

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 530**

51 Int. Cl.:

A61L 2/18 (2006.01)

B08B 9/00 (2006.01)

A23L 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2011 PCT/FR2011/050158**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011 WO11104452**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2011 E 11705936 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 2538983**

54 Título: **Procedimiento de inertización de tanques asépticos**

30 Prioridad:

25.02.2010 FR 1051343

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

17.03.2021

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CAMPO, PHILIPPE y
BOUQUIN, FABRICE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

Observaciones:

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o
Bemerkungen) en el folleto original publicado por
la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 812 530 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

Procedimiento de inertización de tanques asépticos

5 La presente invención se refiere al campo de los procedimientos de inertización de tanques usados para el almacenamiento o incluso la preparación de productos, y se interesa muy particularmente en el caso de los tanques llamados "asépticos".

El documento WO03/070024 ilustra este campo técnico.

10 Más generalmente, en numerosas industrias, es necesario preparar o mantener productos almacenados en tanques o contenedores, bajo atmósferas controladas de bajo contenido residual de oxígeno. Esta necesidad puede ser el resultado de limitaciones variables según los productos almacenados, y especialmente ligadas a razones de seguridad, a la voluntad de conservar la calidad del producto, por una sensibilidad de los productos almacenados a la oxidación, etc.

Este mantenimiento bajo atmósfera de baja concentración de oxígeno de dichos almacenamientos se denominada comúnmente "inertización".

15 La inertización consiste entonces en sustituir un volumen de aire presente en el tanque para inertizar por un volumen de un gas considerado como inerte en las condiciones de uso consideradas. Los gases más a menudo usados en tales operaciones son nitrógeno, argón o incluso dióxido de carbono, o sus mezclas.

Entre las técnicas más corrientemente usadas para inertizar tales tanques y por ello para sustituir el aire por el gas inerte se encuentran:

20 – La purga por efecto pistón. Esta técnica consiste en introducir el gas inerte por el lado opuesto a la salida del gas purgado (evacuado). Esta técnica se usa sobre todo en secciones bajas, muy raramente para tanques, esto por las limitaciones evidentes de dispersión del gas. La cantidad de gas inerte consumida es cercana a un volumen de gas por volumen de gas para purgar.

25 – La inertización por dilución. Esta técnica es muy usada, conviene a capacidades de todos los tamaños. Consiste en inyectar el gas inerte por un orificio y proceder así a la dilución sucesiva del aire presente en el tanque. La dilución se mantiene hasta obtener la concentración de oxígeno residual deseada.

La cantidad de gas inerte consumida con esta técnica es cercana a 3 volúmenes de gas por volumen de capacidad para inertizar, esto para conseguir una concentración de oxígeno residual típicamente comprendida entre 2 y 5%.

30 – La inertización por compresión-expansión. Esta técnica se usa raramente para inertizar un tanque. Efectivamente, esta técnica obliga a realizar una bajada de presión del tanque para eliminar una parte del aire presente o bien a poner el tanque a presión para facilitar la dilución. Los tanques por tanto se adaptan muy raramente a las presiones de trabajo requeridas.

La cantidad de gas inerte consumida con esta técnica depende del número de ciclos usados. A menudo está comprendida entre 1 y 2 volúmenes de gas inerte por volumen de tanque.

Se llega entonces ahora al caso particular de los tanques llamados "asépticos":

35 Ciertas industrias tales como la industria agroalimentaria o farmacéutica deben (por razones bien comprensibles que no se explicarán más aquí) proceder a lavados regulares de sus tanques en el marco de asepticación de estos tanques.

40 Los lavados asépticos consisten, en la mayoría de los casos, en lavar el tanque con una solución caliente alcalina, a una temperatura cercana a 80°C. Se procede a continuación inmediatamente después, sin esperar al enfriamiento del tanque, al aclaramiento del tanque con agua fría. Esta agua fría (10 a 25°C) se inyecta por los mismos elementos de proyección (de tipo bolas de lavado) situados en lo alto del tanque y usados anteriormente para enviar la solución caliente de lavado.

