 36 |
| M | 63 | 211 |
| N | 58 | 233 |
| O | 43 | 108 |

* (par de torsión mantenido después de la retirada de la carga)/(constitución del par de torsión)

REIVINDICACIONES

1. Una junta roscada para tuberías de acero que comprende una punta (1) y una caja (2), teniendo la punta una rosca macho (11), una superficie de sellado (13), y una superficie sobresaliente (14), teniendo la caja una rosca hembra (21), una superficie de sellado (23) y una superficie sobresaliente (24), estando la rosca macho interengranada con la rosca hembra, interfiriendo la superficie de sellado de la punta radialmente con la superficie de sellado correspondiente de la caja, y estando la superficie sobresaliente de la punta apoyada axialmente con la superficie sobresaliente correspondiente de la caja, en la que (i) la superficie sobresaliente de la punta se proporciona en una cara terminal de la punta, (ii) la superficie de sellado de la punta se localiza sobre un lado terminal de la tubería cerca de la rosca macho, (iii) una parte delantera (15) se proporciona sobre la punta, entre la superficie de sellado y la superficie sobresaliente, no estando en contacto dicha parte delantera con la parte de la caja orientada hacia la parte delantera de la punta, el ahuesado de la superficie delantera es entre 2 y 25 grados y la superficie de sellado (13) de la punta se dispone radialmente hacia dentro, como se mide desde el eje de la punta de (i) la tangente (61) a la cresta de la rosca macho y el ápice de la punta y (ii) la línea de extensión (62) del valle de la rosca macho, **caracterizada** por que hay una discontinuidad de la superficie entre la superficie de sellado y la superficie externa de dicha parte delantera.
2. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizada** por que la parte delantera (15) tiene una superficie externa que es cilíndrica.
3. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** por que la longitud axial de la punta (15) es entre 4 mm y 20 mm para tuberías que tienen un diámetro externo entre 50 y 550 mm.
4. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** por que la junta roscada comprende medios para permitir que una parte de la rosca macho (11), localizada adyacente a la superficie de sellado (13), escape de la conexión con un rosca hembra (21).
5. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizada** por que dichos medios son un surco circunferencial (32) provisto sobre la superficie interna de la caja entre la rosca hembra y la superficie de sellado de la caja.
6. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 5 **caracterizada** por que la longitud axial del surco circunferencial (32) medido entre la rosca hembra y la superficie de sellado en la caja es entre 1,5 y 3,5 pasos de rosca.
7. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** por que la superficie de sellado (13) de la punta se localiza a una distancia respecto a la rosca macho que no es mayor de un paso de rosca.
8. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** por que las roscas macho y hembra son roscas ahuesadas, y la rosca macho posee una parte de rodaje donde la envoltura del valle de la rosca macho tiene un ahuesado reducido comparado con el ahuesado de la rosca.
9. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada** por que dicha envoltura de la raíz de la rosca macho en la parte de rodaje es una superficie cilíndrica.
10. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada** por que las superficies sobresalientes (14, 24) de la punta y la caja son superficies planas perpendiculares al eje de la junta.
11. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada** por que las superficies sobresalientes (14, 24) de la punta y la caja están ahuesadas y forman un ángulo menor de 15 grados con la perpendicular al eje de la junta, de manera que la superficie sobresaliente de la punta se engancha a la de la caja.
12. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** por que la forma de la superficie de sellado de cada una de la punta y la caja se selecciona independientemente entre (i) una superficie ahuesada resultante de la rotación alrededor del eje de la junta de una línea recta inclinada respecto al eje, (ii) una superficie abombada resultante de la rotación alrededor del eje de la junta de una curva y, más particularmente, una superficie tórica si la curva es un arco circular, y (iii) una superficie tórico-cónica resultante de la rotación alrededor del eje de la junta de una línea combinada de dicha línea recta inclinada y dicho arco circular.
13. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada** por que la superficie de sellado (13, 23) de una de la punta y la caja es una superficie ahuesada, mientras que la superficie de sellado de la otra de la punta y la caja es una superficie tórica o una superficie tórico-cónica, estando la superficie de la parte ahuesada de la superficie de sellado tórico-cónica sobre el lado delantero y teniendo sustancialmente el mismo ahuesado que la superficie de sellado ahuesada.

