

UNA CONEXIÓN TUBULAR ROSCADA

La presente invención se refiere a una conexión tubular roscada. Específicamente, la conexión tubular roscada es del tipo en el que se usa un acoplamiento tubular que tiene un miembro hembra en cada extremo para proporcionar una conexión entre los extremos de dos tuberías, cada una de las cuales termina en un miembro macho que se acopla a un miembro hembra respectivo con los extremos terminales de los miembros macho que se apoyan en la configuración compuesta de la conexión tubular roscada. Tales conexiones de tubería son conocidas en el campo de la extracción de gas natural y petróleo.

Con conexiones del tipo en el que dos miembros macho opuestos encajan dentro de un acoplamiento tubular, la elasticidad de los miembros macho produce la compresión axial deseada junto con la expansión radial asociada. Sin embargo, como se expone más adelante, los inventores han reconocido que un problema de este tipo de conexiones es que el miembro macho también puede deformarse radialmente hacia el interior en su extremo terminal. La deformación radial hacia adentro puede constituir una limitación para que una así llamada “deriva” (drift) pase la conexión durante un control de calidad. Esta limitación puede generar costos operativos adicionales. En particular, la deriva (drift) puede atascarse, lo que puede dañar la conexión. En tales casos, es necesario extraer la conexión de la sarta de tuberías y reparar o volver a mecanizar (in situ) el interior de la conexión antes de continuar con las operaciones.

De acuerdo con la invención, se proporciona una conexión tubular roscada que puede reducir o evitar algunos o todos estos problemas.

La conexión roscada comprende un acoplamiento tubular con primera y segunda zonas roscadas hembra formadas en mitades opuestas de su superficie interna, y primera y segunda tuberías.

De preferencia, las superficies de los hombros se encuentran en un plano que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal de los tubos.

La primera y la segunda zona roscada hembra pueden estar formadas en extremos opuestos del acoplamiento, siendo los extremos secciones de los acoplamientos para el acoplamiento con las tuberías. Es decir, pueden extenderse desde o cerca de los extremos del acoplamiento tubular hasta o cerca de la mitad del acoplamiento.

Cada uno de los tubos comprende una zona de rosca macho en su superficie exterior y una superficie de hombro en su extremo terminal para hacer tope con la superficie de hombro de otro tubo. Cada zona roscada macho incluye una rosca macho, preferentemente trapezoidal, que se estrecha radialmente para reducir su diámetro hacia el extremo terminal de la tubería.

Las zonas roscadas macho y hembra pueden estar definidas cada una por la totalidad de una rosca, o pueden ser zonas de una rosca respectiva. Por ejemplo, la rosca que se extiende a través de la zona puede continuar más allá de los extremos de la zona.

Cada zona roscada hembra puede extenderse desde un extremo interior hasta un extremo exterior, en donde cada extremo interior de cada zona roscada es el extremo más cercano al centro del acoplamiento tubular. Cada zona roscada hembra incluye una rosca hembra, preferentemente una rosca trapezoidal, que se estrecha radialmente dentro de la zona roscada hembra desde un diámetro máximo en el extremo exterior de la zona roscada hembra hasta un diámetro mínimo en el extremo

interior de la zona roscada hembra. En cada una de las zonas roscadas hembra, el extremo exterior de la zona roscada hembra está más cerca del extremo del acoplamiento que el extremo interior de la zona roscada hembra. Para cada una de las zonas roscadas hembra, el extremo interior es opuesto al extremo exterior.

5 Como se ha indicado con anterioridad, la forma de rosca preferible tanto para roscas macho como hembra es una rosca trapezoidal. Como se sabe en la técnica, una rosca trapezoidal incluye una raíz, una cresta, un flanco de emboque y un flanco de carga. En el caso de una rosca simple, su raíz, cresta y flancos se extienden helicoidalmente para definir vueltas de la rosca sobre el tubo o dentro del
10 acoplamiento. Sobre el terreno, las vueltas vecinas de una cresta suelen denominarse crestas porque parecen discretas en sección transversal. Sin embargo, las crestas son simplemente secciones espaciadas de una única cresta helicoidal.

 La conexión de tubos roscados está configurada para permitir que las tuberías primera y segunda se acoplen con el acoplamiento en una configuración conectada.
15 En esta configuración conectada, las superficies de los hombros de las tuberías primera y segunda se acoplan y las zonas roscadas de los tubos se acoplan a las zonas roscadas del acoplamiento tubular.