Este ciclo térmico conlleva, se entiende, una bajada de presión del tanque, bajada de presión que aspira el aire exterior.

45 Más precisamente, en el lavado en caliente, la atmósfera de la cuba del tanque se reemplaza por una mezcla gaseosa que comprende el gas presente inicialmente en la cuba, por tanto aire o bien un gas inerte si la cuba se había inertizado inicialmente, y vapor de agua cuyo porcentaje depende de la temperatura (se visualizará mejor más adelante gracias a curvas).

A continuación del aclarado de la cuba con agua fría, el vapor de agua se condensa, lo que conlleva una bajada de presión si el tanque está cerrado, o bien la aspiración de un gas, a saber aire, si la cuba está abierta a la atmósfera.

50 Para los tanques cuya atmósfera está controlada (inertizada), esta puesta al aire se efectúa a menudo mediante la apertura de un venteo que permite la admisión de aire durante la fase de aclarado, lo que tiene como consecuencia

efectuar la entrada de un volumen alto de aire, que es necesario eliminar posteriormente por una de las técnicas convencionales de inertización ya planteadas anteriormente.

El uso de técnicas convencionales de inertización obliga a:

- 5 – Un tiempo de inmovilización de la cuba alto para bajar la concentración de oxígeno a un valor suficientemente bajo.
- Un consumo de gas alto.
- Una gestión delicada de la inertización sin un consumo excesivo de gas inerte, salvo para controlar la atmósfera por análisis del oxígeno residual, lo que representa una solución costosa, en particular en el caso en que se han de inertizar varias cubas.
- 10 En el conjunto de este contexto, se entiende, y es uno de los objetivos de la presente invención, que sería ventajoso poder disponer de un nuevo procedimiento de inertización de tanques asépticos, que permitiera a un tanque después de su etapa de lavado aséptico conservar una atmósfera de bajo contenido residual de oxígeno, permitiendo alcanzar:
 - un tiempo de inmovilización de la cuba casi nulo,
 - un consumo de gas optimizado y correspondiente sustancialmente a la estequiometría,
 - 15 – preferiblemente, una gestión de la calidad de inertización que se asegure automáticamente.

Como se verá con más detalle a continuación, el procedimiento según la reivindicación 1 propone efectuar un tratamiento gaseoso “instantáneo” del tanque, durante todo o parte del aclarado, y a gran caudal, con la ayuda de un gas inerte.

20 Y para ello, con el fin de explicar mejor lo anterior, según uno de los modos de aplicación de tal tratamiento gaseoso según la invención:

Se efectúa una predeterminación de la necesidad de gas inerte para realizar este tratamiento gaseoso, se pueden considerar diferentes maneras según la invención para efectuar esta predeterminación, y especialmente el enfoque siguiente:

- 25 a) después de un lavado en caliente del tanque, durante su aclarado (por tanto durante su funcionamiento tradicional según la técnica anterior), se establece la curva de descenso de temperatura de la cuba del tanque que se produce durante este aclarado, y se deduce de esta curva la necesidad de gas inerte para efectuar el tratamiento instantáneo, esto se ilustrará más adelante mediante ejemplos muy prácticos.

La curva de seguimiento de la temperatura del tanque durante el aclarado en su funcionamiento tradicional permite especialmente determinar:

- 30 i) la temperatura inicial antes del inicio del aclarado;
- j) el tiempo durante el cual la necesidad de gas es mayor (esto corresponde a la caída brusca de temperatura) y la temperatura asociada;
- k) el tiempo para alcanzar la temperatura final de equilibrio de la cuba (y la temperatura asociada).
- 35 b) Pero se puede establecer igualmente esta necesidad de forma menos precisa (modo no reivindicado), más aproximada, pero teniendo en cuenta la experiencia según las principales indicaciones de temperatura de lavado, temperatura del agua de aclarado y tiempo de aclarado características del sitio de usuario considerado, además de ajustar más precisamente el caudal inyectado en el momento de ejecución de las primeras pruebas.
- 40 c) Finalmente, se puede determinar la necesidad de gas y regular el caudal inyectado según un modo proporcional a la temperatura de la cuba (se detallará este modo más adelante en la presente solicitud).

