

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 799**

51 Int. Cl.:

B21C 9/00	(2006.01) C22C 38/58	(2006.01)
C10M 131/04	(2006.01) C10N 10/04	(2006.01)
C10M 131/12	(2006.01) C10N 10/10	(2006.01)
C10M 135/04	(2006.01) C10N 10/12	(2006.01)
C10M 135/06	(2006.01) C10N 20/00	(2006.01)
C10M 135/20	(2006.01) C10N 20/02	(2006.01)
C10M 159/24	(2006.01) C10N 30/00	(2006.01)
C10M 171/02	(2006.01) C10N 30/06	(2006.01)
C22C 19/05	(2006.01) C10N 40/24	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2011** **PCT/JP2011/003199**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011** **WO11158464**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2011** **E 11795372 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 2583763**

54 Título: **Método de estirado de un tubo metálico y método de producción de un tubo metálico usando el mismo**

30 Prioridad:

15.06.2010 JP 2010135686

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.12.2018

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**TOYODA, MASATOSHI y
MATSUMOTO, KEISHI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 694 799 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de estirado de un tubo metálico y método de producción de un tubo metálico usando el mismo

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un método de estirado de un tubo metálico, estirando un tubo madre que es un material que se va a trabajar con las superficies interna y externa del mismo lubricadas forzosamente, y un método de producción de un tubo metálico usando este método de estirado. Más específicamente, la presente invención se refiere a un método de estirado de un tubo metálico que puede suprimir el gripado (adherencia) y las vibraciones/claqueteo (vibración autoexcitada) que podrían aparecer cuando se somete un tubo madre a estiramiento y un método de producción de un tubo metálico usando este método de estirado.

A menos que se especifique de otra manera, la definición de una expresión usada en la presente memoria descriptiva es la siguiente: "Coeficiente de presión viscosidad": Un coeficiente usado en la siguiente Fórmula (1) para calcular la viscosidad de alta presión, que es una viscosidad cinemática bajo alta presión, a partir de una viscosidad a presión normal, que es una viscosidad cinemática a presión normal, y la presión pertinente a la viscosidad de alta presión:

$$\eta = \eta_0 \exp(\alpha P) \dots (1)$$

en la que η es una viscosidad a alta presión a 40° C (mm^2/s), η_0 es una viscosidad a presión normal a 40° C (mm^2/s), α es el coeficiente de presión viscosidad (GPa^{-1}), y P es la presión pertinente a la viscosidad de alta presión η (GPa).

ANTECEDENTES

En el estirado en frío de un tubo metálico, el tratamiento de lubricación se realiza con el fin de reducir la fricción que se produce debido al contacto de un tubo madre, que es el material que se va a trabajar, con herramientas tales como una matriz y un tapón evitando así la aparición de gripado y vibraciones/claqueteo. En general, en el tratamiento de lubricación, se usa un método que involucra la formación de películas de lubricación para tratamiento químico sobre las superficies interna y externa de un tubo madre. Sin embargo, al obtener un tubo de longitud mayor y menor diámetro por estiramiento, el tubo madre es generalmente lo suficientemente largo y por ende al formar películas de lubricación para tratamiento químico en el tubo madre, debe prestarse atención para aplicar suficientemente un tratamiento químico al tubo madre para cubrir por completo la superficie interna del tubo madre. Por esta razón, el tratamiento requiere un gran número de horas hombre y agentes químicos que se usan y son relativamente costosos, resultando en un aumento en el coste operativo.

Un tubo metálico hecho de una alta aleación a base de Ni se usa mucho como tubo de transferencia de calor en el generador de vapor de una planta de energía nuclear. En un tubo madre hecho de una alta aleación a base de Ni, es difícil formar películas de lubricación para tratamiento químico sobre las superficies del tubo madre y, por lo tanto, en caso de producir un tubo metálico hecho de una alta aleación a base de Ni por estirado en frío, el coste operativo requerido para la formación de películas de lubricación para tratamiento químico aumenta más.

Por lo tanto, se ha desarrollado el estirado por lubricación forzada (el procedimiento de estirado de alta presión). El estirado por lubricación forzada es un tipo de estirado en frío en el que el tratamiento de lubricación se realiza directamente mediante una película de aceite lubricante. El estirado por lubricación forzada estabiliza el estirado en frío y produce un gran efecto para mejorar la calidad en un tubo metálico estirado.

Usualmente, el estirado de un tubo metálico mediante estirado por lubricación forzada se realiza a través del siguiente procedimiento:

- (1) Después de rellenar un recipiente de alta presión con aceite lubricante, el recipiente que contiene un tubo madre, que es un material que se va a trabajar y se introduce en él, aumenta la presión del aceite lubricante mediante un reforzador de presión.
- (2) El aceite lubricante presurizado de esta manera forma películas de aceite lubricante entre el tubo madre y herramientas tales como una matriz y un tapón, estando la matriz firmemente dispuesta en un extremo abierto del recipiente de alta presión y el tapón en su lugar en una posición de trabajo.
- (3) Con las superficies interna y externa del tubo madre lubricadas forzosamente con las películas de aceite lubricante formadas, se estira el tubo madre y se lo termina con las dimensiones prescritas determinadas por las herramientas, con lo que se obtiene un tubo metálico.

Respecto del estirado por lubricación forzada, hasta ahora se han realizado varias propuestas y, por ejemplo, se encuentran la Bibliografía de patentes 1 y la Bibliografía de patentes 2. La Bibliografía de patentes 1 se refiere a un aparato de estirado por lubricación forzada usado en el estirado por lubricación forzada. El aparato de estirado por lubricación forzada propuesto en la Bibliografía de patentes 1 comprende: un recipiente de alta presión cuyo extremo delantero está fijamente asegurado a la cara posterior de la matriz y que aloja al tubo madre; una barra de soporte del tapón sostenida de forma axialmente móvil en el recipiente de alta presión; y un dispositivo que introduce un aceite lubricante en el recipiente de alta presión.

Un aparato de estirado de lubricación forzada de una configuración como esta tiene una construcción telescópica tal que una porción de primer extremo del recipiente de alta presión puede alargarse o acortarse axialmente, mientras que una parte móvil del primer extremo del recipiente de alta presión está configurado de manera tal que su diámetro frontal externo es menor que su diámetro posterior interno, con el resultado de que la parte móvil es capaz de empujar la cara posterior de la matriz mediante la presión del aceite lubricante en el recipiente de alta presión, en el que todo el recipiente de alta presión puede desplazarse a otra posición de inserción del tubo madre como si estuviera fuera de la línea de estirado. Por esta razón, en el método de estirado que usa el aparato de estirado de lubricación forzada descrito en la Bibliografía de patentes 1, se reivindica que un tubo madre puede ser sometido fácilmente y positivamente al estirado mediante un estirado de lubricación forzada.