 En cada una de las zonas roscadas hembra primera y segunda, la cresta de una de las roscas macho y hembra interfiere radialmente con la raíz de la otra rosca macho y hembra en una primera porción de la zona roscada hembra. En una segunda
20 porción de la zona roscada hembra hay un espacio libre, no hay interferencia o hay menos interferencia que en la primera porción. En particular, en la segunda parte de la zona roscada hembra puede haber un juego radial, ninguna interferencia radial o menos interferencia radial que en la primera parte. En algunas formas de realización,

no hay interferencia radial en absoluto e incluso puede haber un espacio libre en la segunda parte.

Como es bien sabido por el experto, la interferencia radial se produce cuando el miembro macho tiene un radio mayor que el miembro hembra en el que está encajado en el punto de contacto.

Es decir, en algunos casos:

- la cresta de la rosca macho interfiere radialmente con la raíz de la rosca hembra en la primera porción de la zona roscada hembra en mayor medida que en la segunda porción de la zona roscada hembra; y/o
- la cresta de la rosca hembra interfiere radialmente con la raíz de la rosca macho en la primera porción de la zona roscada hembra en mayor medida que en la segunda porción de la zona roscada hembra.

En algunos casos:

- la cresta de la rosca macho interfiere radialmente con la raíz de la rosca hembra en la primera porción de la zona roscada hembra y la cresta de la rosca macho no interfiere radialmente (por ejemplo, hay un espacio libre) con la raíz de la rosca hembra en la segunda porción de la zona roscada hembra; y/o
- la cresta de la rosca hembra interfiere radialmente con la raíz de la rosca macho en la primera porción de la zona roscada hembra y la cresta de la rosca hembra no interfiere radialmente (por ejemplo, hay un espacio libre) con la raíz de la rosca macho en la segunda porción de la zona roscada hembra.

Preferentemente, hay un espacio libre entre la raíz de una de las roscas macho y hembra y la cresta de la otra rosca macho y hembra en la segunda porción de la zona roscada hembra.

La segunda porción está situada en el extremo interior de la respectiva zona roscada hembra. La longitud axial de la segunda porción de la zona roscada hembra puede ser de al menos 4 vueltas. La longitud axial de la segunda porción de la zona roscada hembra puede ser de al menos 20 mm.

- 5 Al reducir o evitar la interferencia en la segunda porción, que se encuentra en el extremo interior de ambas zonas roscadas hembra, se reduce o evita la interferencia entre las roscas macho y hembra en el centro de la conexión en la región del acople entre los hombros de los dos tubos.

10 Una forma de lograr la reducción (o evitar) la interferencia es reduciendo la altura de la rosca para reducir la fuerza con la que la cresta interfiere radialmente con la raíz opuesta. Por ejemplo, la primera porción puede ser una porción completa en la que la altura de la rosca es constante (es decir, hay una distancia radial fija entre la cresta y la raíz); y la segunda porción puede ser una porción incompleta en la que la altura de la rosca es menor que en la porción completa.

- 15 Los inventores han reconocido que el problema de la deformación hacia el interior de los extremos terminales de los tubos puede reducirse, o evitarse, reduciendo (o evitando) la interferencia de la rosca en esta región.

20 Por ejemplo, en cada una de las zonas roscadas hembra primera y segunda, la cresta de la rosca macho puede interferir radialmente con la raíz de la rosca hembra en la primera porción de la zona roscada hembra en mayor medida que en la segunda porción de la zona roscada hembra. Tanto en la primera como en la segunda porción de cada una de las zonas de rosca hembra primera y segunda, puede haber un espacio libre entre la raíz de la rosca macho y la cresta de la rosca hembra.

- 25 En un ejemplo alternativo, en cada una de la primera y segunda zonas roscadas hembra, la cresta de la rosca hembra puede interferir radialmente con la

raíz de la rosca macho en la primera porción de la zona roscada hembra en mayor medida que en la segunda porción de la zona roscada hembra. Tanto en la primera como en la segunda porción de cada una de las zonas de rosca hembra primera y segunda, puede haber un espacio libre entre la cresta de la rosca macho y la raíz de la rosca hembra.

En formas de realización preferidas, la primera porción es una porción completa en la que la altura de la rosca hembra (la distancia en la dirección radial entre la cresta y la raíz) es constante; y la segunda porción es una porción incompleta en la que la altura de la rosca hembra es menor que en la porción completa. En tales formas de realización, la cresta de la rosca hembra a lo largo de la porción completa de la zona roscada hembra está dispuesta para entrar en contacto con la raíz de la rosca macho de una zona roscada macho.