Aquí también se habrá establecido después de un lavado en caliente del tanque, durante su aclarado (por lo tanto durante su funcionamiento tradicional según la técnica anterior), la curva de bajada de temperatura del tanque que se produce durante este aclarado.

45 Para resumir este modo, se puede decir que se considera por otra parte la curva de tensión de vapor de agua en función de la temperatura en un espacio cerrado, y que a cada temperatura de la cuba va a corresponder una necesidad de nitrógeno (volumen V en m³) para suprimir el vapor de agua (como si la temperatura de la cuba fuera de 0°C).

5 Una vez predeterminada esta necesidad de gas inerte, mediante uno u otro de estos procedimientos, se efectúa una compensación de esta necesidad inyectando un caudal muy alto de gas inerte (esta noción de caudal "alto" se explicará mejor más adelante), comenzando esta inyección preferiblemente durante el periodo intermedio entre lavado y aclarado, pudiendo proseguirse la inyección o no durante todo o parte del aclarado propiamente dicho según el valor nominal de temperatura que se desee alcanzar.

A modo ilustrativo: se comienza la inyección varios segundos antes de abrir la válvula de entrada de agua fría de aclarado, y se detiene la inyección instantánea cuando la temperatura de la cuba ha alcanzado un valor nominal dado, por ejemplo 25°C, aunque en este estado se prosiga el aclarado de la cuba con agua fría.

10 Se recomienda efectivamente según la invención inyectar el gas preferiblemente durante todo el aclarado, pero si no al menos sustancialmente hasta el final del periodo de caída rápida de temperatura que se visualizará mejor en el marco de ejemplos más adelante a continuación.

15 Como se acaba de indicar, se prefiere según la invención comenzar la inyección antes del inicio del aclarado (antes de la apertura de la válvula de entrada de agua), pero se puede comenzar sin inconvenientes esta inyección varios segundos después del inicio del aclarado (por ejemplo, 1 a 10 segundos después), lo que conllevará una pequeña entrada de aire que, según el resultado que se desee alcanzar en términos de oxígeno residual, no será obligatoriamente perjudicial.

Ha de observarse que se podrá mantener ventajosamente en ciertos casos, en particular para tanques abiertos, un ligero caudal de gas inerte con el fin de evitar la contaminación de la atmósfera por una entrada de aire.

20 Efectivamente, cuando se detiene la inyección instantánea, aunque la temperatura no baje más o casi nada, la cuba puede quedar varias horas sin usar. En este caso, y en particular si la cuba posee una comunicación permanente con la atmósfera mediante un venteo de gran tamaño, puede producirse una entrada de aire con el tiempo, y tal entrada es tanto más probable si la temperatura continúa bajando.

Mantener un ligero caudal de gas, por ejemplo de nitrógeno (por ejemplo de 2 a 5 Nm³/h) sobre tal cuba abierta evita esta entrada de aire.

25 Se observará igualmente que tal entrada de aire puede tener lugar igualmente si se introduce un producto en la cuba que no estaba en equilibrio con la atmósfera (lo que es generalmente el caso). Efectivamente, el producto "bombardeará" una parte del gas de la atmósfera, tanto más rápidamente cuanto más alejado esté del equilibrio y todavía más si se agita. La atmósfera "bombeada" conllevará una entrada de aire. Aquí también el mantenimiento de un ligero caudal de gas inerte aporta una solución a este fenómeno.

30 Como resultará evidente para el experto en la materia, según la técnica anterior, en el aclarado de la cuba con agua fría, el vapor de agua se condensa, lo que conlleva una bajada de presión si el tanque está cerrado, o bien la aspiración de un gas, a saber del aire, cuando la cuba está abierta a la atmósfera. Y por tanto gracias a la aplicación del procedimiento según la invención, es un gas inerte el que interviene, lo que cambia todo.

