

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 149**

51 Int. Cl.:

C23F 11/04	(2006.01)
C23F 11/02	(2006.01)
C23G 1/06	(2006.01)
C23G 1/08	(2006.01)
C11D 1/72	(2006.01)
C11D 1/44	(2006.01)
C11D 3/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.01.2012 PCT/IB2012/050070**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12093372**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2012 E 12732123 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 2661518**

54 Título: **Método para inhibir la corrosión en fase de vapor y las manchas en acero inoxidable**

30 Prioridad:

05.01.2011 US 984670

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

13.03.2020

73 Titular/es:

**ECOLAB USA INC. (100.0%)
1 Ecolab Place
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

**SCHACHT, PAUL F. y
SCHMIDT, ERIC V.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 748 149 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 para inhibir la corrosión en fase de vapor y las manchas en acero inoxidable

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método para inhibir la corrosión en fase de vapor y las manchas en una superficie de acero inoxidable en un procedimiento de limpieza en el sitio.

Antecedentes

10 Acero es el nombre genérico de un grupo de metales ferrosos, compuestos principalmente de hierro, que tienen una durabilidad y versatilidad considerables. Mediante la elección adecuada del contenido de carbono, la adición de elementos de aleación y por tratamiento térmico adecuado, se pueden hacer diferentes tipos de acero para diversos fines y el uso en la industria de todos los tipos de acero es ahora bastante expansivo.

15 El acero inoxidable (AI) se define como una aleación de acero, con un contenido mínimo del 11 % de cromo en masa. El acero inoxidable no se mancha, ni se corroe ni se oxida tan fácilmente como el acero tradicional. Hay más de 150 diferentes grados y acabados de superficie para permitir que el acero inoxidable se adapte al entorno en el que se utilizará. El bajo mantenimiento del acero inoxidable y su coste relativamente bajo lo hacen un material base ideal para muchas aplicaciones comerciales. Se usa en utensilios de cocina, cubertería, hardware, instrumentos quirúrgicos, electrodomésticos principales, equipos industriales, equipos de la industria de procesamiento de alimentos y bebidas, también se usa como aleación estructural para automóviles y como material de construcción para edificios.

20 Los aceros inoxidables tienen una película pasiva de óxido de cromo que se forma en presencia de oxígeno debido al cromo presente en el acero. Esta capa bloquea la mayor parte de la corrosión para que no se extienda a la estructura interna del metal. Se puede lograr una mayor resistencia a la corrosión con adiciones de cromo del 13 % en peso hasta el 26 % para entornos hostiles. El cromo forma una capa pasiva de óxido de cromo III (Cr₂O₃) cuando se expone al oxígeno. Para tener una resistencia a la corrosión óptima, las superficies de acero inoxidable deben estar limpias y tener un suministro adecuado de oxígeno para mantener esta capa superficial pasiva.

25 La limpieza del acero inoxidable incluye la eliminación de diversos contaminantes de la superficie para garantizar la resistencia a la corrosión, evitar la contaminación y lograr el aspecto deseado del acero. La limpieza con ácido es un procedimiento mediante el cual se emplea una solución de un ácido mineral u orgánico en agua, a veces, junto con un agente humectante o detergente, o ambos, para eliminar el hierro y otras contaminaciones metálicas, películas de óxido ligero, suciedad y contaminantes similares.

30 Las composiciones limpiadoras ácidas para la eliminación de contaminantes de acero inoxidable, en general, tienen el ácido mineral u orgánico en una solución con un pH menor que 7,0. Las composiciones pueden eliminar tanto las suciedades orgánicas como las inorgánicas en la misma operación. También se usan para mejorar la resistencia a la corrosión y mejorar la brillantez o el brillo de la superficie del metal base.

35 Uno de los problemas que surgen en el uso del acero es su corrosión, ya sea por la atmósfera o por el entorno en el que se usa. La velocidad de corrosión puede variar, dependiendo de las condiciones del entorno y también de la composición del acero. El acero inoxidable, especialmente, es mucho más resistente a la corrosión que el carbono simple y otros aceros. Esta resistencia se debe a la adición de cromo y otros metales a esta aleación, específicamente acero inoxidable. Aunque el acero inoxidable tiene una resistencia apreciable a la corrosión, todavía se corroe en ciertas circunstancias y se han hecho intentos para prevenir o reducir esta corrosión. La mayoría de los limpiadores ácidos también incluyen un inhibidor de la corrosión de alguna clase. Por ejemplo, en medios ácidos se ha usado sulfato de cobre como inhibidor de la corrosión. Sin embargo, este y otros inhibidores propuestos no son completamente satisfactorios ya que, como el sulfato de cobre, pueden ser costosos, introducen un problema de eliminación de efluentes y, además, no son del todo efectivos. Por ejemplo, cuando las soluciones sulfúricas de urea que contienen cobre se ponen en contacto con metal de níquel, el cobre plateará la superficie de níquel.

45 Una variedad de compuestos, incluyendo dialquiltiureas, tales como dietiltiurea y dibutiltiourca, son conocidos por reducir la corrosividad de ácido sulfúrico para aceros al carbono. Las tiureas no son apropiadas para situaciones de alimentos y bebidas, ya que se ha encontrado que algunas de ellas son cancerígenas y cualquier compuesto remanente de tiureas se considera contaminación para tales superficies.

50 El tipo de ácido usado también ha presentado problemas en el desarrollo de limpiadores ácidos. Muchos limpiadores ácidos se basan en ácido fosfórico debido a su diversa funcionalidad, como un bajo perfil de corrosión en muchas aleaciones y elastómeros, buena solubilidad mineral y buenas propiedades de suspensión de suciedades. Muchos limpiadores ácidos también se basan en altos niveles de ácido nítrico debido a su compatibilidad con una variedad de materiales, así como a su eficacia en la solubilidad y eliminación de la suciedad mineral, sin embargo, los limpiadores con alto contenido de ácido nítrico pueden causar manchas de vapor y corrosión en el acero inoxidable debido a los óxidos de nitrógeno volátiles en el aire.

55 El documento de Patente Internacional WO 2009/059630 A1 se refiere a composiciones limpiadoras que contienen

ácido de bloque sólido que comprenden en base a la composición A) del 10 % al 75 % en peso de al menos un ácido mineral líquido seleccionado del grupo que consiste en ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido sulfuroso y ácido nítrico, B) del 1 % al 60 % en peso de al menos un ácido orgánico sólido con pKa a 20 °C entre 1,0 y 1,1; C) del 15 % al 80 % en peso de al menos un ácido carboxílico seleccionado del grupo que consiste en monohidrato de ácido cítrico, ácido hidroxiacético, ácido maleico, ácido succínico, ácido glutárico y ácido adipínico, D) del 5 % al 40 % en peso de urea, E) del 0,1 % al 10 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico y el resto hasta el 100 % en peso es agua, en donde la composición contiene menos del 1 % en peso de etoxilatos de nonilfenol y compuestos de halógeno.

El documento de Patente Japonesa JP 2008 074966 A proporciona una composición detergente CIP ácida excelente en una propiedad de lavado de contaminación orgánica e inorgánica, una propiedad de baja formación de espuma, una propiedad de resistencia a la corrosión del caucho y estabilidad de almacenamiento a baja temperatura y a alta temperatura, en particular, excelente en estabilidad de almacenamiento incluso desde una temperatura baja de -5 °C o menor a una temperatura alta de 40 °C o mayor y un método de lavado que lo usa. La composición detergente ácida CIP contiene (a) del 5 % al 50 % en masa de ácido nítrico, (b) del 0,5 % al 5 % en masa de un tensioactivo no iónico, (c) del 0,05 % al 1 % en masa de urea, (d) del 0,01 % al 6 % en masa de una dialquileurea de cadena corta, (e) un porcentaje en masa restante de agua y, además, (f) del 1 % al 30 % en masa de ácido fosfórico y el método de lavado CIP lo usa.

