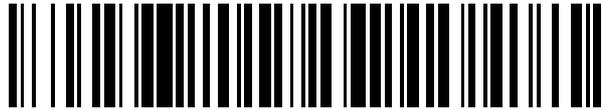


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 423**

51 Int. Cl.:

B01D 53/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2006 E 06792721 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 1919596**

54 Título: **Método de eliminación de dióxido de azufre de una corriente de gas de combustión**

30 Prioridad:

18.08.2005 US 208432

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

23.01.2015

73 Titular/es:

**SOLVAY CHEMICALS, INC. (100.0%)
3333 RICHMOND AVENUE
HOUSTON, TX 77098-3009, US**

72 Inventor/es:

MAZIUK, JOHN JR

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 527 423 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 eliminación de dióxido de azufre de una corriente de gas de combustión

5 La presente invención se refiere a la purificación de gases, y más particularmente a un método de purificación de gases de combustión que contienen gases nocivos tales como SO₂.

La inyección de sorbente seco (DSI, *dry sorbent injection*) se ha usado con una variedad de sorbentes para eliminar SO_x y otros gases del gas de combustión. Sin embargo, en el pasado la DSI se ha realizado normalmente a
 10 temperaturas mucho menores de 204,4°C (400°F) porque el material de equipo, tal como medios de cámaras de filtros de sacos, no puede resistir temperaturas superiores. Por ejemplo, en el documento US 4555391 se da a conocer un proceso para eliminar SO₂ de un gas de combustión, en el que se inyecta sorbente de sodio seco en el gas de combustión a una temperatura de aproximadamente 130°C. Adicionalmente, muchos materiales sorbentes se sinterizan o funden a temperaturas cercanas o mayores de 204,4°C (400°F), lo que los hace menos eficaces en la
 15 eliminación de gases. Los productos de reacciones de muchos materiales sorbentes también se adhieren al equipo y conductos a temperaturas superiores, lo que requiere una limpieza frecuente del equipo de proceso. Para operar a estas temperaturas inferiores, los gases producidos en la combustión deben enfriarse a menudo antes de inyectarse el sorbente. Esto es una etapa de proceso extra indeseable.

20 De este modo, existe la necesidad de un método de inyección de sorbente que sea eficaz en la eliminación de gases de SO_x a temperaturas elevadas.

En un aspecto, se proporciona un método de eliminación de SO₂ de una corriente de gas de combustión que incluye SO₂. El método incluye proporcionar una fuente de trona e inyectar la trona en la corriente de gas de combustión. La
 25 temperatura del gas de combustión está entre 315,6°C (600°F) y 482,2°C (900°F). La trona se mantiene en contacto con el gas de combustión durante un tiempo suficiente para hacer reaccionar una parte de la trona con una parte del SO₂ para reducir la concentración del SO₂ en la corriente de gas de combustión.

En otro aspecto, se proporciona un sistema para la eliminación de SO₂ de una corriente de gas de combustión que
 30 incluye SO₂. El sistema incluye una fuente de trona y una corriente de gas de combustión. El sistema también incluye un inyector para inyectar la trona en la corriente de gas de combustión. La temperatura del gas de combustión está entre 315,6°C (600°F) y 482,2°C (900°F). El sistema también incluye una zona para mantener la trona en contacto con el gas de combustión durante un tiempo suficiente para hacer reaccionar una parte de la trona con una parte del SO₂ para reducir la concentración del SO₂ en la corriente de gas de combustión.
 35

Los párrafos anteriores se han proporcionado a modo de introducción general, y no pretenden limitar el alcance de las reivindicaciones siguientes. Las presentes realizaciones preferidas, junto con ventajas adicionales, se entenderán lo mejor como referencia a la siguiente descripción detallada tomada conjuntamente con los dibujos que se acompañan.
 40

La figura 1 es una representación esquemática de una realización de un sistema de desulfuración de gas de combustión.

La figura 2 es un gráfico que muestra la eliminación de SO₂ en % como función de la razón estequiométrica normalizada (NSR *normalized stoichiometric ratio*) para trona y bicarbonato de sodio.
 45

La figura 3 es un gráfico que muestra la eliminación de SO₂ en % como función de la temperatura del gas de combustión (en °F) para una realización de un sistema de desulfuración de gas de combustión.