ES 2 349 166 T3

14. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada** por que la superficie interna de la punta cerca de la superficie sobresaliente está achaflanada (16), de manera que el borde interno del saliente de la punta forma un círculo que es concéntrico respecto al eje de la junta.

5 15 Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada** por que la superficie interna de la caja cerca de la superficie sobresaliente está achaflanada (26).

10 16. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizada** por que cada una de la rosca macho (11) y la rosca hembra (21) tiene una forma generalmente trapezoidal que comprende un flanco de carga, un flanco de perforación, un valle de rosca y una cresta de rosca, siendo el ángulo de los flancos de perforación con la normal respecto al eje de junta no menor de 3 grados y no mayor de 36 grados.

15 17. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizada** por que hay contacto entre los flancos de carga, y un hueco axial entre los flancos de perforación de las roscas macho y hembra cuando la junta roscada se constituye no es menor de $10\ \mu\text{m}$ y no es mayor de $150\ \mu\text{m}$.

20 18. Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, **caracterizada** por que la junta roscada para tuberías de acero proporciona adicionalmente una segunda serie de superficies sobresalientes y/o una segunda serie de superficies de sellado en una parte terminal de la caja.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

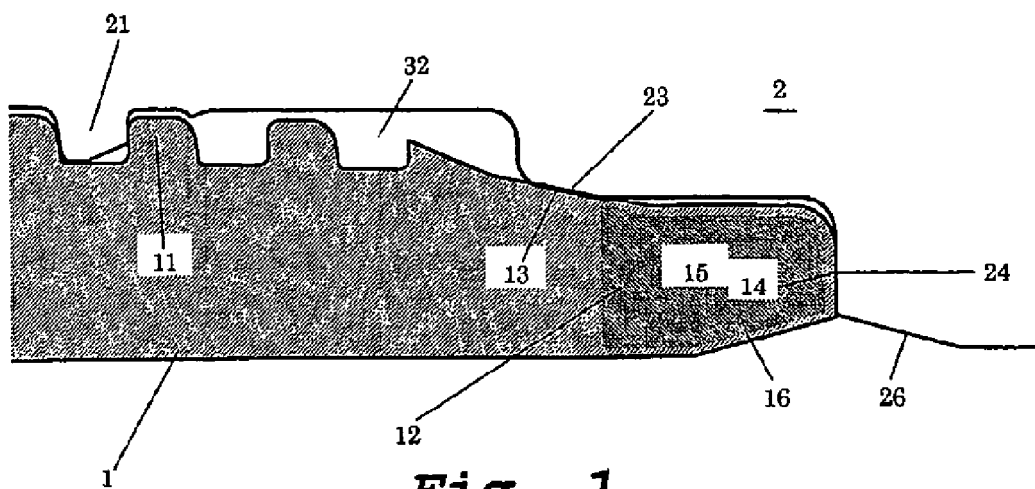


Fig. 1

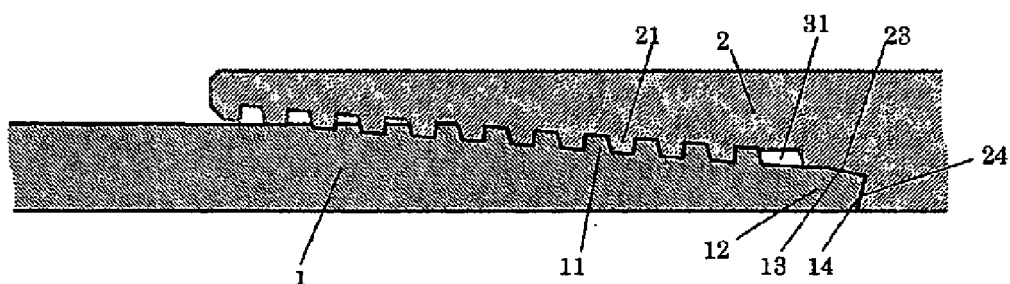


Fig. 2(a)