Según el documento de Patente Estadounidense US 6 540 943 B1, la corrosión de los equipos de metal que se limpia con un ácido inorgánico es inhibida por el tratamiento de los equipos con una composición de inhibidor de la corrosión que contiene al menos un compuesto de amonio cuaternario, un compuesto que contiene azufre y un tensioactivo no iónico en un solvente.

El ácido fosfórico y el ácido nítrico siguen teniendo regulaciones más estrictas de los efluentes debido a los problemas ambientales y de agua potable debidos al fósforo y al nitrato. Por lo tanto, un objeto de esta invención es proporcionar el uso de una composición limpiadora a base de un contenido de ácido nítrico reducido y exenta de fósforo que tenga propiedades limpiadoras, de corrosión e inhibición de manchas de vapor mayores o iguales que las de otros limpiadores a base de ácidos fosfórico y nítrico en algunas variedades de acero inoxidable, como el de la serie 300.

También es un objeto de esta invención proporcionar el uso de composiciones limpiadoras de los ácidos sulfúrico/nítrico mezclados que se usan a temperaturas mayores y que son relativamente no corrosivas e inhiben las manchas en la fase de vapor para el acero inoxidable debido a la adición de una amina etoxilada o un alcohol etoxilado.

Otros objetos, aspectos y ventajas de esta invención serán evidentes para un experto en la materia a la vista de la siguiente descripción, los ejemplos y las reivindicaciones adjuntas.

Resumen de la invención

La presente invención emplea el uso de una amina etoxilada o un alcohol etoxilado tal como un inhibidor de la corrosión para el uso en composiciones limpiadoras con ácidos sulfúrico/nítrico mezclados. Los solicitantes han encontrado, sorprendentemente, que la combinación de aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados como inhibidores de la corrosión y de las manchas en una solución limpiadora ácida reduce o inhibe las manchas y la corrosión en la fase de vapor. La invención emplea una solución acuosa de pH menor que 7, que usa un ácido como componente limpiador. Cualquier ácido usado en una composición limpiadora ácida puede combinarse con una amina etoxilada o un alcohol etoxilado según la invención, tal como ácido acético, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido sulfúrico y ácido nítrico, todos los cuales se usan tradicionalmente en composiciones limpiadoras ácidas. Según la invención, la solución limpiadora ácida es una mezcla de ácido nítrico y ácido sulfúrico. Las composiciones limpiadoras ácidas que se usarán según la invención retienen las propiedades anticorrosivas y mejoran las propiedades antimanchas del ácido fosfórico, así como las capacidades limpiadoras, al tiempo que se elimina el fósforo y se reduce el ácido nítrico para mejorar el perfil ambiental al tiempo que se proporciona un producto menos costoso.

Los limpiadores ácidos de sulfúrico/nítrico mezclados típicos de la técnica anterior contienen de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 30 % en peso, o de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 25 % en peso de ácido sulfúrico; de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 25 % en peso o de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 15 % en peso de ácido nítrico y de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 80 % en peso de agua. Los ácidos nítrico y sulfúrico, en combinación, constituyen al menos de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 50 % en peso de ácido nítrico y de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 30 % en peso de ácido sulfúrico.

Según la invención, los ácidos nítrico y sulfúrico, en combinación, constituyen al menos del 5 % al 50 % en peso de ácido nítrico y del 1 % al 30 % en peso de ácido sulfúrico. La amina etoxilada o el alcohol etoxilado es entonces del 0,05 % al 5 % en peso de la composición, siendo el resto agua, específicamente del 1 % al 80 % en peso.

Por consiguiente, el ácido nítrico está presente en las composiciones en un porcentaje de al menos aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 50 % en peso o de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 25 % en peso y el ácido sulfúrico está presente en las composiciones en un porcentaje de al menos aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 30 % en peso. Se teoriza sobre el hecho de que el ácido nítrico protege la superficie del metal de acero inoxidable del ácido sulfúrico más corrosivo debido a sus características oxidantes que permiten la formación

continua de la película pasiva de óxido de cromo. Esto también hace que la composición sea menos costosa y mantenga la baja corrosividad y las propiedades limpiadoras de los limpiadores de base ácida que contienen ácidos fosfórico y nítrico. Los solicitantes han encontrado que la adición de un inhibidor de la corrosión que incluya aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados funciona sorprendentemente bien en composiciones limpiadoras ácidas para minimizar las manchas y la corrosión del acero en la fase de vapor que, a menudo, se encuentra en soluciones con alto contenido de ácido nítrico.

Las composiciones para usar según esta invención pueden producirse mezclando en primer lugar ácido sulfúrico y ácido nítrico y, opcionalmente agua, ya sea por procedimientos continuos o por lotes, a lo que se añade posteriormente la amina etoxilada o el alcohol etoxilado. Si bien no desea estar sujeto a ninguna teoría, se postula que los alcoholes etoxilados, así como otros tensioactivos etoxilados que están destinados a estar dentro del alcance de la invención, son menos solubles en agua a temperaturas mayores, el aceite está fuera de la solución y forma una capa aceitosa sobre la solución que minimiza la liberación de vapores ácidos que corroen y manchan el acero inoxidable. Además, se postula que las aminas etoxiladas se volatilizan a altas temperaturas y protegen la superficie del acero inoxidable formando una barrera mediante la adsorción del grupo amino a la superficie del metal.

15 Figuras

La figura 1 ilustra el resumen de las manchas en la fase de vapor para un ensayo de corrosión de acero inoxidable 410 realizado a 82,22 °C (180 grados Fahrenheit).

La figura 2 ilustra el resumen de las manchas en la fase de vapor para un ensayo de corrosión de acero inoxidable 410 realizado a 72,22 °C (160 grados Fahrenheit).

20 La figura 3 ilustra el resumen de las manchas en la fase de vapor para un ensayo de corrosión de acero inoxidable 304 realizado a 83,33 °C (180 grados Fahrenheit).

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Para que la invención pueda entenderse más fácilmente, primero se definen ciertos términos y se describen ciertos métodos de ensayo.

25 Tal y como se usa en la presente memoria, «porcentaje en peso», «% en peso», «porcentaje en peso», «% en peso» y variaciones de los mismos se refieren a la concentración de una sustancia como el peso de esa sustancia dividido por el peso total de la composición y multiplicado por 100. Se entiende que, tal y como se usa aquí, «porcentaje», «%» y similares se pretende que sean sinónimos de «porcentaje en peso», «% en peso», etc.

30 Tal y como se usa en la presente memoria, el término «exento de fósforo» o «exento sustancialmente de fósforo» se refiere a una composición, una mezcla o un ingrediente que no contenga fósforo o un compuesto que contenga fósforo o al que no se haya añadido fósforo o un compuesto que contenga fósforo. Si estuviera presente fósforo o un compuesto que contuviera fósforo por la contaminación de una composición, una mezcla o ingredientes exentos de fósforo, la cantidad de fósforo debería ser menor que el 0,5 % en peso. Más preferiblemente, la cantidad de fósforo es menor que el 0,1 % en peso y lo más preferiblemente la cantidad de fósforo es menor que el 0,01 % en peso.