Un método para la fabricación del acoplamiento tubular para una conexión roscada comprende proporcionar un acoplamiento tubular que tiene una primera y segunda zonas roscadas cónicas con porciones terminales adyacentes, en particular con porciones terminales internas. Cada zona roscada cónica puede extenderse desde un extremo interior a un extremo exterior. El extremo interior de cada zona roscada es el extremo más cercano al centro del acoplamiento tubular. El método comprende además reducir el alto de las roscas de las porciones terminales adyacentes, particularmente la interior de cada una de las primera y segunda zonas roscadas cónicas.

Aunque no es esencial, una manera preferida de formar la porción incompleta es formar la cresta de la rosca hembra para definir una superficie cilíndrica. La superficie cilíndrica se encuentra, por lo tanto, en el extremo interior de cada rosca hembra, es decir, el extremo de la rosca hembra más cercano al centro de la conexión.

En otras palabras, la cresta de la rosca hembra dentro de cada zona roscada hembra puede definir una superficie cilíndrica en el extremo interior de la zona roscada hembra.

De hecho, la superficie cilíndrica puede mecanizarse en una sola operación, ya sea antes o después de cortar las roscas. De este modo, las crestas de las roscas hembra de ambas zonas roscadas hembra pueden definir una superficie cilíndrica común en el extremo interior de la zona roscada hembra.

La conexión de tuberías roscadas descrita con anterioridad, con o sin las características opcionales, implica preferentemente que el acoplamiento tubular y las tuberías se conecten únicamente mediante acoplamiento roscado (por ejemplo, en las zonas roscadas) cuando la conexión está preparada. Por lo tanto, a diferencia de muchas otras conexiones de este tipo, en la configuración preparada, las tuberías primera y segunda no entran en contacto con el acoplamiento tubular entre las zonas roscadas macho de las tuberías primera y segunda. Es decir, en la configuración preparada, las tuberías primera y segunda no entran en contacto con el acoplamiento tubular entre las zonas roscadas macho de las tuberías primera y segunda.

Aunque se consigue cierta estanqueidad mediante el apoyo axial entre los tubos, los inventores se han dado cuenta de que la estanqueidad adicional se consigue preferentemente mediante las roscas. Por consiguiente, el espacio libre máximo entre las roscas acopladas no es superior a 0,18 mm. El espacio libre se mide entre las crestas, raíces y flancos opuestos de las roscas.

El par de apriete requerido por la conexión se consigue mediante el apriete axial de los extremos de los dos tubos opuestos enroscados en el acoplamiento tubular. Como resultado, no es necesario que el acoplamiento tubular incluya una superficie de hombro. En otras palabras, el acoplamiento tubular puede estar libre de

una superficie de hombro. En particular, no es necesario que el acoplamiento tubular incluya una superficie de hombro entre la primera y la segunda zonas roscadas hembra para el apoyo con las tuberías.

5 Ventajosamente, una conexión tubular roscada formada según lo expuesto con anterioridad puede fabricarse más fácilmente que los acoplamientos convencionales de este tipo, ya que no es necesario formar superficies de sellado de gran precisión (a menudo denominadas sellado metal-metal) o superficies de apoyo en el acoplamiento tubular. La presencia de superficies de sellado en las tuberías y el acoplamiento tubular ocuparía extensiones radiales y axiales significativas de la
10 tubería y el acoplamiento tubular.

Por consiguiente, la ausencia de dicha junta específica puede permitir una mayor extensión radial de las roscas o, a la inversa, una reducción del grosor del acoplamiento tubular y de los tubos. Del mismo modo, la ausencia de dicha junta específica puede permitir que se utilice una mayor proporción de la dimensión radial
15 de los tubos como hombros, proporcionando así una capacidad adicional de par de apriete.

En sentido axial, la ausencia de junta puede permitir que el acoplamiento tubular sea más corto, o que las roscas ocupen una mayor proporción del acoplamiento tubular.

20 Al prever la reducción de la altura de las roscas hembra hacia los extremos interiores de las mismas, preferentemente mediante la formación de las crestas en la región media del acoplamiento tubular de modo que definan colectivamente una superficie cilíndrica, las roscas hembra ocupan menos espacio, en particular en la dirección radial, alrededor del lugar de tope de las tuberías primera y segunda, de
25 modo que hay más espacio para las tuberías primera y segunda.

Como se ha mencionado con anterioridad, las roscas son cónicas. Es decir, cada una de las roscas hembra se estrecha dentro de la zona roscada hembra respectiva en un primer ángulo con respecto al eje longitudinal del acoplamiento tubular, y cada rosca macho se estrecha radialmente dentro de la zona roscada macho en un segundo ángulo con respecto al eje longitudinal de la tubería respectivo. La reducción de la altura de las roscas hembra, puede acomodar el uso de conicidades de rosca convergentes.