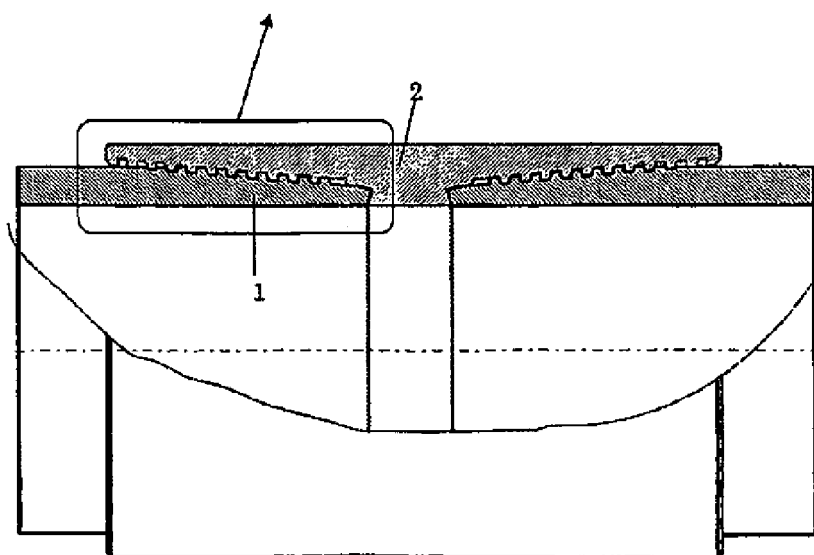


Fig. 2(b)