35 «Limpieza» significa realizar o ayudar en la eliminación de la suciedad, blanquear, reducir la población microbiana, aclarar, o una combinación de los mismos.

40 En algunos aspectos, la presente descripción se refiere a composiciones limpiadoras ácidas exentas de fósforo que se pueden usar en lugar de composiciones limpiadoras de ácidos fosfórico y nítrico tradicionales, que retienen las propiedades limpiadoras y anticorrosivas, al tiempo que se mejoran las propiedades antimanchas de las mismas y son menos costosas de producir. Las composiciones encontrarán uso en cualquier situación de limpieza donde se puedan usar limpiadores con base ácida que contengan ácidos fosfórico y nítrico, incluyendo acero inoxidable, pero sin limitarse al mismo.

45 Los aceros inoxidables se clasifican, generalmente, como aceros al carbono que contienen al menos un 5 % en peso, generalmente del 5 % al 40 % en peso y normalmente del 10 % al 25 % en peso de cromo. También pueden contener otros elementos de aleación como níquel, cerio, aluminio, titanio, cobre u otros elementos.

Los aceros inoxidables se clasifican, generalmente, en tres diferentes categorías -aceros austeníticos, ferríticos y martensíticos- que tienen en común el hecho de que contienen cantidades significativas de cromo y resisten a la corrosión y oxidación en gran medida de lo que hacen los aceros al carbono ordinarios y más aceros aleados.

50 Los aceros inoxidables austeníticos o de la serie 300, constituyen el 70 % de la producción de acero inoxidable y son las aleaciones más comunes de este grupo. Contienen un máximo del 0,25 % de carbono, un mínimo del 16 % de cromo y suficiente níquel y manganeso para mantener una estructura austenítica a todas las temperaturas desde la región criogénica hasta el punto de fusión de la aleación. Una composición típica del 18 % de cromo y el 10 % de níquel, comúnmente conocida como acero inoxidable 18/10, a menudo se usa en cubertería. Los tipos AISI 302, 303, 304 y 316 son varios de los aceros inoxidables austeníticos más usados.

ES 2 748 149 T3

Los aceros inoxidable ferríticos son altamente resistentes a la corrosión, pero menos duraderos que los grados austeníticos. Generalmente se caracterizan, en parte, por el hecho de que contienen solo cromo (además de los otros componentes del acero al carbono) o solo cantidades muy pequeñas de elementos de aleación. Los aceros inoxidable martensíticos no son tan resistentes a la corrosión como las otras dos clases, pero son extremadamente fuertes y resistentes, además de altamente mecanizables, y pueden endurecerse mediante tratamiento térmico. El acero inoxidable martensítico contiene cromo (aproximadamente del 12 % al 14 %), molibdeno (aproximadamente del 0,2 % al 1 %), níquel (aproximadamente del 0 % al 2 %) y carbono (aproximadamente del 0,1 % al 1 %) (dándole más dureza, pero haciendo que el material sea un poco más frágil) Es templado y magnético.

Grados de acero inoxidable

10 Los grados de acero SAE son el sistema de clasificación más comúnmente usado en los EE. UU. para el acero inoxidable.

Serie 300 - aleaciones austeníticas de cromo-níquel

- Tipo 301 - altamente dúctil, para productos formados. También se endurece rápidamente durante el trabajo mecánico. Buena soldabilidad. Mejor resistencia al desgaste y resistencia a la fatiga que el 304
- 15 • Tipo 302: la misma resistencia a la corrosión que el 304, con una resistencia ligeramente mayor debido al carbono adicional
- Tipo 303: versión de mecanizado libre de 304 mediante la adición de azufre y fósforo
- Tipo 304: el grado más común; el clásico acero inoxidable 18/8
- 20 • Tipo 304L : igual que el grado 304, pero contiene menos carbono para aumentar la soldabilidad y es ligeramente más débil que el 304.
- Tipo 304LN: igual que el 304L, pero también se añade nitrógeno para obtener un rendimiento y una resistencia a la tracción mucho mayores que en el 304L
- Tipo 308: usado como metal de relleno al soldar el 304
- 25 • Tipo 309: mejor resistencia a la temperatura que el 304, que a veces también se usa como metal de relleno para soldar aceros diferentes, junto con inconel
- Tipo 316: el segundo grado más común (después del 304); para uso alimentario y quirúrgico de acero inoxidable; la adición de aleación de molibdeno previene formas específicas de corrosión. También se conoce como acero inoxidable de grado marino debido a su mayor resistencia a la corrosión por cloruro en comparación con el tipo 304. El 316 se usa, a menudo, para construir plantas de procesamiento nuclear.
- 30 • Tipo 316L: grado extra bajo en carbono de 316, generalmente usado en relojes de acero inoxidable y en aplicaciones marinas debido a su alta resistencia a la corrosión. También denominado «A4» según ISO 3506.
- Tipo 316 Ti: incluye titanio para resistencia al calor, por lo tanto, se usa en revestimientos de chimenea flexibles.
- 35 • Tipo 321 - similar a 304, pero menor riesgo de degradación por soldadura debido a la adición de titanio. Véase también 347 con adición de niobio para la desensibilización durante la soldadura.

Serie 400: aleaciones de cromo ferrítico y martensítico

- Tipo 405: ferrítico para aplicaciones de soldadura
- Tipo 408 - resistente al calor; mala resistencia a la corrosión; 11 % de cromo, 8 % de níquel
- Tipo 409 - el tipo más barato; usado para escapes de automóviles; ferrítico (solo hierro/cromo)
- 40 • Tipo 410 - martensítico (hierro/cromo de alta resistencia). Resistente al desgaste, pero menos resistente a la corrosión.
- Tipo 416: fácil de mecanizar debido al azufre adicional
- Tipo 420 - martensítico de grado cuchillería; similar al acero antióxido original de Brearley. Excelente aptitud para ser pulido.
- 45 • Tipo 430: decorativo, por ejemplo, para molduras automotrices; ferrítico. Buena conformabilidad, pero con temperatura y resistencia a la corrosión reducidas.

- Tipo 439: grado ferrítico, una versión de grado superior del 409 usada para las secciones de escape del convertidor catalítico. Más cromo para mejorar la resistencia a la corrosión/oxidación a altas temperaturas.
- Tipo 440 - un mayor grado de acero para cuberterías, con más carbono, lo que permite mucho mejor mantenimiento de los bordes cuando está debidamente tratado térmicamente.

5 • Tipo 446 - para servicio a temperatura elevada

Las composiciones limpiadoras ácidas que se tienen que usar según la invención se pueden usar en superficies de acero inoxidable austenítico mencionadas anteriormente, pero sin limitarse al mismo. La ausencia de compuestos de tiol hace que esta composición limpiadora sea aceptable para el lavado de la vajilla y la limpieza de otras superficies que entran en contacto con los alimentos.

10 Procedimientos limpiadores en el sitio

La composición que se tiene que usar según la invención también encontrará uso en la eliminación de suciedades minerales también. Por ejemplo, la composición puede usarse en tuberías de acero inoxidable en las que se necesite usar limpiadores ácidos para eliminar la cal de las superficies, incluyendo las aplicaciones de limpieza en el sitio (es decir, CIP, en inglés) donde se hace pasar el limpiador a través de las tuberías sin desmontar el equipo.

15 Las industrias ejemplares en las que se pueden aplicar los métodos de la presente invención incluyen: la industria de alimentos y bebidas, por ejemplo, las industrias lecheras, de queso, de azúcar y de cervecera; industria de procesamiento de petróleo; agricultura industrial y procesamiento de etanol y la industria farmacéutica de fabricación, pero sin limitarse a estas.