La Bibliografía de patentes 2 propone un método para producir un tubo de mayor longitud y menor diámetro trabajándolo en frío mediante el uso de estirado de lubricación forzada en el que se realiza al menos un trabajo final en frío que involucra el adelgazamiento de la pared, mediante el estirado de un tapón con un aceite lubricante de alta presión de no menos de 500 kgf/cm³ de presión. En la Bibliografía de patentes 2 se reivindica que al menos el trabajo final en frío que involucra el adelgazamiento de la pared se lleva a cabo por estirado con lubricación forzada usando un aceite lubricante de alta presión, por lo que pueden reducirse las variantes dimensionales a lo largo de una dirección axial del tubo sin que aparezca el gripado en un tubo metálico resultante.

En caso de que se produzca un tubo metálico usado como un tubo de transferencia de calor en un generador de vapor, en general, se realiza una inspección con una detección de defectos por corriente de Foucault de tipo sonda interna para encontrar defectos en la superficie interna de un tubo metálico. En el método de estirado de un tubo metálico descrito en la Bibliografía de patentes 2, se reivindica que, dado que las variantes dimensionales a lo largo de la dirección axial del tubo de un tubo metálico obtenido son lo suficientemente pequeñas, los ruidos producidos por las variantes dimensionales de un tubo metálico en la detección de defectos por corriente de Foucault de tipo sonda interna se suprimen y por ende, los defectos en la superficie interna pueden detectarse estrictamente en función de las salidas de un dispositivo de detección de defectos.

La lubricación se lleva a cabo mediante la formación forzada de películas de aceite lubricante entre un tubo madre y las herramientas usando el método de estirado mediante el estirado por lubricación forzada descrito en la Bibliografía de patentes 1 o 2, por lo que en muchos casos es posible evitar el gripado entre las herramientas y el tubo metálico. Sin embargo, el gripado puede aparecer, a veces, incluso cuando se usa el método de estirado por lubricación forzada descrito en la Bibliografía de patentes 1 o 2. Además, en caso en el que un tubo madre hecho con una aleación a base de Ni es sometido a estirado, pueden producirse a veces vibraciones/claqueteo debido a la fricción que se presenta entre el tapón y el tubo madre.

Además, en el estirado por lubricación forzada, en algunos casos, el aceite lubricante queda localmente atrapado en la superficie interna del tubo madre y se forman porciones diminutas rebajadas, resultando en la aparición de defectos llamados picaduras de aceite. Si se forman tales picaduras de aceite en el estirado, se deteriora la rugosidad de la superficie interna de un tubo metálico obtenido.

Por otro lado, respecto de los aceites lubricantes usados en el estirado en frío, hasta ahora se han hecho varias propuestas y existe, por ejemplo, la Bibliografía de patentes 3. La Bibliografía de patentes 3 describe un método de lubricación en el que se somete un alambre, una varilla o un tubo en bruto hecho de acero al carbono a decapado con ácido, luego se aplica un aceite lubricante y se realiza un estirado en frío. En esta ocasión, el aceite lubricante que se usa es un aceite lubricante que se ajusta con un agente espesante para que la viscosidad sea de 100 a 3000 cps a 20 °C mezclando de 5 a 40 partes de polisulfuro de dialquilo que contiene no menos del 30 % en peso de azufre y de 20 a 70 partes de un tipo o dos o más tipos seleccionados entre el grupo que consiste en compuestos orgánicos que contienen no menos del 15 % en peso de azufre.

En el método de lubricación para estirado en frío descrito en la Bibliografía de patentes 3, se reivindica que usando el aceite lubricante descrito con anterioridad, es posible realizar el estirado sin la formación de una película de lubricación para tratamiento químico en un material en el que se va a trabajar, que es posible reducir el coste operativo requerido por el tratamiento de lubricación y que el acabado de la superficie del material en el que se va a trabajar después del estirado es excelente. Sin embargo, la Bibliografía de patentes 3 se refiere a un estirado en frío que involucra la aplicación de un aceite lubricante a presión normal y no hace ningún estudio sobre el estirado en frío por estirado por lubricación forzada usando un aceite lubricante cuya presión es aumentada.

LISTA DE REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTES

- Bibliografía de patentes 1: Publicación de patente japonesa n.º 62-39045
- Bibliografía de patentes 2: Publicación de solicitud de patente japonesa n.º 3-18419
- Bibliografía de patentes 3: Publicación de solicitud de patente japonesa n.º 63-215797
- Bibliografía de patentes 4: Publicación de solicitud de patente japonesa n.º 1-202313

COMPENDIO DE LA INVENCION

PROBLEMA TÉCNICO

Según se describió con anterioridad, en el estirado mediante estirado por lubricación forzada convencional, el gripado y las vibraciones/claqueteo se producen durante el estirado de un tubo madre y se deteriora la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite, provocando problemas de esta manera. Además, en lo que respecta a aceites lubricantes usados en el estirado en frío convencional, no se hizo ningún estudio sobre el estirado mediante estirado por lubricación forzada usando aceite lubricante cuya presión sea aumentada. La presente invención se realiza en vistas de una situación tal y el objeto de la invención es el de proporcionar un método de estirado de un tubo metálico capaz de evitar gripado y vibraciones/claqueteo que podrían producirse durante el estirado de un tubo madre y también capaz de suprimir el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite en el estirado mediante estirado por lubricación forzada.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Con el fin de resolver los problemas descritos con anterioridad, los inventores de la presente llevaron a cabo varios ensayos y se dedicaron a hacer estudios, y como resultado, obtuvieron los siguientes hallazgos (a) a (d):

(a) En el estirado por lubricación forzada, la presión de un aceite lubricante cargado en un recipiente de alta presión es aumentada por el uso de un reforzador de presión y se hizo fluir forzosamente el aceite lubricante en las superficies de contacto entre herramientas y un tubo madre, que es eficaz para aumentar el espesor de las películas de aceite lubricante formadas entre las herramientas y el tubo madre.

(b) El espesor de las películas de aceite lubricante formadas depende de la viscosidad cinemática del aceite lubricante.

(c) El aceite lubricante retenido entre las herramientas y el tubo madre tiene una alta presión porque la presión del aceite lubricante es aumentada por el uso de un reforzador de presión. Por lo tanto, es necesario considerar la viscosidad cinemática bajo alta presión.

(d) Una viscosidad de alta presión que es una viscosidad cinemática bajo alta presión se rige por una viscosidad a presión normal que es una viscosidad cinemática a presión normal y el coeficiente de presión de viscosidad.

Los inventores de la presente realizaron estudios adicionales en función de los hallazgos descritos con anterioridad y como resultado, descubrieron que, usando un aceite lubricante en el que la viscosidad a presión normal y el coeficiente de presión viscosidad se ajustan en intervalos apropiados en el estirado mediante estirado por lubricación forzada, incluso en el caso en que un tubo madre hecho de una alta aleación, tal como una aleación a base de Ni, sea sometido a estirado, es posible mantener el espesor de películas de aceite lubricante en un valor apropiado, es posible evitar el gripado y las vibraciones/claqueteo, y es posible suprimir el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite.