50 La figura 4 muestra una placa perforada de un precipitador electrostático tras el funcionamiento en una realización de un sistema de desulfuración de gas de combustión que usa trona.

La figura 5 muestra una placa perforada de un precipitador electrostático tras el funcionamiento en una realización de un sistema de desulfuración de gas de combustión que usa bicarbonato de sodio.
 55

La invención se describe con referencia a los dibujos en los que se mencionan elementos similares mediante números similares. La relación y el funcionamiento de los diversos elementos de esta invención se entienden mejor mediante la siguiente descripción detallada. Sin embargo, las realizaciones de esta invención tal como se describen a continuación, son sólo a modo de ejemplo, y la invención no se limita a las realizaciones ilustradas en los dibujos.
 60

La inyección de sorbente seco (DSI) se ha usado como alternativa de bajo coste a un sistema de depuración en seco o en húmedo por pulverización para la eliminación de SO₂. En el proceso de DSI, el sorbente se almacena y se inyecta seco en el conducto de humos en el que reacciona con el gas de ácido. La presente invención proporciona un método de eliminación de SO₂ de una corriente de gas de combustión que comprende SO₂, preferiblemente inyectando un sorbente tal como trona en una corriente de gas de combustión para que reaccione con SO₂. La trona es un mineral que contiene aproximadamente del 85-95% de sesquicarbonato de sodio (Na₂CO₃-NaHCO₃-2H₂O). Un
 65

enorme depósito de mineral trona se encuentra al suroeste de Wyoming cerca de Green River. Tal como se usa en el presente documento, el término "trona" incluye otras fuentes de sesquicarbonato de sodio. Sin embargo, se prefieren realizaciones en las que la fuente de sesquicarbonato es trona extraída. El término "gas de combustión" incluye el gas de escape de cualquier clase de proceso de combustión (incluyendo carbón, petróleo, gas natural o material de partida para vidrio por ejemplo). El gas de combustión incluye normalmente SO₂ junto con otros gases de ácido tales como HCl, SO₃ y NO_x.

En la figura 1 se muestra una representación esquemática del proceso. El horno o cámara 10 de combustión se alimenta con una fuente 12 de combustible, tal como carbón, y con aire 14 para quemar la fuente 12 de combustible. Desde la cámara 10 de combustión, los gases producidos en la combustión se conducen a un intercambiador de calor o calentador 40 de aire. La salida del intercambiador de calor o calentador 40 de aire se conecta a un dispositivo 50 de recogida de material particulado. El dispositivo 50 de recogida de material particulado elimina las partículas producidas durante el proceso de combustión, tales como cenizas volantes, del gas de combustión antes de que se conduzca a la chimenea 60 de gases para la ventilación. El dispositivo 50 de recogida de material particulado puede ser un precipitador electrostático (ESP, *electrostatic precipitator*). También pueden usarse otros tipos de dispositivos de recogida de material particulado, tales como una cámara de filtros de sacos, para la eliminación de sólidos. La cámara de filtros de sacos contiene filtros para separar las partículas producidas durante el proceso de combustión del gas de combustión. Debido al tamaño de partícula relativamente pequeño usado en el proceso, la trona puede actuar como torta previa para filtración en los medios filtrantes de la cámara de filtros de sacos.

El sistema de eliminación de SO₂ incluye una fuente de trona 30. La trona 30 tiene preferiblemente un tamaño de partícula medio de entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 40 micrómetros, lo más preferiblemente entre aproximadamente 24 micrómetros y aproximadamente 28 micrómetros. La trona está preferiblemente en forma granular seca. Una fuente de trona adecuada es trona T-200[®], que es un producto de mena de trona refinada mecánicamente disponible de Solvay Chemicals, Green River, WY. La trona T-200[®] contiene aproximadamente el 97,5% de sesquicarbonato de sodio y tiene un tamaño de partícula medio de aproximadamente 24-28 micrómetros. El sistema de eliminación de SO₂ también puede incluir un pulverizador 32 de molino de bolas, u otro tipo de molino, para disminuir y/o de otro modo controlar el tamaño de partícula de la trona *in situ*.