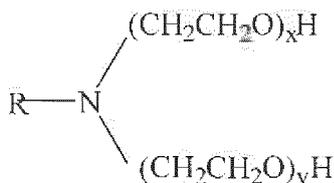
20 En algunos aspectos, los métodos de la presente invención se aplican a equipos, por ejemplo, equipo industrial, en general, limpiados usando procedimientos de limpieza para limpiar en el sitio. Ejemplos de tales equipos incluyen evaporadores, intercambiadores de calor (incluidos intercambiadores de tubo en tubo, inyección directa de vapor e intercambiadores de placa en marco), bobinas de calentamiento (incluidos vapor, llama o fluido de transferencia de calor calentado), recristalizadores, cristalizadores en recipientes, atomizadores, secadores de tambor, membranas y tanques.

25 Los procesos CIP (limpieza en el sitio) convencionales son generalmente conocidos. El procedimiento incluye la aplicación o la circulación de una solución diluida en agua de producto concentrado limpiador (típicamente de alrededor del 0,5 % al 3 % en volumen) sobre la superficie que se tiene que limpiar. La solución fluye a través de la superficie (de 0,9 a 1,8 metros por segundo (de 3 a 6 pies por segundo) para eliminar la suciedad. O la nueva solución se vuelve a aplicar a la superficie o la misma solución se recircula y se vuelve a aplicar a la superficie según sea necesario para
30 lograr una superficie limpia y exenta de suciedad.

Un procedimiento CIP típico para eliminar suciedad (incluyendo orgánica, inorgánica o una mezcla de los dos componentes) a menudo incluye al menos tres etapas: un aclarado inicial con agua o aclarado químico usado previamente, un lavado con solución alcalina o ácida y un aclarado final con agua fresca. Los pasos adicionales pueden incluir un lavado ácido o alcalino separado, así como un paso de desinfección separado. La solución alcalina ablanda
35 la suciedad y elimina la suciedad orgánica soluble en álcalis. La solución ácida elimina cualquier resto de suciedad mineral. La resistencia de las soluciones alcalinas y ácidas, la duración de los pasos de limpieza y la temperatura de la solución limpiadora dependen típicamente de la cantidad y la tenacidad de la suciedad. El aclarado con agua elimina cualquier solución química residual y suciedades antes de que el equipo se devuelva en línea para fines de producción.

Aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados

40 Las aminas se hacen reaccionar con diversas cantidades de óxido de etileno para etoxilar las aminas y para modificar la emulsificación, la tensión superficial, la solubilidad y las propiedades de resistencia catiónica de las aminas de base. Las aminas etoxiladas están representadas por la fórmula



45 donde R es el radical alquilo y x + y es 2, 5, 10, 15 o 50. Los grupos alquilo están disponibles comercialmente con un número de átomos de carbono de 10 a 18. Un ejemplo de una amina etoxilada disponible comercialmente para su uso en las composiciones incluye Ethomeen® SV/15, disponible comercialmente de AkzoNobel, pero no se limita a esta.

Los alcoholes se tratan con óxido de etileno para etoxilar el alcohol e hidróxido de potasio (KOH), que sirve como catalizador. El reactor se presuriza con nitrógeno y se calienta a 150 °C. La reacción se muestra a continuación: ROH + nC₂H₄O → R(OC₂H₄)_nOH en donde n es un número de 5 a 10. Un ejemplo de un alcohol etoxilado comercialmente

disponible es Tomadal® 25-7 de Air Products.

5 La presente invención emplea el uso de aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados como un inhibidor de la corrosión para el uso en composiciones limpiadoras ácidas que incluyan ácido sulfúrico y ácido nítrico. Según la invención, los limpiadores de ácidos sulfúrico/nítrico mezclados contienen del 1 % al 30 % en peso de ácido sulfúrico, del 5 % al 50 % o del 5 % al 25 % en peso de ácido nítrico y del 1 % al 80 % en peso de agua.

10 Según la invención, están presentes aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados en las composiciones ácidas concentradas en un porcentaje del 0,05 % al 5 % en peso. Las aminas etoxiladas, los alcoholes etoxilados y el ácido nítrico protegen la superficie del metal del ácido sulfúrico, hacen que la composición sea menos costosa y mantenga las propiedades de baja corrosividad, pocas manchas y propiedades limpiadoras de los limpiadores a base de ácido que contienen ácido fosfórico. Los solicitantes han encontrado que la adición de un inhibidor de la corrosión que incluya aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados actúa sorprendentemente bien en composiciones limpiadoras ácidas.

15 Las composiciones para usar según esta invención pueden producirse mezclando en primer lugar ácido sulfúrico y ácido nítrico y, opcionalmente agua, ya sea por procedimientos continuos o por lotes, a lo que se añade posteriormente la amina etoxilada o el alcohol etoxilado. Si bien no desea estar sujeto a ninguna teoría, se postula que las aminas etoxiladas y los alcoholes etoxilados, así como otras aminas y alcoholes que están destinados a estar dentro del alcance de la invención, recubren la superficie del acero para proporcionar un recubrimiento protector que evite que el ácido mezclado sulfúrico/nítrico la corroa, incluso en ambientes ácidos.

Aditivos

20 En algunos aspectos, las soluciones acuosas que se utilizarán según realizaciones de la invención también pueden contener otros componentes, si esto parece ser deseable. En muchos casos, es aconsejable añadir tensioactivos para fomentar un efecto limpiador y desengrase simultáneo, y para asegurar una humectación satisfactoria de las superficies que se están tratando con la composición limpiadora ácida. La cantidad deseada de los tensioactivos se puede añadir directamente a la solución de tratamiento, pero es preferible añadirlos al producto concentrado usado en la producción de la solución.

25 Además de los componentes principales, pueden añadirse otros aditivos a las composiciones, dependiendo de la suciedad que se tiene que eliminar, el acero inoxidable u otro material que se tenga que limpiar, los efectos inhibitorios que se requieran, las propiedades superficiales finales deseadas y los requisitos de eliminación de residuos y consideraciones económicas. También se pueden incluir otros aditivos incluyendo agentes humectantes para reducir la tensión superficial de la solución, solventes para ayudar a eliminar la suciedad hidrofóbica, antiespumantes para evitar la acumulación de espuma o espuma en la superficie de la solución, espesantes (estables al ácido) para permitir que el limpiador se adhiera (se pegue a la superficie vertical), pasivadores para proteger la superficie del ataque ambiental y biocidas para controlar los problemas de olores y matar las bacterias dañinas, pero sin limitarse a estos. También se pueden añadir tintes y otros componentes.

35 El término «tensioactivo» o «agente tensioactivo» se refiere a un compuesto químico orgánico que cuando se añade a un líquido cambia las propiedades de ese líquido en una superficie.

Los agentes potenciadores estéticos, tales como colorantes y perfumes, también se incorporan opcionalmente en la composición concentrada para usar según la invención. Los ejemplos de colorantes útiles en las composiciones concentradas para usar según la presente invención incluyen tintes líquidos y en polvo de Milliken Chemical, Keystone, Clariant, Spectracolors y Pylam, pero sin limitarse a estos.

40 Los ejemplos de perfumes o fragancias útiles en las composiciones concentradas que se usarán según la invención incluyen fragancias líquidas de J&E Sozio, Firmenich e IFF (International Flavors and Fragrances), pero sin limitarse a estas.