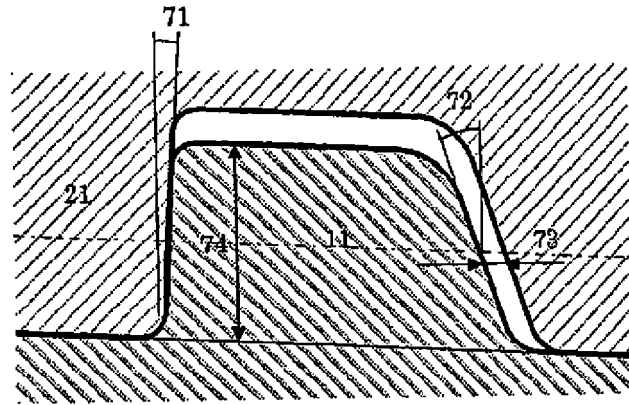


Fig. 3

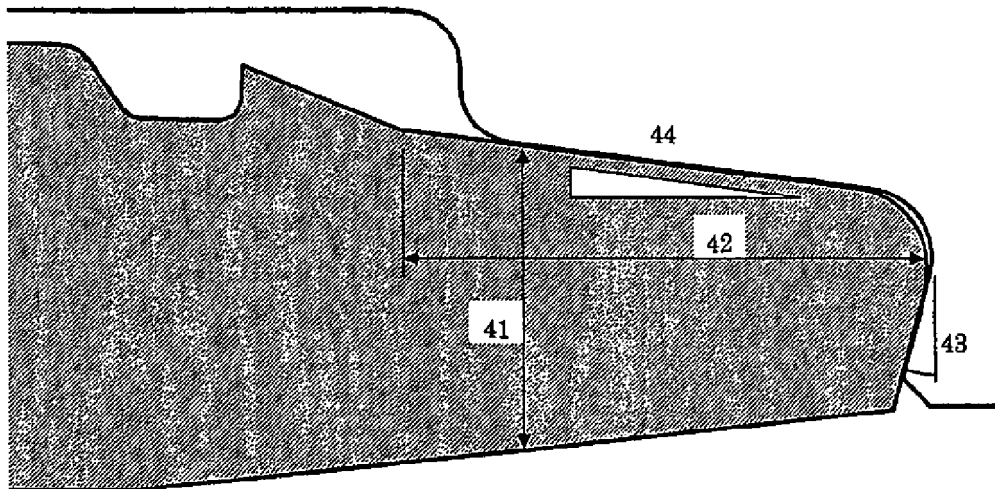


Fig. 4

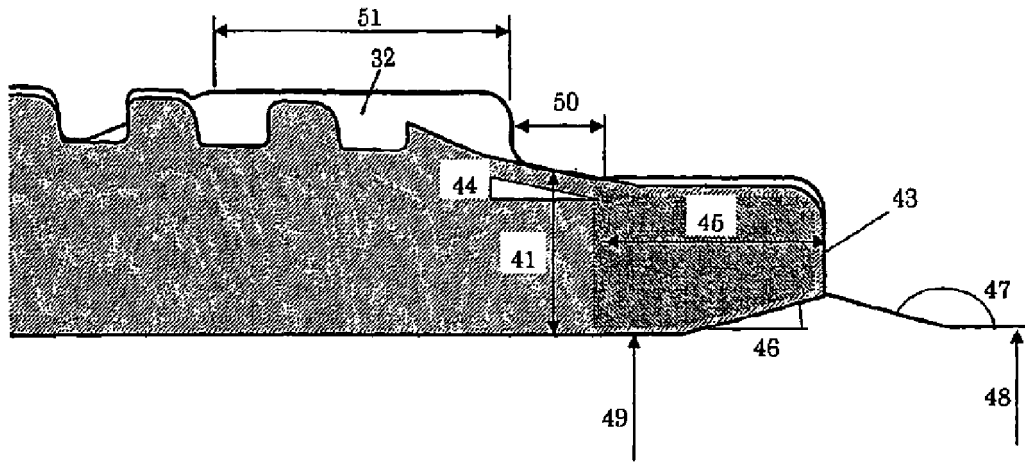


Fig. 5

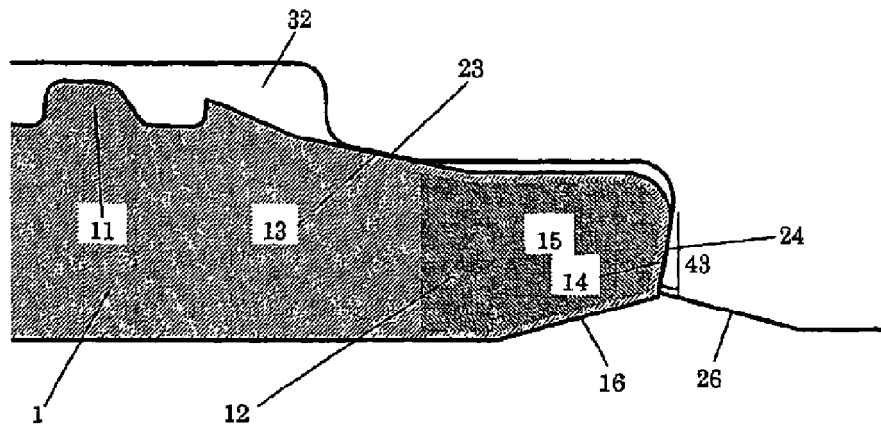


Fig. 6

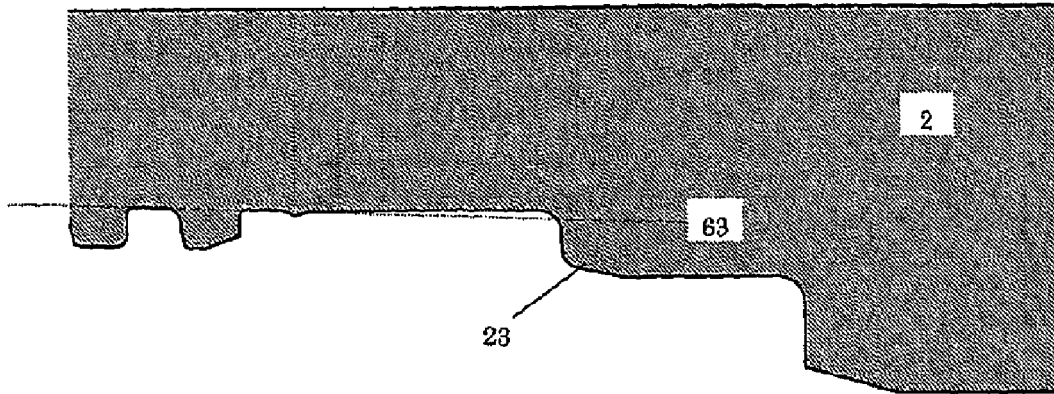


Fig. 7(a)

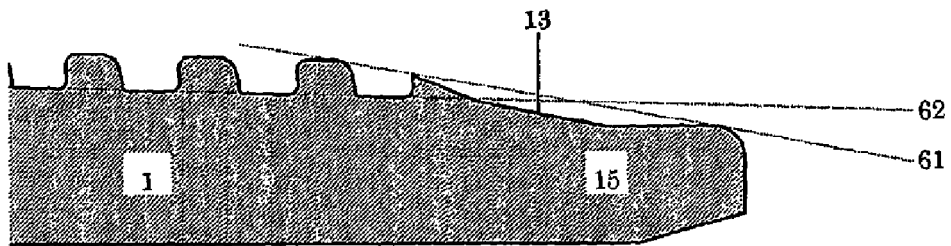


Fig. 7(b)