La presente invención se completó sobre la base de los hallazgos descritos con anterioridad, y los compendios de la presente invención son métodos de estirado de un tubo metálico en los siguientes apartados (1) a (5) y un método de producción de un tubo metálico en el siguiente apartado (6).

(1) Un método de estirado de un tubo metálico que incluye: rellenar un recipiente de alta presión con un aceite lubricante, el recipiente tiene un tubo madre insertado en él; aumentar posteriormente la presión del aceite lubricante mediante un reforzador de presión; y estirar el tubo madre, con sus superficies interna y externa lubricadas forzosamente, el aceite lubricante que se va a usar tiene una viscosidad cinemática en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s a 40 °C y a una presión normal y un coeficiente de presión viscosidad en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹ a 40° C.

(2) El método de estirado de un tubo metálico descrito en el apartado (1) anterior, en el que el aceite lubricante contiene uno o más tipos de aditivos de presión extrema en una cantidad total de no menos de 10 % en masa, los aditivos de presión extrema se seleccionan entre el grupo que consiste en un aditivo de presión extrema a base de azufre que contiene no menos de 2 % en masa de azufre, un aditivo de presión extrema a base de cloro que contiene no menos de 5 % en masa de cloro, una sal metálica orgánica de calcio que contiene no menos de 5 % en masa de calcio, un aditivo de presión extrema a base de fósforo que contiene no menos de 2 % en masa de fósforo, un aditivo de presión extrema a base de cinc orgánico que contiene no menos de 2 % en masa de cinc, y un aditivo de presión extrema a base de molibdeno orgánico que contiene no menos de 2 % en masa de molibdeno.

(3) El método de estirado de un tubo metálico descrito en el apartado (2) anterior, en el que se usan grasas y aceites sulfurados, sulfuro de éster, sulfuro o polisulfuro de olefina como aditivo de presión extrema a base de azufre, y se usa éster clorado, grasas y aceites clorados, parafina clorada que contiene de no menos de 12 átomos de carbono o sulfonato de calcio cuya sal metálica orgánica de calcio tiene un total de basicidades de no menos de 100 mg/g de KOH como aditivo de presión extrema a base de cloro.

(4) El método de estirado de un tubo metálico descrito en cualquiera de los apartados (1) a (3) anteriores, en el que la presión del aceite lubricante es controlada en el intervalo de 40 a 150 MPa al aumentar su presión.

(5) El método de estirado de un tubo metálico descrito en cualquiera de los apartados (1) a (4) anteriores, en el que una composición química del tubo madre consiste en, en % en masa, C: no más de 0,15 %, Si: no más

de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: de 10,0 % a 40,0 %, Ni: de 8,0 % a 80,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 %, Al: no más de 0,5 %, y N: no más de 0,20 %, siendo el resto de Fe e impurezas.

- 5 (6) Un método de producción de un tubo metálico, en el que el estirado de acabado final se realiza a través de un método de estirado de un tubo metálico descrito en cualquiera de los apartados (1) a (5) anteriores.

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

El método de estirado de un tubo metálico de la presente invención tiene los siguientes efectos notables:

- 10 (1) Al usar un aceite lubricante en el que se ajusta la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s, y se ajusta el coeficiente de presión viscosidad en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹, es posible formar películas de aceite lubricante con un espesor apropiado entre las herramientas y el tubo madre cuando el tubo madre se somete a estirado.
- 15 (2) Gracias al apartado (1) anterior, es posible evitar el gripado y vibraciones/claqueteo que podrían producirse cuando el tubo madre es sometido a estirado.
- (3) Gracias al apartado (1) anterior, es posible suprimir el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite en un tubo metálico obtenido.

- 20 En el método de producción de un tubo metálico de la presente invención, el estirado de acabado final se realiza con el método de estirado de la presente invención, es posible producir un tubo metálico exento de defectos que podrían ser provocados por el gripado y vibraciones/claqueteo en el estirado y tiene una excelente rugosidad de superficie interna.

DESCRIPCION DE REALIZACIONES

- 25 A continuación, se describirá el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención y el método de producción de un tubo metálico usando el método de estirado.

[Método de estirado de tubo metálico]

- 30 El método de estirado de un tubo metálico de la presente invención es tal que en un método de estirado de un tubo metálico que incluye: rellenar un recipiente de alta presión con un aceite lubricante, el recipiente tiene un tubo madre insertado en él; aumentar posteriormente la presión del aceite lubricante mediante un reforzador de presión; y estirar el tubo madre, con sus superficies interna y externa lubricadas forzadamente, el aceite lubricante que se va a usar tiene una viscosidad cinemática en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s a 40°C y a una presión normal y un coeficiente de presión viscosidad en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹ a 40°C.

- 35 Si la viscosidad cinemática de un aceite lubricante a 40°C y a presión normal (viscosidad a presión normal a 40 °C) que se usa en el estirado es menor que 100 mm²/s, es imposible formar películas de aceite lubricante con un espesor suficiente entre las herramientas y el tubo madre, porque la viscosidad de alta presión disminuye incluso cuando el coeficiente de presión viscosidad aumenta.

- 40 Por otro lado, si la viscosidad cinemática a 40°C y a presión normal es más de 2000 mm²/s, el manejo a presión normal se dificulta a causa de la viscosidad cinemática alta. Por esta razón, pueden producirse inconvenientes cuando se suministra el aceite lubricante y se lo recupera y circula entre el tanque y el recipiente de alta presión, y al mismo tiempo, la viscosidad de alta presión se vuelve demasiado alta, con el resultado de que el deterioro en la
- 45 rugosidad de la superficie interna puede volverse notable debido a la formación de picaduras de aceite en un tubo metálico obtenido. Además, cuando se retira el aceite lubricante desengrasándolo de las superficies interna y externa de un tubo metálico, el resto de aceite aumenta y empeora la capacidad de desengrase.

- 50 Si el coeficiente de presión viscosidad de un aceite lubricante usado en el estirado es menor que 15 GPa⁻¹, es imposible formar películas de aceite lubricante con un espesor suficiente entre las herramientas y el tubo madre porque disminuye la viscosidad de alta presión incluso cuando se ajusta la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s, y a veces se produce gripado y vibraciones/claqueteo. Por otro lado, si el coeficiente de presión viscosidad es superior a 24 GPa⁻¹, aumenta la viscosidad de alta presión incluso cuando se ajusta la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s. Por lo tanto, se
- 55 forma un gran número de picaduras de aceite en un tubo metálico obtenido y se deteriora la rugosidad de la superficie interna.

- 60 En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se forman películas de aceite lubricante con un espesor apropiado entre las herramientas y el tubo madre durante el estirado usando aceite lubricante cuya viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal se ajusta en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s y cuyo coeficiente de presión viscosidad a 40 °C se ajusta en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹. Como resultado de esto, en el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, es posible evitar la aparición de gripado y vibraciones/claqueteo durante el estirado. Además, en el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, es posible suprimir el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras
- 65 de aceite en un tubo metálico obtenido y también es posible asegurar la capacidad de desengrase.