En consecuencia, en las formas de realización preferidas, el primer ángulo es mayor que el segundo ángulo. Dado que el primer ángulo es mayor que el segundo, las roscas convergen hacia el extremo terminal del miembro macho respectivo. En tales formas de realización, las tensiones de aro en el acoplamiento tubular en los extremos más externos de las zonas roscadas hembra (es decir, hacia los extremos terminales del acoplamiento tubular) pueden reducirse en comparación con las conicidades de roscas macho y hembra paralelas. Esto es especialmente importante en algunas aplicaciones, ya que los hidrocarburos del entorno pueden hacer que los extremos del acoplamiento tubular se vuelvan quebradizos. Como el primer ángulo es mayor que el segundo, las tensiones de aro en los extremos de las zonas roscadas hembra pueden mantenerse relativamente pequeñas. Como tal, la conexión puede ser menos susceptible a las grietas en el material del acoplamiento en los extremos más externos del acoplamiento tubular como resultado de altas tensiones de aro. Además, las roscas incompletas pueden ser más propensas al gripado que las roscas completas, debido a sus flancos más pequeños y esquinas más agudas; al reducir o eliminar la interferencia radial, estos problemas de gripado pueden disminuirse o evitarse.

El uso de conos convergentes permite reducir la conicidad de la rosca macho (el segundo ángulo). Esto, a su vez, reduce la extensión radial de la zona roscada macho, lo que, por lo tanto, permite que los hombros del extremo de la tubería tengan una mayor dimensión radial (al igual que en ausencia de junta). Por lo tanto, dichos
5 hombros pueden soportar un par de torsión mayor y, por lo tanto, desviarse menos bajo compresión.

En algunas aplicaciones, es importante para la velocidad y la precisión mejorar la capacidad de centrado de la conexión. También para mejorar el centrado, el borde radialmente exterior del hombro en los extremos de los tubos puede estar biselado.
10 Opcionalmente, se puede proporcionar un bisel en las roscas macho y/o hembra donde la cresta se encuentra con el flanco de emboque.

Las roscas macho y hembra pueden comprender cada una de ellas una cresta, una raíz, un flanco de emboque y un flanco de carga. Aunque pueden utilizarse diversas formas de rosca trapezoidal para la conexión descrita con anterioridad, se
15 prefiere una rosca de tipo contrafuerte. En el momento de la puesta a punto, cuando las superficies de los hombros de los tubos hacen tope, los flancos de carga de las roscas macho y hembra entran en contacto, la cresta de una primera de las roscas entra en contacto con la raíz de la segunda de las roscas, con un espacio libre entre la raíz de la primera rosca y la cresta de la segunda rosca, y un espacio libre entre los
20 flancos de emboque.

Para una mejor comprensión de la invención, y para mostrar cómo la misma puede ponerse en práctica, se hará referencia ahora, a título de ejemplo únicamente, a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 muestra una media sección transversal de un acoplamiento tubular que forma parte de una primera forma de realización de una conexión tubular roscada de acuerdo con la invención;

la Figura 2 muestra una media sección transversal de un primer tubo que forma parte de la primera forma de realización de una conexión roscada de tubería de acuerdo con la invención;

la Figura 3a muestra el efecto del par de torsión sobre la deflexión de los extremos de los tubos en un ejemplo comparativo de la técnica anterior;

la Figura 3b muestra el efecto de la torsión sobre la deflexión de los extremos de los tubos en la primera forma de realización de la presente invención; y

la Figura 4 muestra una sección transversal de una forma de rosca preferida para su uso con la primera forma de realización.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, una primera forma de realización de la invención es una primera conexión tubular roscada que comprende un acoplamiento tubular 100 y una primera y segunda tuberías 200. La segunda tubería 200 es idéntica a la primera. La segunda tubería 200 es idéntica a la primera tubería 200.

El acoplamiento tubular 100 se muestra en la Figura 1. El acoplamiento tubular 100 es un cuerpo generalmente tubular con una superficie interna 101. En una mitad de la superficie interna 101 se forma una primera zona roscada hembra 110a y en la mitad opuesta de la superficie interna 101 se forma una segunda zona roscada hembra 110b. Las zonas roscadas hembra 110a, 110b se extienden cada una desde un extremo interior 115a, 115b hasta un extremo exterior 116a, 116b. El extremo interior 115a, 115b de cada zona roscada 110a, 110b es el más próximo al centro del acoplamiento tubular 100. El extremo exterior 116a, 116b es el más próximo al centro del acoplamiento tubular 100. El extremo exterior 116a, 116b de cada zona roscada

110a, 110b es el más próximo al extremo del acoplamiento tubular 100 más cercano a dicha zona. La primera y la segunda zonas roscadas hembra 110a, 110b pueden ser zonas a lo largo de respectivas roscas hembra separadas.