45 Debería entenderse que el agua suministrada como parte de la solución o del producto concentrado puede estar relativamente exenta de dureza. Se espera que el agua se pueda desionizar para eliminar la mayoría de los sólidos disueltos en el agua. Luego, el producto concentrado se diluye con agua disponible en la ubicación o el lugar de dilución y ese agua puede contener niveles variables de dureza dependiendo de la ubicación. Aunque se prefiere agua desionizada para formular el producto concentrado, el producto concentrado puede formularse con agua que no se haya desionizado. Es decir, el producto concentrado se puede formular con agua que incluya sólidos disueltos y se puede formular con agua que se pueda caracterizar como agua dura.

50 Los ejemplos de intervalos útiles para la composición básica para la composición limpiadora ácida que se usará según la invención incluyen los proporcionados en la tabla 1, ilustrada a continuación:

Tabla 1

Componente	Porcentaje en peso	Porcentaje en peso preferible
Ácido sulfúrico	1-30	15-25
Ácido nítrico	5-50	5-25
Amina etoxilada o alcohol etoxilado	0,05-5	0,05-5
Agua	1-80	1-60
Tinte	Hasta el 1 %	Hasta el 1 %
Urea	Hasta el 5 %	Hasta el 5 %
Tensioactivo	Hasta el 5 %	Hasta el 5 %

En una realización alternativa no según la invención, la composición limpiadora ácida puede incluir los componentes en las cantidades mostradas como se proporciona en la tabla 2, ilustrada a continuación:

5

Tabla 2

Componente	Porcentaje en peso	Porcentaje en peso preferible
Ácido sulfúrico	1-30	15-25
Amina etoxilada o alcohol etoxilado	0,05-5	0,05-5
Agua	1-80	1-60
Tinte	Hasta el 1 %	Hasta el 1 %
Urea	Hasta el 5 %	Hasta el 5 %
Tensioactivo	Hasta el 5 %	Hasta el 5 %

En otra realización alternativa no según la invención, la composición limpiadora ácida puede incluir los componentes en las cantidades mostradas como se proporciona en la tabla 3, ilustrado a continuación:

Tabla 3

Componente	Porcentaje en peso	Porcentaje en peso preferible
Ácido nítrico	5-50	5-25
Amina etoxilada o alcohol etoxilado	0,05-5	0,05-5
Agua	1-80	1-60
Tinte	Hasta el 1 %	Hasta el 1 %
Urea	Hasta el 5 %	Hasta el 5 %
Tensioactivo	Hasta el 5 %	Hasta el 5 %

10

Las composiciones ácidas de sulfúrico-nítrico/amina etoxilada o alcohol etoxilado pueden producirse por la mezcla de ácido nítrico y ácido sulfúrico y, opcionalmente agua, ya sea por procedimiento continuo o por lotes con la adición de aminas etoxiladas o alcoholes etoxilados y cualquier otro excipiente a partir de entonces.

15

Generalmente, durante un procedimiento de limpieza en el sitio, la fórmula concentrada se diluye con agua hasta una concentración específica y se calienta a la temperatura deseada y se recircula a través del equipo de procesamiento. Sin desear limitarse a ninguna teoría en particular, se cree que las aminas etoxiladas en las soluciones limpiadoras diluidas inhiben eficazmente la corrosión en la fase de vapor y las manchas de acero inoxidable a temperaturas que oscilan desde 4,44 °C (40 grados Fahrenheit) hasta 93,33 °C (200 grados Fahrenheit). Se cree, además, que los alcoholes etoxilados en la solución limpiadora diluida inhiben eficazmente la corrosión en la fase de vapor y las manchas de acero inoxidable a temperaturas que oscilan de 4,44 °C (40 grados Fahrenheit) a 71,11 °C (160 grados Fahrenheit).

20

En algunos aspectos, el uso de limpiadores ácidos puede implicar el uso de un producto limpiador de detergente alcalino y aclarado con agua, ya sea antes o después de la aplicación del limpiador ácido, seguido de un aclarado posterior con agua.

Ejemplos

5 Método de ensayo de la corrosión de aleación metálica

En el siguiente método de ensayo se describe un procedimiento aceptado, pero no exclusivo, de ensayo de corrosión de aleaciones de metal basado en el método ASTM como ASTM G1 y ASTM G31.

1. Obtenga cupones, limpie, pasive, mida la superficie y pese los cupones antes de los ensayos de corrosión.

10 2. Someta los cupones al ambiente corrosivo durante un período de tiempo que dependa del propósito del ensayo particular.

3. Al final del ensayo, aclare bien los cupones, seque, vuelva a pesar y calcule el MPY (mil pulgadas al año, por sus siglas en inglés) según el siguiente cálculo:

a. $MPY = (534\ 568 \times \text{pérdida de peso en gramos}) / (\text{superficie promedio en pulgadas}^2 \times \text{tiempo en horas} \times \text{densidad de la aleación de metal en g/cm}^3)$.

15 Procedimiento general de ensayo para el análisis de píxeles para cupones de acero inoxidable manchado

1. Escanee los cupones con un escáner.

2. Use el software ImageJ para crear un histograma en escala de grises del cupón escaneado.

20 3. Calcule la media del histograma de escala de grises para cada área del cupón que sea de interés, es decir, el análisis de píxeles del histograma del área manchada en la fase de vapor de un cupón se puede comparar con un histograma sin manchas de otro área o cupón para calcular una diferencia porcentual.

Resultados de la prueba de corrosión

25 Un ensayo de corrosión en fase de vapor se realizó mediante el ensayo de corrosión de la aleación de metal descrito anteriormente en cupones de acero inoxidable 410, usando una solución de uso de acidez equivalente a la de HNO3 al 0,83 % a 82,22 °C (180 grados Fahrenheit). Los cupones de acero inoxidable se sumergieron a medias en la solución de ensayo durante 47,5 horas. El nivel de manchado en fase de vapor se determinó en comparación con un punto sin manchas en el cupón de acero inoxidable usando análisis de píxeles de histograma. Un valor de «0» indica un cupón de acero inoxidable sin manchas, mientras que un número negativo indica un cupón de acero inoxidable más manchado. Los resultados se pueden ver en la figura 1 y en la tabla 4 a continuación.

Tabla 4

Cupón de acero inoxidable	Solución	Promedio manchas en la fase de vapor, %	Promedio cambio de las manchas en la fase de vapor en comparación con la solución de ácido nítrico/ácido sulfúrico, %
1	Agua desionizada	-1	
2	Ácido nítrico	-17	
3	Ácido nítrico/ácido sulfúrico	-22	
4	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con una amina etoxilada	-8	Reducción del 65 %
5	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con un alcohol etoxilado	-54	Aumento del 146 %

30 El cupón 1 de acero inoxidable se sumergió en un baño de solución de agua desionizada y se mostró relativamente sin manchas de vapor basándose en el análisis de píxeles del histograma que da como resultado un cambio del -1 % frente a un análisis de píxeles de histograma de un cupón sin manchas. El cupón # 2 de acero inoxidable se sumergió en un baño de solución de ácido nítrico y mostró una cantidad aumentada de manchas en comparación con el cupón # 1 (agua desionizada). El cupón # 3 de acero inoxidable se sumergió en un baño de solución de ácido nítrico/ácido sulfúrico y mostró aún más manchas en comparación con el cupón # 1 (agua desionizada) y el cupón @ 2 (solo nítrico). El cupón # 4 de acero inoxidable se sumergió en un baño de solución de ácido nítrico/ácido sulfúrico con una amina etoxilada añadida. La mancha fue ligeramente mayor que en el cupón #1 (agua desionizada), pero significativamente