Incluso en caso de que la viscosidad a presión normal o la viscosidad de alta presión de un aceite lubricante usado en el estirado se establezca en un nivel algo mayor que los intervalos descritos con anterioridad y se produzcan películas de aceite lubricante durante el estirado excesivamente gruesas, es sustancialmente imposible obtener películas de aceite lubricante que causan la separación completa de superficies de interacción. En este caso, se forman picaduras de aceite que son localmente profundas, resultando en una situación en la que se deteriora la rugosidad de la superficie interna de un tubo metálico obtenido. Por lo tanto, también hay un límite superior del espesor de una película de aceite lubricante formada durante el estirado, es decir, la viscosidad de alta presión.

En otras palabras, se produce un contacto directo local entre las herramientas y el tubo madre incluso cuando se forman películas muy gruesas de aceite lubricante. Puede migrarse la porción en contacto directo solo a través de películas que se forman con aditivos de presión extrema contenidos en un aceite lubricante por absorción y reacción en las superficies y las herramientas y el tubo madre. La porción en contacto directo se denomina condición límite en lubricación.

Por lo tanto, con el fin de evitar el gripado que podría producirse en una condición límite en lubricación, se prefiere que la viscosidad a presión normal y el coeficiente de presión viscosidad de un aceite lubricante se ajuste en los intervalos descritos más arriba especificados en la presente invención, lo que hace que las películas de aceite lubricante formadas durante el estirado tengan un espesor apropiado y que se usen aditivos de presión extrema que forman películas fácilmente en las superficies de las herramientas y el tubo madre por absorción o reacción.

En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere que el aceite lubricante contenga uno o más tipos de aditivos de presión extrema en una cantidad total de no menos de 10 % en masa de la forma seleccionada entre el grupo que consiste en (1) un aditivo de presión extrema a base de azufre que contiene no menos de 2 % en masa de azufre, (2) un aditivo de presión extrema a base de cloro que contiene no menos de 5 % en masa de cloro, (3) una sal metálica orgánica de calcio que contiene no menos de 5 % en masa de calcio, (4) un aditivo de presión extrema a base de fósforo que contiene no menos de 2 % en masa de fósforo, (5) un aditivo de presión extrema a base de cinc orgánico que contiene no menos de 2 % en masa de cinc, y (6) un aditivo de presión extrema a base de molibdeno orgánico que contiene no menos de 2 % en masa de molibdeno.

Los aditivos de presión extrema (1) a (6) anteriores forman fácilmente películas sobre las superficies de un acero aleado, tal como una aleación a base de Ni, por absorción y reacción. Por esta razón, al someter un tubo madre a estirado mediante el uso de un aceite lubricante que contiene uno o más tipos en una cantidad total de no menos de 10 % en masa como seleccionado entre los aditivos de presión extrema (1) a (6) anteriores, es posible evitar el gripado que puede ocurrir en la condición límite en lubricación. En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, tal como se muestra en las realizaciones que se describirán más abajo, es posible usar un aceite lubricante que contenga uno o más tipos de aditivos de presión extrema en una cantidad total de 100 % en masa como seleccionado entre los aditivos de presión extrema (1) a (6) anteriores.

En ejemplos específicos, pueden adoptarse como aditivos de presión extrema (1) a (6) anteriores los siguientes:

(1) Es posible adoptar grasas y aceites sulfurados, sulfuro de éster, sulfuro de olefina, polisulfuro, tiocarbonatos, ditiazoles, politiazoles, tioles, tiocarboxilatos, tiocoles, (poli) sulfuro de azufre sódico como aditivo de presión extrema a base de azufre que contiene no menos de 2 % en masa de azufre. En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere usar grasas y aceites sulfurados, sulfuro de éster, sulfuro o polisulfuro de olefina, que tienen un gran efecto en la prevención de gripado.

(2) Es posible adoptar éster clorado, grasas y aceites clorados, parafina clorada que contenga no menos de 12 átomos de carbono, cloruro de polivinilideno, polivinilcloruro o copolímeros de vinilidencloruro-acrílico como aditivo de presión extrema a base de cloro que contenga no menos de 5 % en masa de cloro. En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere usar éster clorado, grasas y aceites clorados, parafina clorada que contenga no menos de 12 átomos de carbono o sulfonato de calcio cuya sal metálica de calcio orgánica tenga un total de basicidades de no menos de 100 mg/g de KOH que tienen un gran efecto en la prevención de gripado.

(3) Es posible adoptar sulfonato de calcio, salicilato de calcio de fenato de calcio, o carboxilato de calcio, cuya sal orgánica metálica de calcio tiene un total de basicidades de no menos de 100 mg/g de KOH como sal orgánica metálica de calcio que contenga no menos de 5 % en masa de calcio.

(4) Es posible adoptar fosfatos condensados, tales como triopolifosfato de sodio, y ésteres fosfóricos (fosfito), tales como fosfato de tricresilo como aditivo de presión extrema a base de fósforo que contenga no menos de 2 % en masa de fósforo.

(5) Es posible adoptar dialquilditiofosfatos de cinc y dialquilditiocarbamatos de cinc como aditivo de presión extrema a base de cinc orgánico que contengan no menos de 2 % en masa de cinc.

(6) Es posible adoptar dialquilditiocarbamatos de molibdeno o dialquilditiofosfatos de molibdeno como aditivo de presión extrema a base de molibdeno orgánico que contenga no menos de 2 % en masa de molibdeno.

En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere que la presión del aceite lubricante esté comprendida entre 40 y 150 MPa en el aumento de presión del aceite lubricante. Si la presión del aceite lubricante cargado en el recipiente de alta presión es menor que 40 MPa, no se forman películas de aceite

lubricante con un espesor suficiente entre las herramientas y el tubo madre y existe una aprehensión de que pueda producirse gripado y vibraciones/claqueteo. Por otro lado, si la presión del aceite lubricante es mayor que 150 MPa, esto aporta una carga excesiva al aparato de estirado; además, en un tubo metálico obtenido, puede reducirse la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite. Se prefiere más que la presión del aceite lubricante no sea menor que 50 MPa.

[Composición química del tubo madre]

En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere usar un tubo madre cuya composición química consista en, en % en masa, C: no más de 0,15 %, Si: no más de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: de 10,0 % a 40,0 %, Ni: de 8,0 % a 80,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 %, Al: no más de 0,5 %, y N: no más de 0,20 %, siendo el resto de Fe e impurezas.

Aquí, las impurezas son componentes que se mezclan a partir de minerales, restos y similares cuando se produce industrialmente un tubo madre y se los permite siempre que estos elementos no ejerzan un efecto adverso sobre la presente invención. A continuación, se describirá cada elemento.

C: no más de 0,15 %

Si el contenido de carbono (C) es mayor que 0,15 %, puede deteriorarse la resistencia al craqueo por corrosión bajo tensión. Por lo tanto, en caso de que se agregue C, el contenido de C es preferiblemente de no más de 0,15 %, más preferiblemente no más de 0,06 %. Casualmente, el C tiene el efecto de aumentar la resistencia del límite de grano de las aleaciones. Con el fin de obtener este efecto, se prefiere que el contenido de C no sea menor que 0,01 %.