El centro del acoplamiento tubular 100 puede estar en, o aproximadamente en, el punto medio del acoplamiento tubular en la dirección axial. El centro del acoplamiento tubular 100 puede estar ubicado entre las zonas roscadas hembra 110a, 110b. El centro del acoplamiento tubular 100 puede estar en una ubicación axial a lo largo del eje longitudinal del acoplamiento.

Como puede observarse en la Figura 2, la rosca macho puede incluir una excentricidad macho 270 además o como parte de la zona roscada macho 210. Opcionalmente, la rosca hembra puede incluir una ranura. Las excentricidades pueden formar parte de las zonas roscadas, o estar fuera de las zonas roscadas.

Cada zona roscada hembra 110a, 110b incluye una rosca hembra trapezoidal (descrita con más detalle a continuación) que se estrecha radialmente dentro de la zona roscada hembra desde un diámetro máximo en el extremo exterior 116a, 116b de la zona roscada hembra 110a.

Como puede verse en la Figura 1, el acoplamiento tubular 100 no comprende una superficie de hombro entre la primera y la segunda zonas roscadas hembra (es decir, está libre de superficies de hombro). De hecho, se prefiere que, como se muestra, el acoplamiento tubular 100 no incluya ninguna superficie de hombro dispuesta para hacer tope con uno de las tuberías 200 (es decir, está libre de superficies de hombro dispuestas para hacer tope con uno de las tuberías 200).

Además, el acoplamiento tubular 100 no comprende ninguna superficie distinta de la de la rosca diseñada para sellar por interferencia con superficies de las tuberías 200 (es decir, no tiene ninguna superficie distinta de la de la rosca diseñada para

sellar por interferencia con superficies de las tuberías 200). Es decir, no hay ninguna superficie de sellado cónica o abovedada convencional en el acoplamiento tubular 100 diseñada para deslizarse axialmente sobre una superficie cónica o abovedada correspondiente en la tubería 200.

5 De hecho, es muy preferible que, cuando las tuberías 200 se enrosquen en el acoplamiento tubular 100 en la configuración acoplada, las tuberías primera y segunda 200 sólo entren en contacto con el acoplamiento tubular 100 mediante el acoplamiento de las roscas (incluidas las roscas de las zonas roscadas).

En la Figura 2, se muestra una de las tuberías primera y segunda 200. Como
10 ya se ha mencionado, la segunda tubería 200 es idéntica a la primera, por lo que la Figura podría corresponder a cualquiera de las dos.

La tubería 200 incluye una zona roscada macho 210 en su superficie externa. La zona roscada macho 210 incluye una rosca macho trapezoidal que se estrecha radialmente para reducir su diámetro hacia el extremo terminal de la tubería 200.

15 Toda la zona roscada macho 210 de la primera tubería está dispuesta para acoplar toda la primera zona roscada hembra 110a. Del mismo modo, toda la zona roscada macho 210 de la segunda tubería 200 está dispuesta para acoplar toda la segunda zona roscada hembra 110b.

Como se ha mencionado con anterioridad, se prefiere que las roscas macho y
20 hembra de las zonas roscadas 110a, 110b, 200 tengan formas de rosca trapezoidales. En la Figura 4, se muestra la forma de rosca preferida para la primera forma de realización. Las roscas hembra comprenden una cresta 154, una raíz 151, un flanco de emboque 153 y un flanco de carga 152. Las roscas macho comprenden una cresta 254, una raíz 251, un flanco de emboque 253 y un flanco de carga 252.

Las roscas macho y hembra tienen preferentemente una anchura axial constante 403, 404 (es decir, la distancia entre el flanco de emboque 153, 253 y el flanco de carga 152, 252).

Las roscas macho y hembra tienen preferentemente un paso de 5 vueltas por pulgada como máximo.

En la configuración acoplada (y sin estar sometidas a cargas externas), cuando las roscas están acopladas, los flancos de carga 152, 252 de las roscas macho y hembra entran en contacto, las crestas 154 de las roscas hembra entran en contacto con las raíces 251 de la rosca macho, existe un espacio libre entre las raíces 151 de las roscas hembra y las crestas 254 de las roscas macho, y existe un espacio libre entre los flancos de emboque 153, 253 de las roscas macho y hembra.