35

- menor que en el cupón # 2 (solo nítrico) y el cupón #3 (nítrico/sulfúrico). Al comparar el histograma de manchas de vapor, el análisis de píxeles del cupón 4 (nítrico/sulfúrico/amina etoxilada) con el cupón 3 (nítrico/sulfúrico) muestra una reducción del 65 % en las manchas y la corrosión en la fase de vapor. Sin desear limitarse a ninguna teoría particular, se cree que la adición de la amina etoxilada dio como resultado una disminución en las manchas en la fase de vapor de la mezcla de ácido nítrico/sulfúrico. Finalmente, el cupón # 5 de acero inoxidable se sumergió en un baño de solución de ácido nítrico/ácido sulfúrico con la adición de un alcohol etoxilado. A 82,22 °C (180 grados Fahrenheit), la amina etoxilada no fue eficaz para inhibir las manchas en la fase de vapor de la mezcla nítrica/sulfúrica. Los resultados de este ensayo indican claramente que una amina etoxilada es un inhibidor efectivo de manchas de vapor y corrosión para una superficie de acero inoxidable 410 en un intervalo de temperatura mayor.
- 10 Un segundo ensayo se realizó usando el método de ensayo de la corrosión de la aleación de metal descrito anteriormente para medir las manchas en la fase de vapor de un cupón de acero inoxidable 410 con diversas composiciones de ensayo a 71,11 °C (160 grados Fahrenheit). El ensayo de la corrosión en la fase de vapor se realizó con una solución de uso de acidez equivalente al 0,83 % de HNO₃ a 71,11 °C (160 grados Fahrenheit). Los cupones de acero inoxidable se sumergieron a medias en las soluciones de ensayo durante 65 horas. Los resultados de este ensayo se muestran en la figura 2 y en la tabla 5 a continuación.

Tabla 5

Cupón de acero inoxidable	Solución	Promedio Manchas en la fase de vapor, %	Promedio Cambio en las manchas en la fase de vapor en comparación con la solución de ácido nítrico/ácido sulfúrico, %	Promedio Cambio en las manchas en la fase de vapor en comparación con la solución de ácido sulfúrico, %
1	Agua desionizada	0,1	Reducción del 102 %	Reducción del 101 %
2	Ácido nítrico	1,3	Reducción del 124 %	Reducción del 107 %
3	Ácido sulfúrico	-18,7	Aumento del 246 %	N/A
4	Ácido nítrico/ácido sulfúrico	-5,4	N/A	Reducción del 71 %
5	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con un alcohol etoxilado	-2,7	Reducción del 49 %	Reducción del 85 %
6	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con una amina etoxilada y un alcohol etoxilado	-0,4	Reducción del 93 %	Reducción del 98 %
7	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con una amina etoxilada	0,1	Reducción del 103 %	Reducción del 101 %

- Los cupones # 1 (desionizado) y # 2 (nítrico solamente) de acero inoxidable mostraron relativamente pocas manchas o ninguna o poca corrosión o ninguna, de vapor, basándose en el análisis de píxeles de histograma. Sin embargo, el cupón # 3 (solo sulfúrico) de acero inoxidable mostró un nivel relativamente alto de manchas de vapor. El cupón #4 (nítrico/sulfúrico) de acero inoxidable mostró una reducción del 71 % en manchas y en corrosión en comparación con el cupón # 3 (solo sulfúrico) de acero inoxidable. El cupón # 5 (nítrico/sulfúrico/alcohol etoxilado) de acero inoxidable se sumergió en una mezcla de solución de ácido nítrico y ácido sulfúrico con un inhibidor de la corrosión y de las manchas en la fase de vapor añadido, específicamente un alcohol etoxilado. Esta mezcla dio como resultado una reducción del 49 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón 4 (nítrico/sulfúrico) y una reducción del 85 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón 3 (solo sulfúrico). Finalmente, el cupón # 6 (nítrico/sulfúrico/alcohol etoxilado/amina etoxilada) de acero inoxidable se sumergió en una mezcla de solución de ácido nítrico y ácido sulfúrico con dos inhibidores de la corrosión añadidos, específicamente una amina etoxilada y un alcohol etoxilado. El cupón 6 tuvo una reducción del 93 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón 4 (nítrico/sulfúrico) y una reducción del 98 % en las manchas y la corrosión en comparación con el cupón 3 (solo sulfúrico). Finalmente, el cupón #7 (nítrico/sulfúrico/amina etoxilada) de acero inoxidable se sumergió en una mezcla de solución de ácido nítrico y ácido sulfúrico con un inhibidor de la corrosión y de las manchas en la fase de vapor añadido, específicamente una amina etoxilada. El cupón 7 tuvo una reducción del 103 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón # 4 (nítrico/sulfúrico) y una reducción del 101 % en el vapor para el cupón # 3 (solo sulfúrico). Este ensayo ilustra que tanto una amina etoxilada como un alcohol etoxilado son inhibidores de la corrosión y de las manchas en la fase de vapor altamente efectivos para acero inoxidable 410 a temperaturas tan altas como 71,11 °C (160 grados Fahrenheit).

Un tercer ensayo se realizó usando el método de ensayo de la corrosión de la aleación de metal descrito anteriormente para medir las manchas en la fase de vapor de un cupón de acero inoxidable 304 con diversas composiciones de ensayo a 82,22 °C (180 grados Fahrenheit). El ensayo de la corrosión en la fase de vapor se realizó con una solución de uso de acidez equivalente al 0,83 % de HNO₃ a 82,22 °C (180 grados Fahrenheit). Los cupones de acero inoxidable se sumergieron a medias en la solución de ensayo durante aproximadamente 300 horas. El nivel de las manchas en la fase de vapor se determinó en comparación con un punto sin manchas en el cupón de acero inoxidable usando análisis de píxeles de histograma. Un valor de «0» indica un cupón de acero inoxidable sin manchas, mientras que un número negativo indica un cupón de acero inoxidable más manchado. Los resultados se muestran en la figura 3 y en la tabla 6 (a continuación).