35 La presente invención se refiere entonces a un procedimiento de tratamiento de tanques usados para el almacenamiento y/o la preparación de productos, de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta a continuación.

Se observará que el documento WO03/070024 citado anteriormente ha elegido una aplicación totalmente diferente de la propuesta actualmente, ya que este documento propone llenar completamente el tanque de agua, luego a continuación inyectar solamente el gas inerte para expulsar el agua fuera del tanque (se señalará especialmente en la parte inferior de la página 2 del documento y en las figuras 2 y 3).

40 Además de que esta solución es económicamente absurda debido al consumo de agua inducido y su bombeo, es diferente de la reivindicada actualmente que propone inyectar el gas en el tanque durante toda o parte de la etapa de aclarado, por tanto durante una fase de inyección de agua de aclarado, esto especialmente para aprovechar la bajada de presión generada por el enfriamiento de la cuba y optimizar así el consumo de gas. Según el modo de aplicación A/ de la presente invención, se inyecta el gas durante toda o parte de la sección de la curva que presenta la caída más brusca de temperatura y se determina el caudal de gas inerte para inyectar por la fórmula siguiente:

$$Q_1 = (V_{1\text{gas}} / t_1) * 60$$

en Nm³/h de gas inerte

con:

50 Q_1 = caudal de gas inerte para inyectar durante la sección de curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura

$$V_{1\text{gas}} = (P_i - P_1) * V_{\text{cuba}}$$

V_{cuba} = el volumen de la cuba del tanque en m³

ES 2 812 530 T3

P_i = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_i de la cuba al término del lavado (en bar)

P_1 = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_1 de la cuba al término de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura (en bar)

t_1 = la duración de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura.

- 5 Según el modo de aplicación B/ de la presente invención, se inyecta el gas durante toda o parte de la curva de bajada de temperatura de la cuba del tanque que se produce durante el aclarado, y se determinan los caudales de gas inerte Q_1 y Q_2 para inyectar por las fórmulas siguientes:

$$Q_1 = (V1_{\text{gas}} / t_1) * 60$$

en Nm^3/h de gas inerte

- 10 con:

Q_1 = caudal de gas inerte para inyectar durante la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura

$$V1_{\text{gas}} = (P_i - P_1) * V_{\text{cuba}}$$

V_{cuba} = el volumen de la cuba del tanque en m^3

- 15 P_i = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_i de la cuba al término del lavado (en bar)

P_1 = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_1 de la cuba al término de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura (en bar)

t_1 = la duración de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura, y

$$Q_2 = (V2_{\text{gas}} / (t_f - t_1)) * 60$$

- 20 en Nm^3/h de gas inerte)

Q_2 = el caudal de gas inerte para inyectar durante la sección de la curva correspondiente a la caída más lenta de temperatura, que sigue a la sección de la curva que presenta la caída más brusca de temperatura.

$$V2_{\text{gas}} = (P_1 - P_2) * V_{\text{cuba}}$$

V_{cuba} = el volumen de la cuba en m^3

- 25 P_1 = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_1 de la cuba al término de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura (en bar)

P_2 = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_2 correspondiente al final de la sección de la curva correspondiente a la caída más lenta de temperatura (en bar)

t_1 = la duración de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura

- 30 t_f = el tiempo, desde el inicio del aclarado, para alcanzar la temperatura final de equilibrio.

La presente invención podrá adoptar por otro lado un modo de aplicación según una o varias de las subreivindicaciones adjuntas a continuación.

Como se ilustrará mejor a continuación, los experimentos efectuados por la solicitante demuestran claramente el aporte positivo de la invención.

- 35 Se ha registrado la temperatura de una cuba en el momento de su aclarado y enfriamiento (después del paso de la solución de lavado a 80°C). Esta cuba será la usada por los ejemplos, uno comparativo y el otro según la invención, reseñados más adelante en la presente descripción.