Si: no más de 1,00 %

El silicio (Si) se usa como desoxidante durante la producción y el refinamiento del acero y permanece como una impureza en las aleaciones. En este momento, se prefiere que el contenido de Si se limite a no más de 1,00 %. Dado que la limpieza de las aleaciones puede a veces reducirse si el contenido de Si es mayor que 0,50 %, es más preferible que el contenido de Si se limite a no más de 0,50 %.

Mn: no más de 2,0 %

El manganeso (Mn) inmoviliza un elemento de impureza S como MnS y mejora la facilidad de manejo en caliente, pero es un elemento eficaz como desoxidante. Dado que la limpieza de las aleaciones se reduce si el contenido de Mn es mayor que 2,0 %, se prefiere que el contenido de Mn sea de no más de 2,0 %. Más preferiblemente, el contenido de Mn es de no más de 1,0 %. Cuando debe obtenerse el efecto de mejorar la facilidad de manejo en caliente mediante Mn, se prefiere que el contenido de Mn sea de no menos de 0,1 %.

P: no más de 0,030 %

El fósforo (P) es un elemento presente en las aleaciones como una impureza y a veces puede tener un efecto adverso sobre la resistencia a la corrosión si el contenido de P es de más de 0,030 %. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de P se limite a no más de 0,030 %.

S: no más de 0,030 %

El azufre (S) es un elemento presente en las aleaciones como una impureza y a veces puede tener un efecto adverso sobre la resistencia a la corrosión si el contenido de S es de más de 0,030 %. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de S se limite a no más de 0,030 %.

Cr: 10,0 % a 40,0 %

El cromo (Cr) es un elemento necesario para mantener la resistencia a la corrosión de las aleaciones y se prefiere que el contenido de Cr sea de no menos de 10,0 %. Sin embargo, si el contenido de Cr es mayor que 40,0 %, el contenido de Ni pasa a ser relativamente bajo y esto puede reducir la resistencia a la corrosión y la facilidad de manejo en caliente de las aleaciones. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de Cr sea de 10,0 % a 40,0 %. En particular, cuando el contenido de Cr es de 14,0 % a 17,0 %, un metal es excelente en resistencia a la corrosión en un ambiente que contiene de cloruros, mientras que cuando el contenido de Cr es de 27,0 % a 31,0 %, un metal es excelente en resistencia a la corrosión además en agua pura a altas temperaturas y en un ambiente alcalino.

Ni: 8,0 % a 80,0 %

El níquel (Ni) es un elemento necesario para asegurar la resistencia a la corrosión de las aleaciones y se prefiere que el contenido de Ni sea de no menos de 8,0 %. Por otro lado, debido a que el Ni es costoso, el contenido de Ni debe ser solo en cantidades mínimas necesarias según se requiera, y se prefiere que el contenido de Ni sea de no más de 80,0 %.

Ti: no más de 0,5 %

Si el contenido de titanio (Ti) es de más de 0,5 %, puede deteriorarse la limpieza de las aleaciones. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de Ti sea de no más de 0,5 %, y más preferiblemente, el contenido de Ti es de no más de 0,4 %. Sin embargo, a partir de los puntos de vista de un aumento en la facilidad de manejo de las aleaciones y la supresión del desarrollo del grano durante la operación de soldadura, se prefiere que el contenido de Ti sea de no menos de 0,1 %.

Cu: no más de 0,6 %

El cobre (Cu) es un elemento presente en las aleaciones como una impureza y a veces la resistencia a la corrosión de las aleaciones puede reducirse si el contenido de Cu es de más de 0,6 %. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de Cu se limite a no más de 0,6 %.

Al: no más de 0,5 %

El aluminio (Al) se usa como desoxidante durante la producción del acero y permanece como una impureza en las aleaciones. El resto de Al se convierte en inclusiones a base de óxido en las aleaciones, deteriora la limpieza de las aleaciones y, a veces, puede tener un efecto adverso sobre la resistencia a la corrosión y las propiedades mecánicas de las aleaciones. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de Al se limite a no más de 0,5 %.

N: no más de 0,20 %

Aunque puede no añadirse nitrógeno (N), en las aleaciones a base de Ni que se usan preferiblemente en un tubo madre en la presente invención, usualmente el N está contenido como una impureza en cantidades de aproximadamente 0,01 %. Sin embargo, si se agrega Ni positivamente, es posible aumentar la resistencia sin deteriorar la resistencia a la corrosión. Sin embargo, dado que disminuye la resistencia a la corrosión si el contenido de N es de más de 0,20 %, se prefiere que el límite superior del contenido de N sea de 0,20 %.

En el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere adoptar en particular una aleación a base de Ni con la siguiente composición como aleación a base de Ni usada en el tubo metálico porque se obtiene una mejor resistencia a la corrosión: C: no más de 0,15 %, Si: no más de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: de 10,0 % a 40,0 %, Fe: no más de 15,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 %, y Al: no más de 0,5 %, siendo el resto de Ni e impurezas.

Las aleaciones típicas a base de Ni de la composición química descrita con anterioridad que se usan preferiblemente en el tubo madre incluyen los dos tipos siguientes:

(a) Una aleación a base de Ni que consiste en: C: no más de 0,15 %, Si: no más de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: entre 14,0 % y 17,0 %, Fe: entre 6,0 % y 10,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 %, y Al: no más de 0,5 %, siendo el resto Ni e impurezas.

(b) Una aleación a base de Ni que consiste en: C: no más de 0,06 %, Si: no más de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: entre 27,0 % y 31,0 %, Fe: entre 7,0 % y 11,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 %, y Al: no más de 0,5 %, siendo el resto Ni e impurezas.

La aleación (a) anterior es una aleación excelente en resistencia a la corrosión en ambientes que contienen cloruros porque la aleación contiene Cr: entre 14,0 % y 17,0 % y contiene aproximadamente 75 % de Ni. En esta aleación, desde el punto de vista del equilibrio entre el contenido de Ni y el contenido de Cr, se prefiere que el contenido de Fe sea de entre 6,0 % y 10,0 %.

La aleación (b) anterior es una aleación excelente en resistencia a la corrosión no solo en ambientes que contienen cloruros sino también en agua pura a altas temperaturas y ambientes alcalinos porque la aleación contiene Cr: entre 27,0 % y 31,0 % y contiene aproximadamente 60 % de Ni. Asimismo, en esta aleación, desde el punto de vista del equilibrio entre el contenido de Ni y el contenido de Cr, se prefiere que el contenido de Fe sea de entre 7,0 % y 11,0 %.