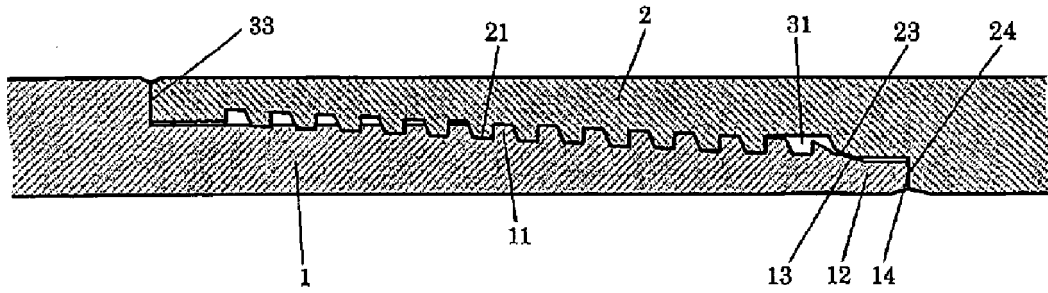


Fig. 8

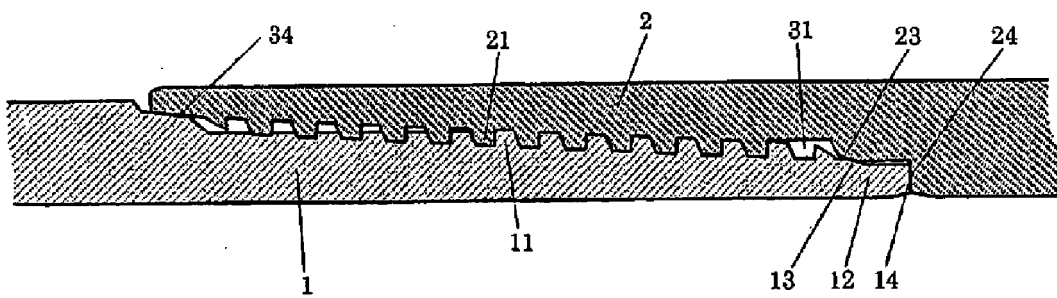


Fig. 9

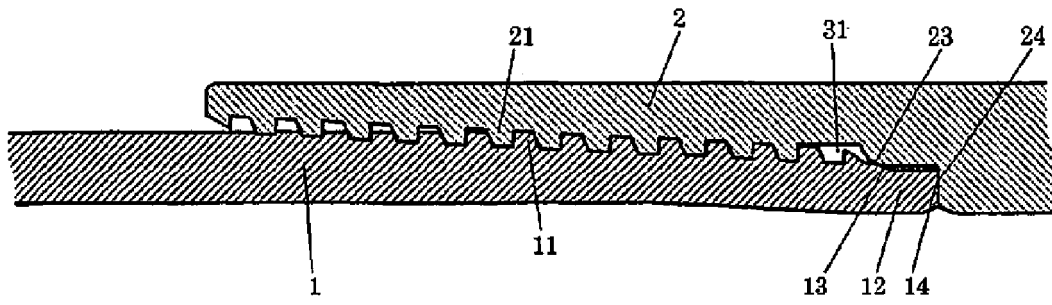