Esta curva de enfriamiento muestra la presencia de al menos dos periodos de tiempo

- un enfriamiento alto (brusco) y por tanto una bajada de presión asociada equivalente,
- 40 - un enfriamiento bajo (más lento y de baja amplitud) y una bajada de presión asociada equivalente,
- la temperatura inicial antes del inicio del aclarado es de $T_i = 80^\circ\text{C}$,

ES 2 812 530 T3

- el tiempo durante el cual la caída de temperatura es mayor, y por tanto durante el cual la necesidad de gas inerte es mayor, es cercano a $t_1 = 4$ min,
 - la temperatura al término de este primer periodo (de gran caída) es de aproximadamente $T_1 = 30^\circ\text{C}$,
 - el tiempo para alcanzar la temperatura final es cercano a $t_f = 7$ min,
- 5
- la temperatura final en este punto es de aproximadamente $T_f = 20^\circ\text{C}$.

Como ya se ha explicado anteriormente en la presente descripción, la necesidad de gas inerte en el transcurso de este enfriamiento corresponde en su mayor parte a la compensación de la diferencia de presión parcial de vapor de agua a diferentes temperaturas.

Los experimentos han permitido por otro lado deducir los datos siguientes:

- 10
- La presión parcial de agua a la temperatura inicial $T_i = 80^\circ\text{C}$ es cercana a $P_i = 0,474$ bar
 - La presión parcial de agua a la temperatura $T_1 = 30^\circ\text{C}$ es cercana a $P_1 = 0,042$ bar
 - La presión parcial de agua a la temperatura final $T_f = 20^\circ\text{C}$ es cercana a $P_2 = 0,023$ bar.

La necesidad de gas inerte V_{gas} corresponde entonces al volumen de la cuba V_{cuba} multiplicado por la diferencia de presión parcial de vapor de agua entre cada etapa, como se detalla a continuación.

- 15
- Para la etapa de caída rápida de temperatura, durante el periodo de tiempo $t_1 = 4$ min, la necesidad es de

$$V1_{\text{gas}} = (P_i = 0,474 \text{ bar} - P_1 = 0,042 \text{ bar}) * V_{\text{cuba}}$$

Para la etapa de caída lenta de temperatura, que permite alcanzar la temperatura final de equilibrio de la cuba en el tiempo $t_f = 7$ min, la necesidad es de:

$$V2_{\text{gas}} = (P_1 = 0,042 \text{ bar} - P_2 = 0,023 \text{ bar}) * V_{\text{cuba}}$$

- 20
- Así, para una cuba de volumen $V_{\text{cuba}} = 75 \text{ m}^3$, las necesidades en las diferentes etapas son

$$V1_{\text{gas}} = (0,474 - 0,042) * 75 = 32,4 \text{ m}^3 \text{ de gas y}$$

$$V2_{\text{gas}} = (0,042 - 0,023) * 75 = 1,4 \text{ m}^3 \text{ de gas.}$$

Estas necesidades de gas son para inyectar durante todo o parte de los periodos de tiempo asociados, es decir

- durante el tiempo $t = 4$ min, correspondiente a la fase de bajada rápida de temperatura de la cuba,
- 25
- durante el tiempo $t_f - t_1 (7 - 4) = 3$ min, correspondiente a la fase de bajada lenta de temperatura de la cuba, hasta su equilibrio cercano a 20°C .

A estos volúmenes de gas corresponden entonces los caudales de gas inerte asociados

- para el primer periodo de tiempo $t_1 = 4$ min, etapa de caída rápida de temperatura, el caudal de nitrógeno para inyectar para compensar la caída de temperatura y conservar la atmósfera de la cuba es de
- 30
- $$Q_1 = (V1_{\text{gas}} / t_1) * 60 = (32,4/4) * 60 = 486 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ de gas inerte,}$$
- para el segundo periodo de tiempo $t_f - t_1 (7 - 4) = 3$ min, etapa de caída lenta de temperatura, el caudal de nitrógeno para inyectar para compensar la caída de temperatura y conservar la atmósfera de la cuba es de

$$Q_2 = (V2_{\text{gas}} / (t_f - t_1)) * 60 = (1,4/3) * 60 = 28 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ de gas inerte.}$$

- 35
- Se detallan a continuación las condiciones de ejemplos prácticos de aplicación, uno según la invención y el otro comparativo.