En la primera forma de realización, las crestas 154, 254 y las raíces 151, 251 de las roscas son paralelas al eje longitudinal del miembro respectivo (las tuberías 200 o el acoplamiento tubular 100). Esto puede ayudar en el proceso de centrado.

Con referencia a la Figura 4, una rosca tiene una altura de rosca 401, 402. La altura de rosca 401, 402 es la misma que la extensión radial del flanco de carga 152, 252 (es decir, la distancia en una dirección perpendicular al eje longitudinal del miembro, ya sea acoplamiento tubular o tubería).

En el caso mostrado en la Figura 4, en el que las crestas 154, 254 y las raíces 151, 251 son paralelas al eje longitudinal, esto equivale a la diferencia de radio entre la cresta 154, 254 y la raíz 151, 251 que está separada por el flanco de carga vecino 152, 252 (a diferencia de la raíz que está separada por el flanco de emboque vecino 153, 253).

Preferentemente, las roscas macho tienen una altura de rosca no superior a 2 mm. También es preferible que las roscas hembra tengan una altura no superior a 2

mm. Más preferentemente, las roscas macho y hembra tienen una altura de rosca de 0,7 mm a 1,6 mm.

Opcionalmente, para ayudar a la operación de centrado, se proporciona un bisel en las roscas macho y/o hembra donde la cresta 154, 254 se encuentra con el flanco de emboque 153, 253.

Como es conocido en la técnica, una línea de paso nocional 155, 255 puede extenderse a través de la rosca a una altura arbitraria (pero constante para cada vuelta). Por ejemplo, una línea de paso 155, 255 puede extenderse a través del punto medio del flanco de carga de cada vuelta subsiguiente de la rosca. La conicidad de una rosca es el ángulo de dicha línea de paso 155, 255 con respecto al eje longitudinal del miembro respectivo (tubería 200, o acoplamiento tubular 100). La conicidad se define de manera convencional. Sin embargo, para evitar dudas, una conicidad pequeña significa que la línea de paso 155, 255 es casi paralela al eje longitudinal (aproximándose a una superficie cilíndrica), mientras que una conicidad mayor sería más acampanada.

En la primera forma de realización, las zonas roscadas macho y hembra tienen preferentemente conicidades diferentes. La zona roscada hembra 110a, 110b tiene un primer ángulo de conicidad. La zona roscada macho 210a, 210b de cada tubería 200 tiene un segundo ángulo de conicidad. El primer ángulo es mayor que el segundo.

Como resultado de esta diferencia de ángulos, las roscas de la primera zona roscada 110a del acoplamiento tubular 100 y las roscas de la zona roscada 210 de la primera tubería 200 tenderán a converger hacia el extremo terminal de la primera tubería.

Del mismo modo, las roscas de la segunda zona roscada 110b del acoplamiento tubular 100 y las roscas de la zona roscada 210 de la segunda tubería 200 tenderán a converger hacia el extremo terminal de la segunda tubería 200.

La referencia al extremo terminal en la discusión anterior, por supuesto, significa el extremo terminal de la tubería 100 en la región del acoplamiento (el que se inserta en el acoplamiento tubular, en oposición al extremo lejano de la tubería que no se muestra en las Figuras).

El tubo 200 incluye una superficie de hombro 230 en su extremo terminal. La superficie del hombro 230 está dispuesta para hacer tope con la superficie del hombro 230 de otro tubo 200.

La superficie del hombro 230 está dispuesta para hacer tope con la superficie del hombro 230 de otra tubería 200. La superficie del hombro 230 se encuentra preferentemente en un plano que se extiende perpendicularmente al eje longitudinal de la tubería 200.

Preferentemente, la tubería 200 incluye una porción de nariz no roscada 220 que va desde la zona roscada macho 210 hasta la superficie de hombro 230.

Es preferible que el hombro 230 (y, por lo tanto, la nariz 220) tenga un grosor radial de al menos el 40% del grosor nominal de la pared del cuerpo de la tubería. Esto puede ayudar a resistir la compresión axial del extremo de la tubería.

Opcionalmente, el borde radialmente exterior de la superficie de hombro 230 en los extremos de las tuberías 200 incluye un bisel 232. El biselado del borde radial exterior de la superficie del hombro 230 en los extremos de las tuberías 200 puede ayudar a introducir el tubo 200 en el acoplamiento tubular 100.

En la primera forma de realización, dos tuberías 200 pueden enroscarse en un acoplamiento tubular 100 para proporcionar una conexión tubular roscada en una

configuración inventada en la que los hombros 230 de la primera y segunda tuberías 200 se apoyan.