Fig. 10

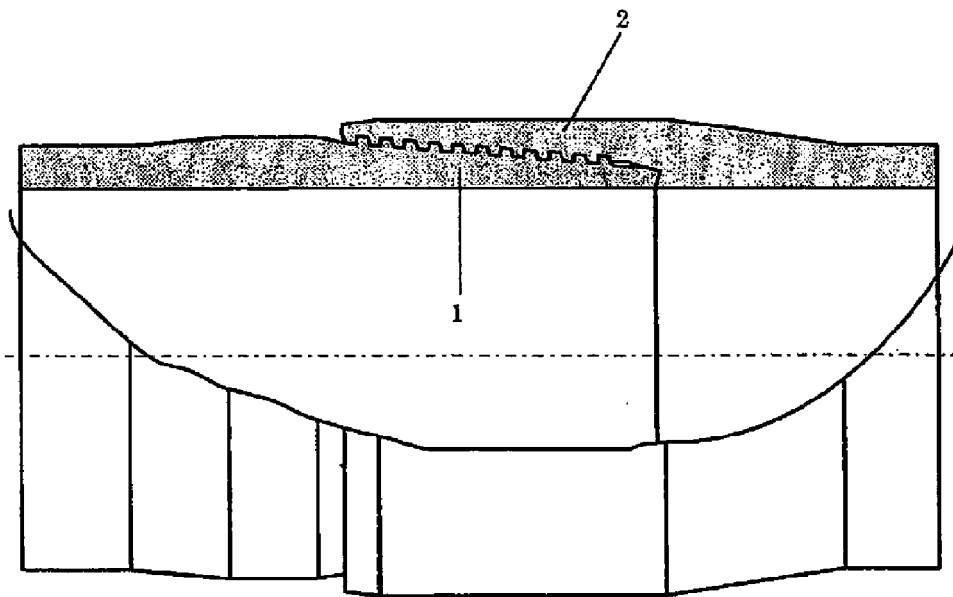


Fig. 11

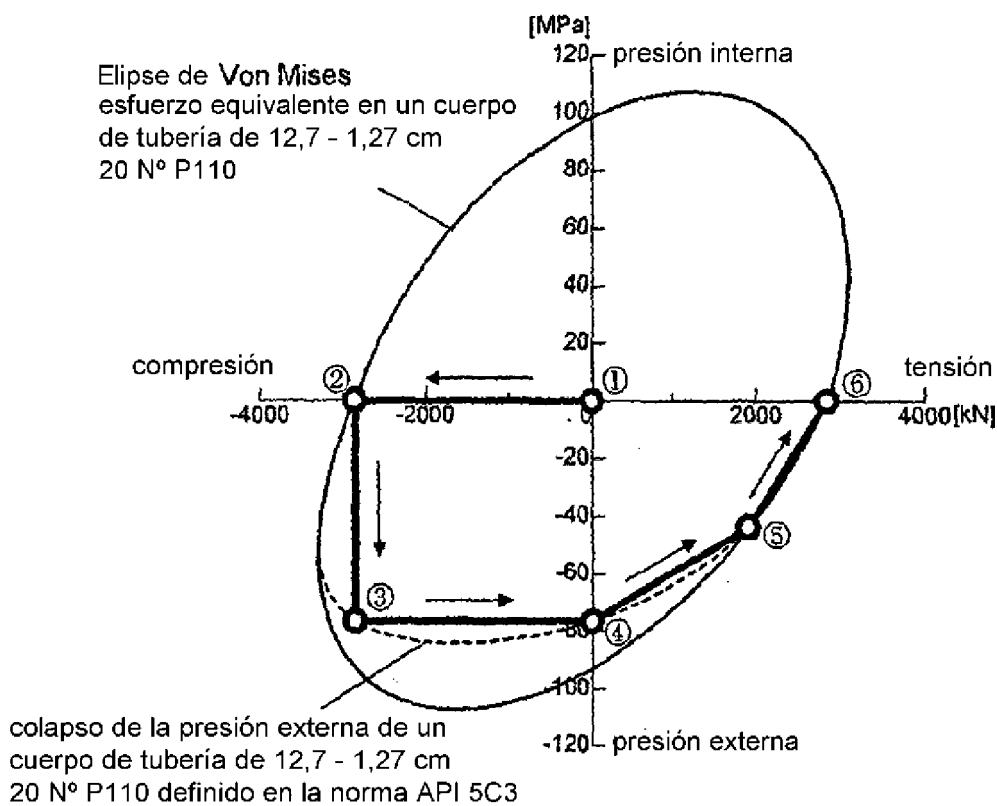


Fig. 12