Ensayo según la técnica anterior

- 40
- En la cuba anteriormente evaluada, de un volumen de 75 m^3 , previamente inertizada y cuyo oxígeno residual en la fase gaseosa es de aproximadamente 2,5%, se procede a una secuencia de lavado aséptico con la ayuda de una solución aséptica a 80°C , sin precauciones particulares. Se procede inmediatamente después a una etapa de aclarado en frío, y se comprueba como se esperaba una aspiración de aire por las válvulas de venteo. Esta aspiración conlleva una alta modificación del residuo de oxígeno en la fase gaseosa ya que, en equilibrio a 20°C , el contenido de oxígeno en la fase gaseosa pasa de 2,5% a 13% en 7 minutos (t_i). Como resultará evidente para un experto en la materia, el hecho de haber procedido a una preinertización de la cuba antes del lavado permite demostrar mejor la recuperación de aire por la cuba debido a la ciclación térmica.

Ensayo con aplicación del procedimiento según la invención:

5 En la misma cuba, aquí inertizada previamente también y cuyo oxígeno residual en la fase gaseosa al término de la preinertización es de aproximadamente 3,5% (la diferencia de oxígeno residual con el caso anterior es únicamente debida a la dificultad experimental en esta instalación de obtener un valor ajustado a casi 1%), se procede aquí también a una secuencia de lavado aséptico, con la ayuda de una solución aséptica a 80°C. Al final del lavado aséptico en caliente, varios segundos (típicamente 5 segundos) antes de que comience el aclarado en frío, se aplica una inyección instantánea de nitrógeno, según la necesidad de gas inerte predeterminada según las curvas de caídas de temperatura de la cuba y de presión de vapor de agua.

10 La necesidad calculada (como se explica anteriormente arriba) hace aparecer una necesidad de inyectar 492 Nm³/h durante los 4 primeros minutos de lavado, seguido de una inyección de 24 Nm³/h durante los 3 minutos siguientes.

Las limitaciones técnicas obligan a inyectar un caudal ligeramente menor de 465 Nm³/h.

El oxígeno residual en la fase gaseosa al término del aclarado es de 4,5%. El procedimiento ha permitido por tanto conservar la atmósfera del tanque durante esta etapa de enfriamiento muy rápida, con un consumo de gas cercano a la estequiometría.

15 Se ha descrito anteriormente un ejemplo detallado de aplicación de la invención que usa un cálculo de cantidades de gas inerte para aplicar de forma diferenciada durante la porción de caída brusca de la temperatura de la cuba, y durante la porción de caída lenta de la temperatura de la cuba.

Se describe a continuación otro modo de aplicación C/ de la invención, concretamente, otro modo de cálculo de la necesidad de gas y de regulación de la inyección de nitrógeno.

20 Este modo usa el enfoque siguiente, que se va a ilustrar aquí también en el caso de la cuba de 75 m³ usada en los ejemplos anteriores, modo donde se va a regular el caudal inyectado con una válvula proporcional en función de la temperatura de la cuba

25 - aquí también se ha establecido después de un lavado en caliente del tanque, durante su aclarado (por tanto durante su funcionamiento tradicional según la técnica anterior), la curva de bajada de temperatura del tanque que se produce durante este aclarado,

- se considera por otro lado la curva de tensión de vapor de agua en función de la temperatura en un espacio cerrado (las dos primeras columnas de la tabla siguiente),

30 - se va a asociar a cada temperatura de la cuba una necesidad de nitrógeno (volumen V en m³) que corresponde al hecho de suprimir el vapor de agua (como si la temperatura de la cuba fuera de 0°C o -1°C). Esta necesidad (volumen) de nitrógeno está presente en la columna 3 de la tabla.