En la configuración acoplada, toda la zona roscada macho 210 de la primera tubería 200 acopla con toda la primera zona roscada hembra 110a y toda la zona roscada macho 210 de la segunda tubería 200 acopla con toda la segunda zona roscada hembra 110b.

En la configuración acoplada, las zonas roscadas macho y hembra 110a, 110b, 210 acoplan de manera que se consigue una interferencia radial. Por lo tanto, existe una fuerza radial entre los acoplamientos tubulares 100 y las tuberías 200. En la configuración acoplada, los hombros 230 de las tuberías primera y segunda encajan para lograr una interferencia axial. Los extremos terminales de las tuberías 200 (las narices de los tubos 220 en esta forma de realización) se comprimen axialmente.

Los inventores han descubierto que cuando las tuberías 200 están sometidas a tales tensiones, el extremo terminal de las tuberías 200 puede deformarse radialmente hacia el interior. Esto se muestra en la Figura 3a, que corresponde a una conexión similar a esta primera forma de realización pero sin una reducción de la interferencia en las segundas porciones 114a, 114b de las zonas roscadas hembra 110a, 110b (descritas a continuación). Como puede observarse en la Figura 3a, a medida que aumenta ITS (como se representa por cada línea subsiguiente del gráfico en la dirección de la flecha 300), se reduce el diámetro interno del tope entre los dos hombros 230. Por consiguiente, la Figura muestra la deformación de las narices tubulares 220 radialmente hacia el interior. Como apreciará el experto, ITS es la interferencia axial entre las superficies de los hombros 203 como resultado del par aplicado. El ITS se correlaciona directamente con el par aplicado, comenzando con

ITS=0, que corresponde al par necesario para que las superficies de los hombros hagan contacto inicialmente.

Los inventores han encontrado una solución a este problema reduciendo o eliminando la interferencia entre las zonas roscadas macho y hembra 110a, 110b, 210 alrededor de la ubicación del tope 230 de la tubería.

La primera zona roscada hembra 110a está dividida teóricamente en una primera porción 112a y una segunda porción 114a, con la segunda porción 114a situada en el extremo interior 115a de la primera zona roscada hembra 110a. Del mismo modo, la segunda zona roscada hembra 110b está dividida teóricamente en una primera porción 112b y una segunda porción 114b, con la segunda porción 114b situada en el extremo interior 115b de la segunda zona roscada hembra 110b.

En la primera forma de realización, las roscas hembra en cada una de las zonas roscadas hembra 110a, 110b se reducen en altura en las segundas porciones 114a, 114b en comparación con la altura de la rosca en las primeras porciones 112a, 112b. Es decir, las primeras porciones 112a, 112b pueden ser porciones “completas”, y las segundas porciones 114a, 114b pueden ser porciones “incompletas”. Como resultado, la interferencia entre las crestas 154 de las roscas hembra y las raíces 251 de las roscas macho es mayor en la primera porción 112a, 112b que en la segunda porción 114a, 114b. De hecho, en algunas formas de realización, no hay interferencia radial en absoluto e incluso puede haber un espacio libre en la segunda porción 114a, 114b.

Las roscas macho en las zonas roscadas macho 210a, 210b preferentemente tienen una altura constante en todas partes, de modo que la altura de la rosca macho donde acopla una primera porción 112a, 112b es la misma que la altura de la rosca macho donde acopla una segunda porción 114a, 114b.

Además, es preferible que no haya interferencia entre las crestas 154 de las roscas hembra y las raíces 251 de las roscas macho en las segundas porciones 114a, 114b. Más preferentemente, hay un espacio libre entre las crestas 154 de las roscas hembra y las raíces 251 de las roscas macho en las segundas porciones 114a, 114b.

5 Como resultado, las tensiones de aro en el acoplamiento tubular 100 no se transfieren en el mismo grado a través de las segundas porciones 114a, 114b a las tuberías 200 que a través de las primeras porciones 112a, 112b. Con referencia a la Figura 3b, esto puede tener un impacto significativo en la cantidad de deformación de las narices tubulares 220 en la configuración acoplada. Como puede verse en la
10 Figura 3b, a medida que aumenta el par de apriete (cada línea subsiguiente del gráfico en la dirección de la flecha 300), el diámetro interior en los dos hombros 230 se reduce en una cantidad mucho menor que en la Figura 3a.

Para facilitar la fabricación, la cresta 154 de la rosca hembra dentro de cada zona roscada hembra 110a, 110b puede definir una superficie cilíndrica en el extremo
15 interior 115a, 115b de la zona roscada hembra 110a, 110b.