Tabla 6

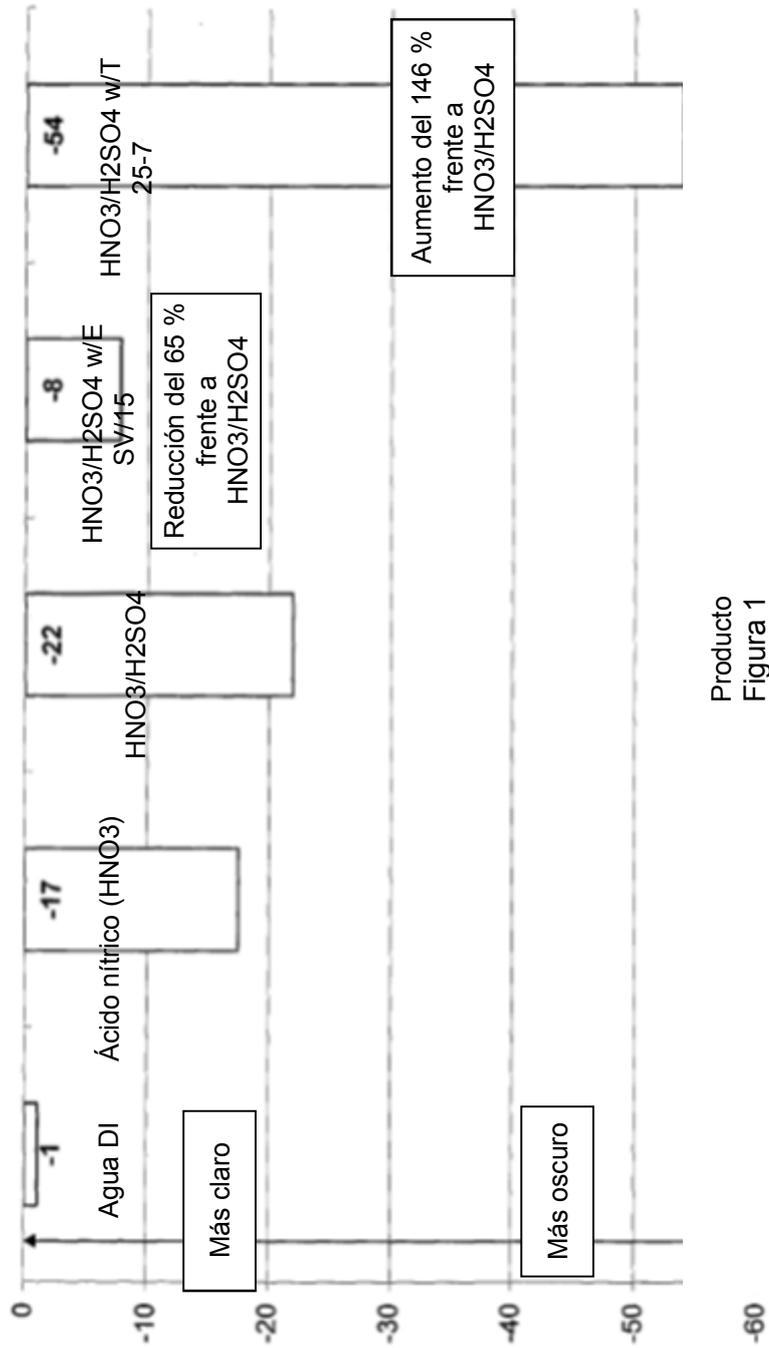
Cupón de acero inoxidable	Solución	Promedio manchas en la fase de vapor, %	Promedio cambio en las manchas en la fase de vapor en comparación con la solución de ácido nítrico, %	Promedio cambio de las manchas en la fase de vapor en comparación con la solución de ácido nítrico/ácido sulfúrico, %
1	Agua desionizada	-2,5	Reducción del 39 %	Reducción del 17 %
2	Ácido nítrico	-4,1	N/A	Aumento del 37 %
3	Ácido sulfúrico	0,5	Reducción del 112 %	Reducción del 117 %
4	Ácido nítrico/ácido sulfúrico	-3,0	Reducción del 26 %	N/A
5	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con una amina etoxilada	-0,3	Reducción del 94 %	Reducción del 91 %
6	Ácido nítrico/ácido sulfúrico con un alcohol etoxilado	-0,5	Reducción del 88 %	Reducción del 84 %

Como puede verse a partir de estos resultados, el cupón # 1 (agua desionizada) y el # 3 (sulfúrico solamente) de acero inoxidable mostraron relativamente pocas manchas o ninguna o poca corrosión o ninguna de vapor. Sin embargo, el cupón # 2 (solo nítrico) de acero inoxidable mostró una leve mancha de vapor. El cupón # 4 (nítrico/sulfúrico) de acero inoxidable se sumergió en una mezcla de ácido nítrico y ácido sulfúrico y mostró una reducción del 26 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón # 2 (solo nítrico). El cupón # 5 (nítrico/sulfúrico/amina etoxilada) de acero inoxidable se sumergió en una mezcla de solución de ácido nítrico y ácido sulfúrico con un inhibidor de corrosión añadido, específicamente una amina etoxilada, y mostró una reducción del 91 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón 4 (nítrico/sulfúrico) y una reducción del 94 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón 2 (solo nítrico). El cupón #6 (nítrico/sulfúrico/alcohol etoxilado) de acero inoxidable se sumergió en una mezcla de solución de ácido nítrico y ácido sulfúrico con un inhibidor de la corrosión añadido, específicamente un alcohol etoxilado. El cupón # 6 tuvo una reducción del 84 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón # 4 (nítrico/sulfúrico) y una reducción del 88 % en las manchas de vapor en comparación con el cupón # 2 (solo nítrico). Este ensayo ilustra que tanto una amina etoxilada como un alcohol etoxilado son inhibidores de la corrosión y de las manchas en el vapor altamente efectivos para el acero inoxidable 304, particularmente a temperaturas tan altas como 82,22 °C (180 grados Fahrenheit).

REIVINDICACIONES

1. Un método para inhibir la corrosión y las manchas en la fase de vapor en una superficie de acero inoxidable en un procedimiento de limpieza en el sitio, comprendiendo el método:
- 5 (a) aplicar una composición limpiadora ácida inhibidora de la corrosión en la fase de vapor a una superficie de acero inoxidable, comprendiendo la composición una solución limpiadora ácida en contacto con la superficie de acero inoxidable y un inhibidor de la corrosión en la fase de vapor en un intervalo de temperatura de la composición de 4,44 °C (40 grados Fahrenheit) a 93,33 °C (200 grados Fahrenheit), en donde la composición limpiadora ácida inhibidora de la corrosión en la fase de vapor comprende del 0,05 % en peso al 5 % en peso de una amina etoxilada y/o un alcohol etoxilado, del 5% en peso al 50 % en peso de ácido nítrico y del 1 % en peso al 30 % en peso de ácido sulfúrico.
- 10
2. El método de la reivindicación 1, en donde la composición limpiadora ácida inhibidora de la corrosión en la fase de vapor comprende del 1 % en peso al 80 % en peso de agua.
3. El método de la reivindicación 1, en donde la composición está en una forma concentrada que puede diluirse a una concentración de solución limpiadora usable.
- 15
4. El método de la reivindicación 1, en donde la composición limpiadora ácida inhibidora de la corrosión en la fase de vapor comprende del 0,01 % en peso al 5 % en peso de urea.
5. El método de la reivindicación 1, en donde la composición limpiadora ácida inhibidora de la corrosión en la fase de vapor comprende además del 0,01 % en peso al 5 % en peso de tensoactivo.
- 20
6. El método de la reivindicación 5, en donde el tensoactivo es un tensoactivo no iónico o un tensoactivo catiónico.
7. El método de la reivindicación 1, en donde la composición está sustancialmente exenta de un ión metálico o un compuesto que contiene fósforo.