Considerando un ejemplo numérico, una temperatura de cuba de 70°C, la necesidad de gas se evalúa por la ecuación

$(P_{70}-P_0) * 75 \text{ m}^3 = (0,312-0,006) * 75 \text{ m}^3 = 23 \text{ m}^3$ (valor que se encuentra en la columna 3 justo enfrente de la temperatura 70°C),

35 - considerando por ejemplo la aplicación de un caudal durante el tiempo de 4 min de la porción de curva que presenta la caída brusca de temperatura, se da entonces en la columna 4 de la tabla siguiente el caudal para inyectar, enfrente de cada temperatura, basado en este tiempo de 4 min.

Este caudal corresponde por tanto a una aplicación de inertización hasta que se alcanza una presión de vapor de agua nula.

40 - por supuesto, como ya se ha señalado, se puede prever detener la inertización cerca de los 25°C, basta entonces con restar a cada caudal el caudal de inertización previsto para la temperatura de 25°C, se obtiene entonces la columna 5 de la tabla siguiente,

- por supuesto, esto solo constituye una ilustración de este modo de aplicación de la invención, usando el único tiempo de 4 min correspondiente a la caída brusca de temperatura, pero este mismo enfoque podría usarse para un segundo tiempo, permitiendo tratar la segunda pendiente (lenta) de temperatura.

ES 2 812 530 T3

°C	Bar	Necesidad de nitrógeno (m ³)	Caudal a t= 4 min	Caudal de detención a 25°C
100	1,013			
95	0,845			
90	0,701			
85	0,583			
80	0,474	36	533	497
75	0,385	29	433	397
70	0,312	23	351	315
65	0,25	19	281	245
60	0,199	15	224	188
55	0,157	12	177	141
50	0,123	9,2	138	102
45	0,096	7,2	108	72
40	0,074	5,6	83	47
35	0,056	4,2	63	27
30	0,042	3,2	47	11
25	0,032	2,4	36	0
20	0,023	1,7	26	
15	0,017	1,3	19	
10	0,012	0,9	14	
5	0,009	0,7	10	
0	0,006	0	7	

Se ha ilustrado muy particularmente en lo anterior el uso de un gas de inertización que era nitrógeno, pero se entiende sin dificultad que, según los contextos, según las aplicaciones y productos almacenados, se podrán usar otros gases y mezclas gaseosas tales como Ar, CO₂, He, etc. y sus mezclas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de tanques usados para el almacenamiento y/o la preparación de productos, procedimiento que comprende una etapa de lavado aséptico con la ayuda de una solución aséptica alcalina en caliente del tanque, a una temperatura cercana a 80°C, seguido de una etapa de aclarado con agua fría del tanque, a una temperatura situada en el intervalo que va de 10°C a 25°C, caracterizándose el procedimiento por que se inyecta en el tanque, durante toda o parte de la etapa de aclarado, un gas inerte, y por que se efectúa previamente una predeterminación de la necesidad de gas inerte para realizar este tratamiento gaseoso, efectuándose esta predeterminación de la forma siguiente:

a) después de un lavado aséptico en caliente del tanque, a dicha temperatura cercana a 80°C, se procede a su aclarado con agua fría en dicho intervalo de 10°C-25°C, y se mide la curva de bajada de temperatura de la cuba del tanque que se produce durante este aclarado,

b) se deduce de esta curva, a partir del conocimiento de la sección de la curva que presenta la caída de temperatura más brusca, y la sección de la curva correspondiente a la caída más lenta de temperatura, que sigue a la sección de la curva que presenta la caída más brusca de temperatura, dicha necesidad de gas inerte para efectuar dicho tratamiento,

y por que se inyecta el gas según uno de los modos A/ o B/ o C/ siguientes:

modo A/: se inyecta el gas durante toda o parte de la sección de la curva que presenta la caída más brusca de temperatura y se determina el caudal de gas inerte para inyectar por la fórmula siguiente:

$$Q_1 = (V1_{\text{gas}} / t_1) * 60$$

en Nm³/h de gas inerte

con:

Q₁= el caudal de gas inerte para inyectar durante la sección de curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura

$$V1_{\text{gas}} = (P_i - P_1) * V_{\text{cuba}}$$

V_{cuba} = el volumen de la cuba del tanque en m³

P_i= la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_i de la cuba al término del lavado, en bar

P₁= la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T₁ de la cuba al término de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura, en bar

t₁= la duración de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura;

modo B/: se inyecta el gas durante toda o parte de la curva de bajada de temperatura de la cuba del tanque que se produce durante el aclarado, y por que se determinan los caudales de gas inerte Q₁ y Q₂ para inyectar por las fórmulas siguientes:

$$Q_1 = (V1_{\text{gas}} / t_1) * 60$$

en Nm³/h de gas inerte

con:

Q₁ = el caudal de gas inerte para inyectar durante la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura

$$V1_{\text{gas}} = (P_i - P_1) * V_{\text{cuba}}$$

V_{cuba} = el volumen de la cuba del tanque en m³

P_i = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T_i de la cuba al término del lavado, en bar

P₁ = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T₁ de la cuba al término de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura, en bar

t₁ = la duración de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura;

y

$$Q_2 = (V2_{\text{gas}} / (t_1 - t_2)) * 60$$

ES 2 812 530 T3

en Nm³/h de gas inerte

Q₂= el caudal de gas inerte para inyectar durante la sección de la curva correspondiente a la caída más lenta de temperatura, que sigue a la sección de la curva que presenta la caída más brusca de temperatura;

$$V_{2\text{gas}} = (P_1 - P_2) * V_{\text{cuba}}$$

5 V_{cuba} = el volumen de la cuba del tanque en m³

P₁ = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T₁ de la cuba al término de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura (en bar)

P₂ = la presión de vapor de agua saturante a la temperatura T₂ correspondiente al final de la sección de la curva correspondiente a la caída más lenta de temperatura (en bar)

10 t₁ = la duración de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura

t_r = el tiempo, desde el inicio del aclarado, para alcanzar la temperatura final de equilibrio;

modo C/: se inyecta el gas regulando el caudal inyectado con una válvula proporcional en función de la temperatura de la cuba, y se determina la necesidad de gas inerte para efectuar dicho tratamiento de la forma siguiente:

15 - se asocia a cada temperatura de la curva de bajada de temperatura de la cuba una necesidad de nitrógeno, expresada como un volumen en m³, correspondiente al hecho de suprimir el vapor de agua asociado a esta temperatura;

- se asocia a cada necesidad así expresada en volumen en m³ un caudal de gas, calculado para un tiempo t de tratamiento.

20 2. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 1, caracterizado por que se comienza la inyección antes del inicio del aclarado.

3. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 1, caracterizado por que se comienza la inyección después del inicio del aclarado.

4. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 2, caracterizado por que se procede a la inyección de gas inerte durante toda la etapa de aclarado.

25 5. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 3, caracterizado por que se procede a la inyección de gas inerte durante todo el resto de la etapa de aclarado.

6. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que se detiene la inyección de gas inerte cuando la temperatura de la cuba ha alcanzado un valor nominal dado.

30 7. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 6, caracterizado por que se detiene la inyección de gas inerte cuando la temperatura de la cuba ha alcanzado 30°C, preferiblemente cuando ha alcanzado 25°C.

8. Procedimiento de tratamiento de tanques según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que se detiene la inyección de gas inerte cuando la temperatura de la cuba ha alcanzado el final de la sección de la curva correspondiente a la caída más brusca de temperatura.

35 9. Procedimiento de tratamiento de tanques según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se mantiene, después de detener la inyección de gas inerte, un caudal de mantenimiento de gas inerte en la cuba, caudal de mantenimiento que es inferior al caudal de gas inyectado durante el tratamiento propiamente dicho.

10. Procedimiento de tratamiento de tanques según el modo C/ de la reivindicación 1, caracterizado por que el tiempo t de tratamiento es la duración de la sección de la curva que presenta la caída de temperatura más brusca.