Como se ha mencionado con anterioridad, el acoplamiento tubular 100 preferentemente no comprende ninguna superficie distinta de la de la rosca para sellar con las tuberías 200. En tales formas de realización preferibles, el espacio libre entre las zonas roscadas macho y hembra se mantiene preferentemente pequeño para
20 permitir que el sellado de la rosca sea efectivo. Como se ha comentado, el espacio libre entre las roscas acopladas existe entre las raíces 151 de las roscas hembra y las crestas 254 de las roscas macho, y entre los flancos de emboque 153, 253 de las roscas macho y hembra. Preferentemente, la separación no es superior a 0,18 mm entre la primera porción 112a, 112b de cada zona roscada hembra 110a, 110b y la
25 porción correspondiente de la zona roscada macho 210 acoplada con ella.

Es preferible que la conexión se utilice con un lubricante como la grasa para rellenar el espacio libre durante el acoplamiento.

Un método preferido de fabricación de una forma de realización de la conexión tubular roscada de la primera forma de realización implica formar el acoplamiento tubular: proporcionando un cuerpo tubular que tiene una superficie interna 101; cortando una o más roscas en la superficie interna para proporcionar zonas roscadas cónicas primera y segunda 110a, 110b; y formando un corte cilíndrico dentro del cuerpo tubular para reducir la altura de la rosca de una porción extrema de cada una de las zonas roscadas cónicas primera y segunda 110a, 110b, siendo dicha porción extrema el extremo de cada zona roscada hembra 110a, 110b más cercana al centro (en un sentido axial) del acoplamiento tubular 100. Las porciones extremas están en los extremos axiales adyacentes de las zonas roscadas hembra de la primera forma de realización. Las porciones extremas se encuentran en los extremos axiales adyacentes de las zonas roscadas hembra.

15 Cuando se forman de esta manera, las crestas 154 de la rosca hembra dentro de cada zona roscada hembra 110a, 110b definen colectivamente una superficie cilíndrica común en el extremo interior 115a, 115b de la zona roscada hembra 110a, 110b.

Como se apreciará, la primera forma de realización descrita con anterioridad tiene zonas roscadas que proporcionan una interferencia reducida en el centro de la conexión, a fin de reducir la deformación de los extremos de la tubería bajo el par de apriete. En la primera forma de realización, la cresta hembra 154 se acopla a la raíz macho 251 y existe un espacio libre entre la raíz hembra 151 y la cresta macho 254. Como resultado de esta configuración, la interferencia reducida se consigue reduciendo la altura de la rosca hembra (por ejemplo, en la cresta 154). De hecho, la

invención no se limita a una conexión en la que la cresta hembra 154 acopla con la raíz macho 251 y existe un espacio libre entre la raíz hembra 151 y la cresta macho 254. En una segunda forma de realización, la cresta macho 254 se acopla a la raíz hembra 151 y existe un espacio libre entre la raíz macho 251 y la cresta hembra 154.

5 En esta configuración de la segunda forma de realización, se consigue la misma interferencia reducida en el centro de la conexión. Sin embargo, es la rosca macho la que se reduce en altura en el centro de la conexión (véase la cresta 254). Aparte de esta distinción, las características restantes son las mismas que en la primera forma de realización.

10 Es decir, una segunda forma de realización de una conexión tubular roscada de acuerdo con la invención comprende: un acoplamiento tubular 100 con primera y segunda zonas roscadas hembra 110a, 110b formadas en mitades opuestas de su superficie interna; y primera y segunda tuberías 200, cada una de las cuales comprende una zona roscada macho 210 en su superficie externa y una superficie de
15 hombro 230 en su extremo terminal para hacer tope con la superficie de hombro 230 de otra tubería 200.

Cada zona roscada hembra 110a, 110b incluye una rosca hembra trapezoidal que se estrecha radialmente dentro de la zona roscada hembra 110a, 110b desde un diámetro máximo en el extremo exterior 116a, 116b de la zona roscada hembra 110a,
20 110b.

Cada zona roscada macho 210 incluye una rosca macho trapezoidal que se estrecha radialmente para reducir su diámetro hacia el extremo terminal de la tubería 230.

La conexión tubular roscada está configurada para permitir que la primera y la
25 segunda tubería 200 se acoplen con el acoplamiento tubular 100 en una configuración

compuesta en la que: los hombros 230 de la primera y la segunda tubería 200 se apoyan; toda la zona roscada macho 210 de la primera tubería 200 se acopla a toda la primera zona roscada hembra 110a; y toda la zona roscada macho 210 de la segunda tubería 200 se acopla a toda la segunda zona roscada hembra 110b.