[Método de producción de un tubo metálico]

En la producción de un tubo metálico, en general, se somete un tubo madre a estirado una pluralidad de veces, por lo que se produce un tubo metálico de dimensiones y propiedades de superficie prescritas. El método de estirado de un tubo metálico de la presente invención tiene la característica de que el estirado del acabado final se realiza a través del método de estirado de la presente invención. Como resultado de esto, se evita la aparición de gripado y vibraciones/claqueteo en el estirado del acabado final y se suprime el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite. Por lo tanto, en el método de producción de un tubo metálico de la presente invención, es posible producir un tubo metálico exento de defectos causados por el gripado y las vibraciones/claqueteo en el estirado y tiene una excelente rugosidad de la superficie interna.

EJEMPLOS

Se realizaron ensayos que implicaron someter tubos madre a un estirado en frío a través del método de estirado de un tubo metálico de la presente invención y del método de producción de un tubo metálico usando el método de estirado, y se verificaron los efectos de la presente invención.

[Método de ensayo]

Se cargó un recipiente de alta presión con un tubo madre inserto en el mismo con un aceite lubricante, a partir de lo cual se aumentó la presión del aceite lubricante mediante un reforzador de presión, y se sometió el tubo madre a estirado, con sus superficies interna y externa lubricadas forzadamente, por lo que se obtuvo un tubo metálico. Se desengrasó el tubo metálico obtenido sumergiéndolo durante 30 minutos en una solución de desengrase alcalina mantenida a 70 °C, consistiendo la solución en hidruro de sodio (soda cáustica) y un tensioactivo. El estirado se

realizó usando un dispositivo de lubricación forzada con el mismo mecanismo que el dispositivo de estirado de alta presión descrito en la Bibliografía de patentes 4.

Las siguientes son las condiciones de ensayo.

Detalles del tubo madre:

Tamaño antes del estirado: Diámetro externo: 25 mm, espesor de pared: 1,65 mm, longitud: 10 m.

Rugosidad de superficies interna y externa antes del estirado: Ra 0,3 μm (Ra: valor aritmético medio (JIS B0601-2001))

Grado del material: aleación a base de Ni según la norma ASME SB-163 UNS N06690
(Composición típica: 30 % en masa de Cr, 60 % en masa de Ni, 10 % en masa de Fe)

Estirado: Grado del material de la matriz; superaleación

Grado del material del tapón: superaleación recubierta con alúmina

Velocidad de estirado: 15 m/min

Temperatura del aceite lubricante: 50 °C

Detalles sobre el tubo metálico producido:

Tamaño después del estirado: Diámetro externo: 19 mm, espesor de pared: 1,13 mm.

La superaleación de la matriz y el tapón descrita con anterioridad es una aleación que consiste en carburo de tungsteno y un metal, que se clasifica como el símbolo de material HW en la Tabla 1 de la norma JIS B4053.

La Tabla 1 muestra las composiciones típicas, viscosidades cinemáticas a 40 °C y a presión normal y coeficientes de presión viscosidad de aceites lubricantes usados en este ensayo. Las viscosidades cinemáticas a 40 °C y a presión normal mostradas en la Tabla 1 se midieron según la norma JIS K2283. Los coeficientes de presión viscosidad fueron descubiertos a partir de viscosidades de alta presión medidas usando un viscosímetro de esfera en caída libre para la viscosidad de alta presión y las viscosidades cinemáticas descritas con anterioridad a 40 °C y a presión normal con ayuda de la Fórmula (1) anterior.

Tabla 1

Condiciones	Símbolo	Composición típica	Viscosidad a 40 °C y a presión normal (mm/s)	Coefficiente de presión viscosidad (GPa^{-1})
Ejemplo inventivo de la presente invención	A	Aceite mineral a base de naftaleno mixto	110	15,5
	B	Aceite mineral a base de naftaleno mixto	1900	21,8
	C	90 % en masa de aceite mineral a base de naftaleno mixto 10 % en masa de grasas y aceites sulfurados	500	16,0
	D	90 % en masa de aceite mineral a base de naftaleno mixto 10 % en masa de parafina clorada de cadena larga	1000	21,0
	E	88 % en masa de aceite mineral a base de naftaleno mixto 3 % en masa de fosfato de tricresilo 3 % en masa de dialquilditiofosfato de cinc 3 % en masa de sulfonato de calcio 3 % en masa de dialquilditiocarbamato de molibdeno	1000	18,0
	F	60 % en masa de grasas y aceites sulfurados 20 % en masa de parafina clorada de cadena larga 20 % en masa de éster clorado	500	21,0
	G	40 % en masa de aceite mineral a base de naftaleno de alta viscosidad 30 % en masa de grasas y aceites sulfurados 30 % en masa de parafina clorada de cadena larga	1050	23,5
Ejemplo comparativo	H	Aceite mineral a base de naftaleno de baja viscosidad	50	14,0
	I	90 % en masa de aceite mineral a base de naftaleno de alta viscosidad 10 % en masa de parafina clorada de cadena larga	2200	25,0
	J	Aceite de éster de ácido graso sintético	1500	10,5
	K	Aceite mineral a base de naftaleno de baja viscosidad	80	16,5
	L	70 % en masa de aceite mineral a base de naftaleno de alta viscosidad 30 % en masa de hidrocarburo sintético de alto peso molecular	1200	26,0

En los aceites lubricantes A a G mostrados en la Tabla 1, las viscosidades cinemáticas a 40 °C y a presión normal y los coeficientes de presión viscosidad están en el intervalo especificado en la presente invención, mientras que en los aceites lubricantes H a L, las viscosidades cinemáticas a 40 °C y a presión normal y los coeficientes de presión viscosidad, uno o ambos, están fuera del intervalo especificado en la presente invención.

La Tabla 2 muestra los aceites lubricantes usados en cada ensayo, las presiones de los aceites lubricantes cargados en el recipiente de alta presión que se obtuvieron usando el reforzador de presión, y los resultados de la evaluación de gripado, vibraciones/claqueteo, rugosidad de la superficie interna y la capacidad de desengrase.

Tabla 2

División		Condiciones de ensayo		Resultados del ensayo			
Condiciones	N.º de ensayo	Aceites lubricantes usados	Presión de aceite lubricante (MPa)	Gripado	Vibraciones/claqueteo	Rugosidad de la superficie interna	Capacidad de desengrase
Ejemplo inventivo de la presente invención	1	A	120	⊙	⊙	⊙	⊙
	2	B	120	⊙	⊙	⊙	○
	3	C	120	⊙	⊙	⊙	⊙
	4	D	120	⊙	⊙	⊙	⊙
	5	E	120	⊙	⊙	⊙	⊙
	6	F	120	⊙	⊙	⊙	⊙
	7	C	40	⊙	⊙	⊙	⊙
	8	C	150	⊙	⊙	⊙	⊙
	9	C	20	○	⊙	⊙	⊙
	10	C	160	⊙	⊙	○	○
	11	G	120	⊙	⊙	○	○
Ejemplo comparativo	12	H	120	X	X	○	⊙
	13	I	120	⊙	⊙	Δ	X
	14	J	120	X	X	○	Δ
	15	K	120	X	X	○	⊙
	16	L	120	⊙	⊙	X	○

[Criterios de evaluación]

En cada ensayo, se evaluó la aparición de gripado y vibraciones/claqueteo durante el estirado, así como también la rugosidad de la superficie interna y la capacidad de desengrase de tubos metálicos obtenidos después del estirado.