La trona se transporta desde la fuente 30 de trona al inyector 20. La trona puede transportarse neumáticamente o mediante cualquier otro método adecuado. La trona puede airearse fácilmente para la transferencia neumática. En la figura 1 se ilustra esquemáticamente un aparato para inyectar la trona o el sesquicarbonato de sodio. El aparato 20 de inyección de trona introduce la trona en la sección 42 del conducto de gases de combustión, que está dispuesto en una posición aguas arriba de la entrada de la cámara de filtros de sacos y aguas arriba del intercambiador 40 de calor, si está presente un intercambiador de calor o un precalentador. El sistema de inyección de trona se diseña preferiblemente para maximizar el contacto de la trona con el SO_x en la corriente de gas de combustión. Puede usarse cualquier tipo de aparato de inyección conocido en la técnica para introducir la trona en el conducto de gases. Por ejemplo, la inyección puede llevarse a cabo directamente mediante un eyector impulsado por aire comprimido.

El proceso no requiere de ningún equipo de suspensión o recipiente de reactor si la trona se almacena y se inyecta seca en el conducto 42 de humos en el que reacciona con el gas de ácido. Sin embargo, el proceso también puede usarse con humidificación del gas de combustión o inyección en húmedo de la trona. Adicionalmente, los materiales particulados pueden recogerse húmedos a través de un recipiente de depuradora húmedo existente si el proceso debe usarse para la depuración de estabilización de neblina de ácido.

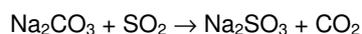
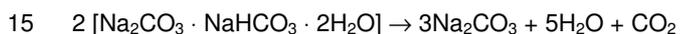
La temperatura del gas de combustión varía con la ubicación en el sistema de inyección y también puede variar algo con el tiempo durante el funcionamiento. La temperatura del gas de combustión en el que se inyecta la trona está entre 315,6°C (600°F) y 482,2°C (900°F). La trona se mantiene en contacto con el gas de combustión durante un tiempo suficiente para hacer reaccionar una parte de la trona con una parte del SO₂ para reducir la concentración del SO₂ en la corriente de gas de combustión. La temperatura del gas de combustión es preferiblemente mayor de 332,2°C (630°F), y lo más preferiblemente mayor de 371,1°C (700°F). La temperatura del gas de combustión es preferiblemente menor de 426,7°C (800°F), y lo más preferiblemente menor de 398,9°C (750°F). La temperatura del gas de combustión está lo más preferiblemente entre 371,1°C (700°F) y 398,9°C (750°F).

El proceso también puede variarse para controlar la temperatura del gas de combustión. Por ejemplo, puede ajustarse la temperatura del gas de combustión aguas arriba de la trona para obtener la temperatura del gas de combustión deseada cuando se inyecta la trona. Adicionalmente, puede introducirse aire ambiente en la corriente de gas de combustión y la temperatura del gas de combustión se monitoriza cuando se inyecta la trona. Otros posibles métodos de control de la temperatura del gas de combustión incluyen usar intercambiadores de calor y/o enfriadores de aire. El proceso también puede variar la ubicación de la inyección de trona o incluir múltiples ubicaciones para la inyección de trona.

Para lograr la desulfuración, la trona se inyecta preferiblemente a una velocidad con respecto a la velocidad de flujo del SO₂ para proporcionar una razón estequiométrica normalizada (NSR) de sodio con respecto a azufre de entre

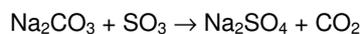
aproximadamente 1,0 y 1,5. La NSR es una medida de la cantidad de reactivo inyectado en relación con la cantidad teóricamente requerida. La NSR expresa la cantidad estequiométrica de sorbente requerido para reaccionar con todo el gas de ácido. Por ejemplo, una NSR de 1,0 significaría que se inyectó suficiente material para producir teóricamente una eliminación del 100 por ciento del SO₂ en el gas de combustión de entrada; una NSR de 0,5 produciría teóricamente una eliminación de SO₂ del 50 por ciento. La neutralización de SO₂ requiere dos moles de sodio por un mol de SO₂ presente.