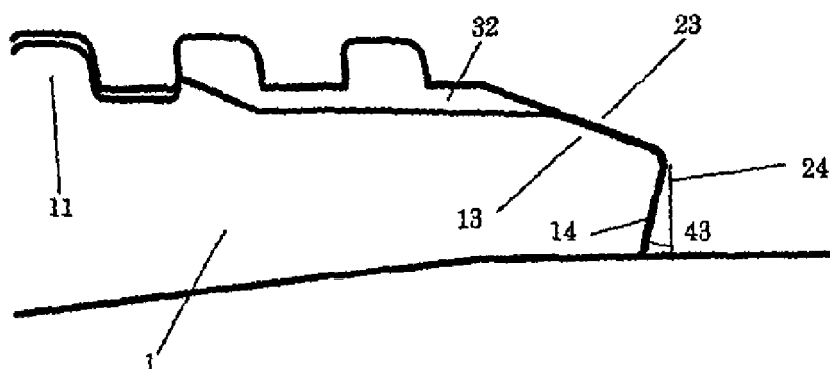


Fig. 13

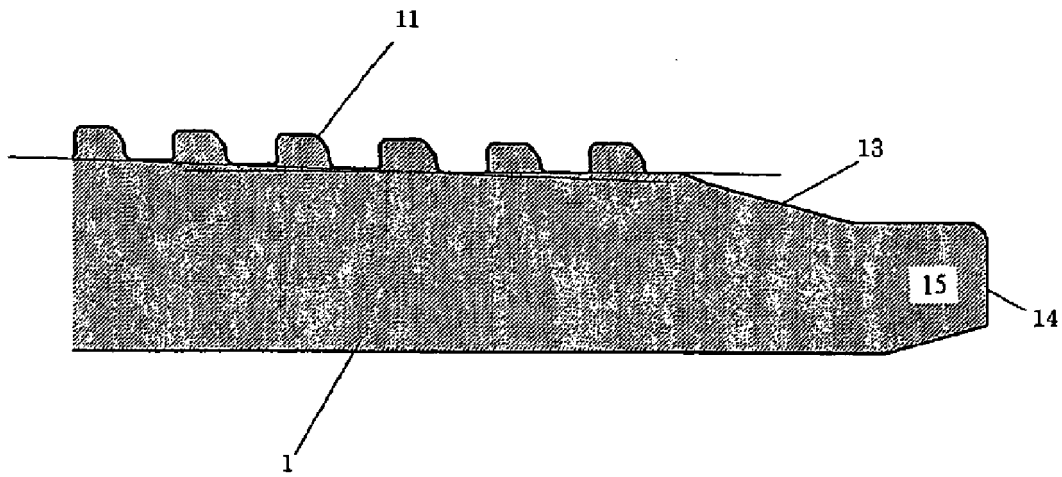


Fig. 14

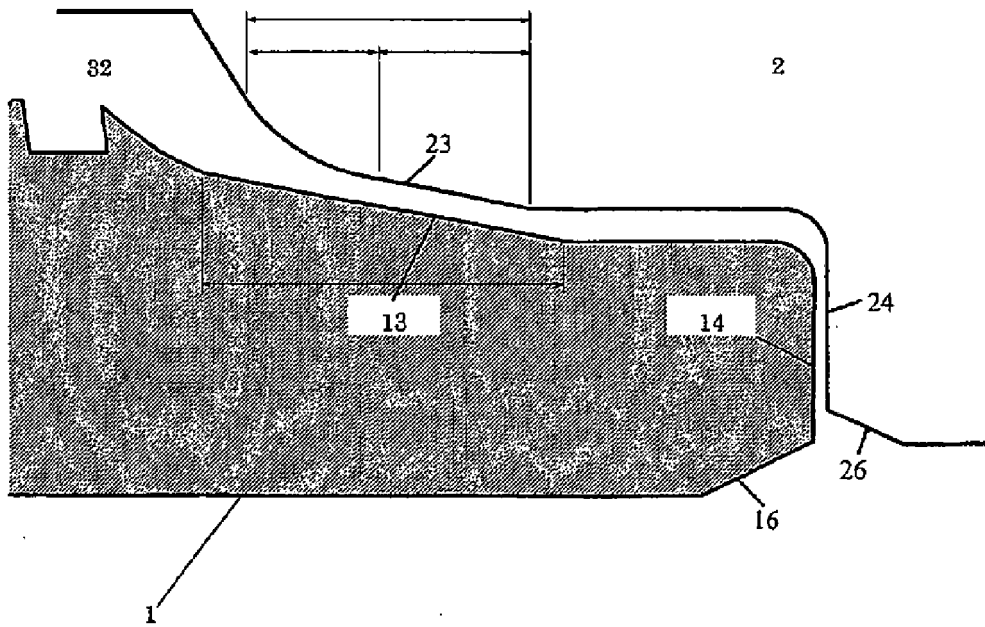


Fig. 15