La evaluación del gripado se llevó a cabo visualmente observando los tubos metálicos obtenidos después del estirado y las herramientas que se usaron. Los significados de los símbolos en la columna de "gripado" en los resultados del ensayo de la Tabla 2 son los siguientes:

⊙: El símbolo indica que no se observaron defectos lineales en un tubo metálico ni rastros de deslustre en las herramientas.

○: El símbolo indica que se observó un deslustre ligero pero tolerable en las herramientas.

Δ: El símbolo indica que se observaron ligeros defectos lineales en un tubo metálico.

X: El símbolo indica que se observaron defectos lineales debido al gripado en un tubo metálico y que el tubo metálico era un producto defectuoso.

La evaluación de vibraciones/claqueteo se llevó a cabo al determinar si se generaron ruidos inusuales durante el estirado. Los significados de los símbolos en la columna de "vibraciones/claqueteo" en los resultados del ensayo de la Tabla 2 son los siguientes:

- ⊙: El símbolo indica que no se observó la generación de vibraciones/claqueteo durante el estirado.
 Δ: El símbolo indica que se observó parcialmente la aparición de vibraciones/claqueteo durante el estirado.
 X: El símbolo indica que se observó completamente la aparición de vibraciones/claqueteo durante el estirado.

5 La evaluación de la rugosidad de la superficie interna se llevó a cabo midiendo la rugosidad aritmética media Ra (JIS B0601-2001) de la superficie interna del tubo metálico. Los significados de los símbolos en la columna de "Rugosidad de la superficie interna" en los resultados del ensayo de la Tabla 2 son los siguientes:

- ⊙: El símbolo indica que Ra es de menos de 0,5 μm.
 10 O: El símbolo indica que Ra no es de menos de 0,5 μm y es de menos de 1,0 μm.
 Δ: El símbolo indica que Ra no es de menos de 1,0 μm y es de menos de 1,6 μm.
 X: El símbolo indica que Ra no es de menos de 1,6 μm.

15 Para la evaluación de capacidad de desengrase, se midió la porción de aceite restante en la superficie interna de un tubo metálico desengrasado mediante la técnica de absorción por infrarrojos del horno de calentamiento por resistencia (RC612 hecha por LECO) y se la evaluó como la cantidad de carbono depositado. Los significados de los símbolos en la columna de "Capacidad de desengrase" en los resultados del ensayo de la Tabla 2 son los siguientes:

- 20 ⊙: El símbolo indica que la cantidad de carbono depositado es de menos de 20 mg/m².
 O: El símbolo indica que la cantidad de carbono depositado no es de menos de 20 mg/m² y de menos de 50 mg/m².
 Δ: El símbolo indica que la cantidad de carbono depositado no es de menos de 50 mg/m² y de menos de 100 mg/m².
 25 X: El símbolo indica que la cantidad de carbono depositado no es de menos de 100 mg/m².

[Resultados de los ensayos]

A partir de los resultados de los ensayos mostrados en la Tabla 2, en los Ejemplos inventivos 1 a 11 de la presente invención, en todos los ensayos, los aceites lubricantes usados fueron tales que la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal se encontraba en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s y el coeficiente de presión viscosidad estaba en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹. Para las evaluaciones de gripado, vibraciones/claqueteo, la rugosidad de la superficie interna, y la capacidad de desengrase, los resultados de las evaluaciones fueron ⊙ o O, lo que es bueno.

35 Por otro lado, en los Ejemplos comparativos 12, 14 y 15, los aceites lubricantes usados fueron tales que la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal y el coeficiente de presión viscosidad, uno de estos o ambos, fueron menores que los intervalos especificados en la presente invención. Por lo tanto, fue imposible formar películas de aceite lubricante con un espesor suficiente entre las herramientas y el tubo madre durante el estirado, y los resultados de evaluación de gripado y vibraciones/claqueteo descendieron a X.

40 En el Ejemplo comparativo 16, el aceite lubricante usado fue tal que el coeficiente de presión viscosidad fue mayor que el intervalo especificado en la presente invención y fue posible formar películas de aceite lubricante con un espesor suficiente entre las herramientas y el tubo madre durante el estirado. Por lo tanto, los resultados de las evaluaciones de gripado y vibraciones/claqueteo fueron ⊙, pero debido a la formación de picaduras de aceite, el resultado de las evaluaciones de rugosidad de la superficie interna descendió a X y la evaluación del resultado de capacidad de desengrase descendió a O. En el Ejemplo comparativo 13, el aceite lubricante usado fue tal que la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal fue mayor que el intervalo especificado en la presente invención además del coeficiente de presión viscosidad. Por lo tanto, el resultado de las evaluaciones de rugosidad de la superficie interna descendió a Δ y además, el resultado de las evaluaciones de la capacidad de desengrase también descendió a X.

50 Por lo tanto, podría asegurarse que cuando la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal y el coeficiente de presión viscosidad satisfacen los intervalos especificados en la presente invención, se forman películas de aceite lubricante con un espesor suficiente entre las herramientas y el tubo madre durante el estirado, con el resultado de que se reduce la aparición de gripado y vibraciones/claqueteo, que se suprime el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite en un tubo metálico obtenido, y que se asegura la capacidad de desengrase.

En los Ejemplos inventivos 1 y 2 de la presente invención, los aceites lubricantes usados A y B no contenían los aditivos de presión extrema especificados en la presente invención, y los resultados de las evaluaciones de gripado, vibraciones/claqueteo, de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase fueron ⊙ o O. Por otro lado, en los Ejemplos inventivos 3 a 6 de la presente invención, los aceites lubricantes usados C a F contenían los aditivos de presión extrema especificados en la presente invención en cantidades totales de no menos de 10 % en masa, y los resultados de las evaluaciones de gripado, vibraciones/claqueteo, de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase fueron todos ⊙. En el Ejemplo inventivo 6 de la presente invención, el aceite lubricante

usado F contenía los aditivos de presión extrema en una cantidad total de 100 % en masa, y los resultados de las evaluaciones de gripado, vibraciones/claqueteo, de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase fueron todos $\odot$. A partir de esto, podría asegurarse que en el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, se prefiere usar un aceite lubricante que contenga los aditivos de presión extrema especificados en la presente invención en una cantidad total de no menos de 10 % en masa.

En los Ejemplos inventivos 3 y de 8 a 10 de la presente invención, se realizaron cambios solamente a las presiones de los aceites lubricantes cargados en el recipiente de alta presión que se obtuvieron usando el reforzador de presión. En los Ejemplos inventivos 3, 7 y 8 de la presente invención, la presión de los aceites lubricantes se estableció en el intervalo de 40 a 150 MPa, y los resultados de las evaluaciones de gripado, vibraciones/claqueteo, de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase fueron todos $\odot$.