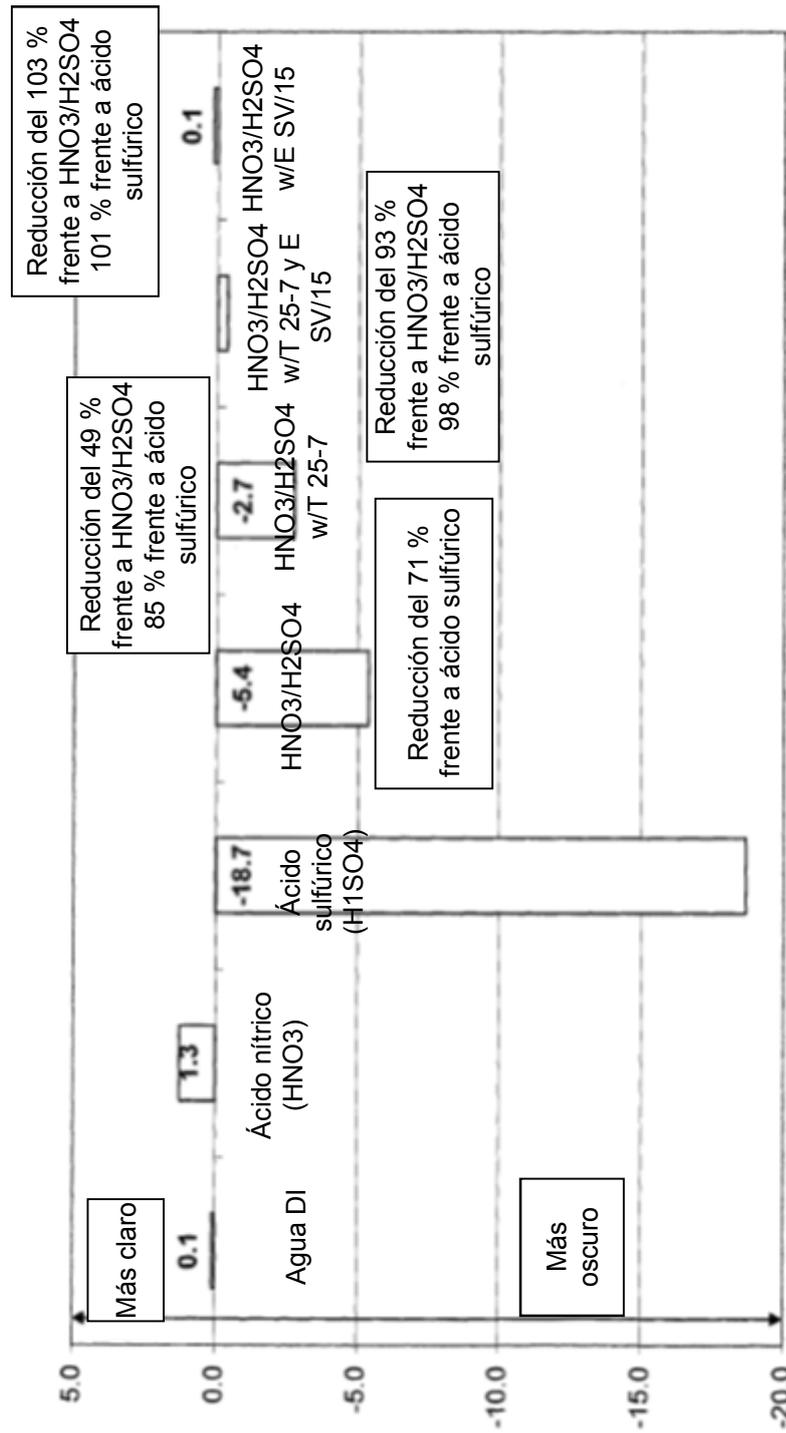
Resumen de las manchas en la fase de vapor para el ensayo A de corrosión de acero inoxidable 410
 Cambio en el píxel medio de luminosidad/oscuridad, %
 Soluciones de uso de acidez equivalente al 0,83 % como HNO₃, 82 °C (180 °F), 47,5 h, media inmersión



Promedio Manchas en la fase de vapor en comparación con punto sin manchas en el cupón, %

Producto
 Figura 1

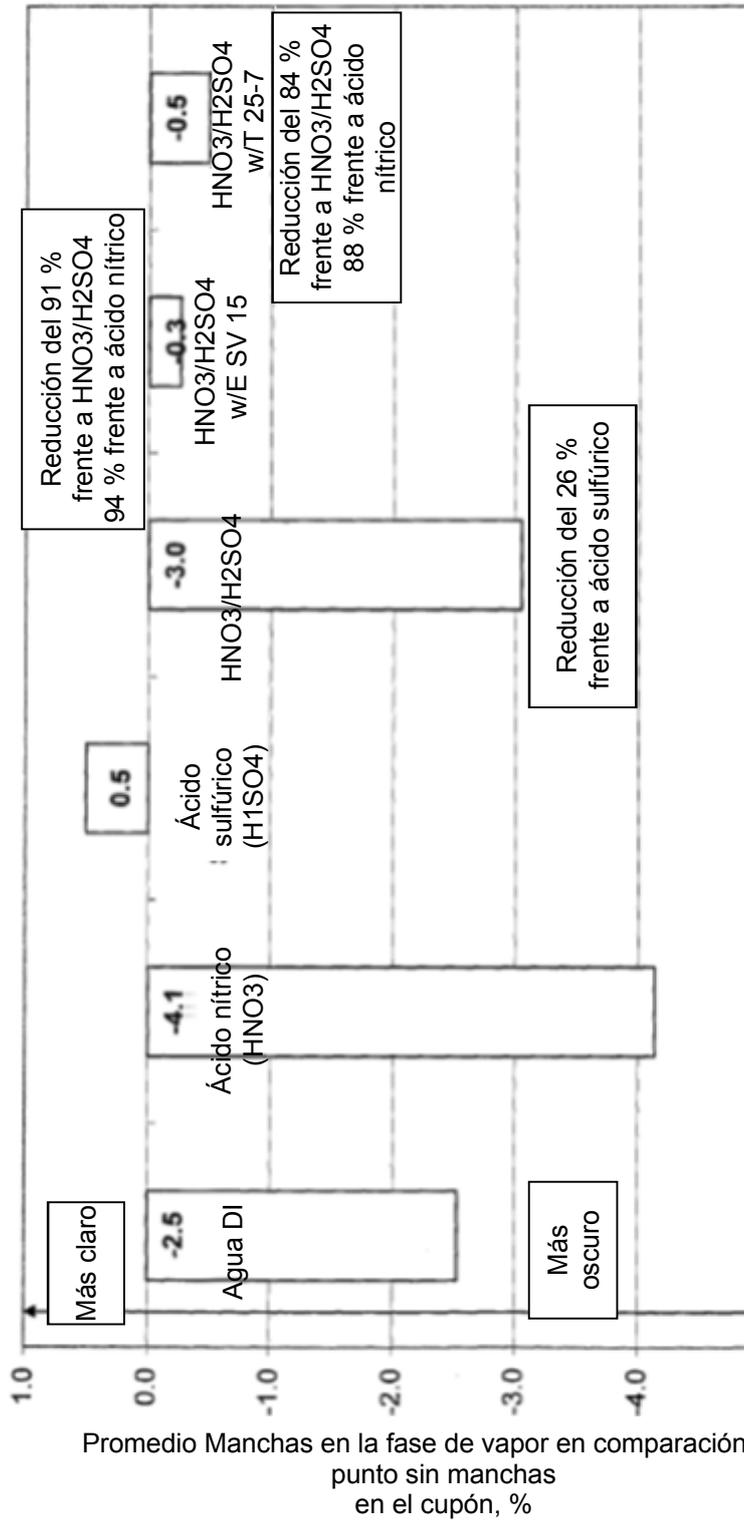
Resumen de las manchas en la fase de vapor para el ensayo B de corrosión de acero inoxidable 410
 Cambio en el píxel medio de luminosidad/oscuridad, %
 Soluciones de uso de acidez equivalente al 0,83 % como HNO₃, 71 °C (160 °F), 65 h, media inmersión



Promedio Manchas en la fase de vapor en comparación con punto sin manchas en el cupón, %

Producto
 Figura 2

Resumen de las manchas en la fase de vapor para el ensayo B de corrosión de acero inoxidable 410
 Cambio en el píxel medio de luminosidad/oscuridad, %
 Soluciones de uso de acidez equivalente al 0,83 % como HNO₃, 82 °C (180 °F), media inmersión



Producto
 Figura 3