Por otro lado, en el Ejemplo inventivo 9 de la presente invención, la presión del aceite lubricante se redujo a tan solo 20 MPa, que era menos que 40 MPa, y el resultado de las evaluaciones de gripado descendió a O. En el Ejemplo inventivo 10 de la presente invención, la presión del aceite lubricante aumentó a tanto como 160 MPa, que excedió los 150 MPa, y los resultados de las evaluaciones de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase descendieron a O. A partir de esto, podría asegurarse que en el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, al aumentar la presión de un aceite lubricante cargado en el recipiente de alta presión, se prefiere controlar la presión del aceite lubricante en el intervalo de 40 a 150 MPa.

Al igual que los aceites lubricantes C a F, el aceite lubricante G contiene los aditivos de presión extrema especificados en la presente invención en una cantidad total de no menos de 10 % en masa, pero la viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal y el coeficiente de presión viscosidad son altos en comparación con los aceites lubricantes C a F. Como resultado de ello, en los Ejemplos inventivos 3 a 6 de la presente invención en los que se usaron los aceites lubricantes C a F, según se describió con anterioridad, los resultados de las evaluaciones de gripado, vibraciones/claqueteo, de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase fueron todos $\odot$, mientras que en el Ejemplo inventivo 11 de la presente invención en el que se usó el aceite lubricante G, los resultados de las evaluaciones de gripado y vibraciones/claqueteo pasaron a $\odot$ y los resultados de las evaluaciones de rugosidad de la superficie interna y capacidad de desengrase pasaron a O.

A partir de lo anterior, se hizo evidente que en el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, mediante el uso de un aceite lubricante cuya viscosidad cinemática a 40° C y a presión normal se ajusta en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s y cuyo coeficiente de presión viscosidad se ajusta en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹, se forman películas de aceite lubricante que tienen un espesor adecuado entre las herramientas y el tubo madre durante el estirado del tubo madre, con el resultado de que se puede reducir la presencia de gripado y vibraciones/claqueteo, que puede suprimirse el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite en un tubo metálico obtenido, y que se puede garantizar la capacidad de desengrase.

APLICABILIDAD EN LA INDUSTRIAL

El método de estirado de un tubo metálico de la presente invención tiene los siguientes efectos notables:

(1) Al usar un aceite lubricante cuya viscosidad cinemática a 40 °C y a presión normal se ajusta en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s y cuyo coeficiente de presión viscosidad se ajusta en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹, se forman películas de aceite lubricante con un espesor apropiado entre las herramientas y el tubo madre durante el estirado del tubo madre.

(2) Gracias al apartado (1) anterior, es posible evitar el gripado y vibraciones/claqueteo que podrían producirse durante el estirado del tubo madre.

(3) Gracias al apartado (1) anterior, es posible suprimir el deterioro en la rugosidad de la superficie interna debido a la formación de picaduras de aceite en un tubo metálico obtenido.

Dado que en el método de producción de un tubo metálico de la presente invención, el estirado como del acabado final se realiza usando el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención, es posible producir un tubo metálico exento de defectos provocados por el gripado y vibraciones/claqueteo en el estirado y con una excelente rugosidad de la superficie interna.

Por lo tanto, es posible proporcionar un tubo metálico adecuado para el tubo de transferencia de calor de un generador de vapor de una planta de energía nuclear aplicando el método de estirado de un tubo metálico de la presente invención y el método de producción de un tubo metálico usado en este método de estirado para producir un tubo metálico.

REIVINDICACIONES

1. Un método de estirado de un tubo metálico que incluye: rellenar un recipiente de alta presión con un aceite lubricante, teniendo el recipiente un tubo madre insertado en él; aumentar posteriormente la presión del aceite lubricante mediante un reforzador de presión; y estirar el tubo madre, con sus superficies interna y externa lubricadas forzosamente, **caracterizado por que** el aceite lubricante que se va a usar tiene una viscosidad cinemática en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s a 40° C y a presión normal y un coeficiente de presión viscosidad de 15 a 24 GPa⁻¹ a 40° C.
2. El método de estirado de un tubo metálico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el aceite lubricante contiene uno o más tipos de aditivos de presión extrema en una cantidad total de no menos de 10 % en masa, seleccionándose los aditivos de presión extrema del grupo que consiste en un aditivo de presión extrema a base de azufre que contiene no menos de 2 % en masa de azufre, un aditivo de presión extrema a base de cloro que contiene no menos de 5 % en masa de cloro, una sal metálica orgánica de calcio que contiene no menos de 5 % en masa de calcio, un aditivo de presión extrema a base de fósforo que contiene no menos de 2 % en masa de fósforo, un aditivo de presión extrema a base de cinc orgánico que contiene no menos de 2 % en masa de cinc, y un aditivo de presión extrema a base de molibdeno orgánico que contiene no menos de 2 % en masa de molibdeno.
3. El método de estirado de un tubo metálico según la reivindicación 2, **caracterizado por que** se usan grasas y aceites sulfurados, sulfuro de éster, sulfuro o polisulfuro de olefina como aditivo de presión extrema a base de azufre, y/o éster clorado, grasas y aceites clorados, parafina clorada que contiene de no menos de 12 átomos de carbono o sulfonato de calcio cuya sal metálica orgánica de calcio tiene un total de basicidades de no menos de 100 mg/g de KOH como aditivo de presión extrema a base de cloro.
4. El método de estirado de un tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la presión del aceite lubricante es controlada en el intervalo de 40 a 150 MPa al aumentar su presión.
5. El método de estirado de un tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** una composición química del tubo madre consiste en, en % en masa, C: no más de 0,15 %, Si: no más de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: de 10,0 % a 40,0 %, Ni: de 8,0 % a 80,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 %, Al: no más de 0,5 %, y N: no más de 0,20 %, siendo el resto de Fe e impurezas.
6. El método de estirado de un tubo metálico según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el contenido de C es de no menos de 0,01 %, el contenido de Mn es de no menos de 0,1 %, y el contenido de Ti es de no menos de 0,1 %.
7. El método de estirado de un tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** una composición química del tubo madre consiste en una aleación a base de Ni.
8. El método de estirado de un tubo metálico según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la aleación a base de Ni tiene, en % en masa, C: no más de 0,15 %, Si: no más de 1,00 %, Mn: no más de 2,0 %, P: no más de 0,030 %, S: no más de 0,030 %, Cr: de 10,0 % a 40,0 %, Fe: no más de 15,0 %, Ti: no más de 0,5 %, Cu: no más de 0,6 % y Al: no más de 0,5 %, siendo el resto de Ni e impurezas.
9. Un método de producción de un tubo metálico, **caracterizado por que** el estirado de del acabado final se realiza a través de un método de estirado de un tubo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Uso de un aceite lubricante para estirar un tubo metálico según el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9, teniendo el aceite lubricante una viscosidad cinemática en el intervalo de 100 a 2000 mm²/s a 40° C y a presión normal y un coeficiente de presión viscosidad en el intervalo de 15 a 24 GPa⁻¹ a 40° C.