A diferencia del bicarbonato de sodio, la trona no se funde a temperaturas elevadas. Más bien, el sesquicarbonato de sodio experimenta una rápida calcinación del bicarbonato de sodio contenido en carbonato de sodio cuando se calienta a o por encima de 135°C (275°F). Se cree que la descomposición “similar a palomitas de maíz” crea una superficie grande y reactiva llevando el carbonato de sodio sin reaccionar a la superficie de la partícula para la neutralización de SO₂. El subproducto de la reacción es sulfato de sodio y se recoge con cenizas volantes. La reacción química de la trona con el SO₂ se representa a continuación:



Pueden recogerse los productos de reacción sólidos de la trona y el SO₂ (principalmente sulfato de sodio) y la ceniza de sosa sin reaccionar en un precipitador electrostático u otro dispositivo de recogida de material particulado. La desulfuración total es preferiblemente al menos aproximadamente del 70%, más preferiblemente al menos aproximadamente del 80%, y lo más preferiblemente al menos aproximadamente del 90%.

En una realización, la corriente de gas de combustión comprende además SO₃. La trona se mantiene en contacto con el gas de combustión durante un tiempo suficiente para hacer reaccionar una parte de la trona con una parte del SO₃ para reducir la concentración del SO₃ en la corriente de gas de combustión. El SO₃ es normalmente más reactivo con el sorbente que el SO₂, de manera que la trona eliminaría primero el SO₃. La reacción química de la trona con el SO₃ se representa a continuación:



El sistema de inyección de trona también puede combinarse con otros sistemas de eliminación de SO_x, tales como bicarbonato de sodio, cal, piedra caliza, etc., con el fin de potenciar el rendimiento o eliminar gases peligrosos adicionales tales como HCl, NO_x, por ejemplo.

40 Ejemplos

Se realizó un estudio en una planta de vidrio comercial en Verona, CA usando un precipitador electrostático (ESP) de lado caliente y sin cámara de filtros de sacos. Se usó gas natural como fuente de combustible, y la fuente de azufre era de los materiales de partida para vidrio. La concentración de SO₂ en el gas de combustión era de 800 ppm. La trona usada era T-200[®] de Solvay Chemicals. Se inyectó la trona en el conducto usando una turbina de aire comprimido y un alimentador de esclusa neumática. Se midieron las velocidades de flujo de trona calibrando las rpm de la esclusa neumática con la pérdida de peso de trona en la tolva de almacenamiento de trona. Las velocidades de alimentación de trona variaron desde 22,7 hasta 95,7 kg/h (de 50 a 211 libras/h).

50 Ejemplo 1

Se inyectó trona en un gas de combustión a una temperatura de 398,9°C (750°F) a valores de NSR de 1,0, 1,2 y 1,4. La figura 2 muestra la eliminación de SO₂ en % como función de la razón estequiométrica normalizada (NSR) para la trona. A partir de estas pruebas puede observarse que la trona produjo velocidades de eliminación de SO₂ de aproximadamente el 80% a una NSR de 1,2. La figura 4 muestra una placa perforada de un ESP en la planta de vidrio tras el funcionamiento del sistema de eliminación de SO₂ durante cinco meses usando trona. Puede observarse que la placa está relativamente libre de acumulación de sólidos.

60 Ejemplo 2

Como ejemplo comparativo, se inyectó bicarbonato de sodio en las mismas condiciones que el ejemplo 1 a una NSR de 1,2. El resultado se muestra en la figura 2. La eliminación de SO₂ en % del 72% fue significativamente inferior a la de la trona a la misma temperatura y NSR. La figura 5 muestra una placa perforada de un ESP en la planta de vidrio tras el funcionamiento del sistema de eliminación de SO₂ usando bicarbonato de sodio. Puede observarse que la placa tiene una acumulación de sólidos significativa.

Ejemplo 3

5 Se inyectó trona en gas de combustión a una NSR de 1,5 en un intervalo de temperatura de 398,9°C (750°F) a 429,4°C (805°F). La figura 3 muestra la eliminación de SO₂ en % como función de la temperatura del gas de combustión. A partir de estas pruebas puede observarse que la trona produjo velocidades de eliminación de SO₂ de hasta el 91% y era eficaz a lo largo de un intervalo amplio de temperaturas elevadas.

10 A partir de los experimentos anteriores puede observarse que la trona era más eficaz que el bicarbonato de sodio en la eliminación de SO₂ de una corriente de gas de combustión a temperaturas elevadas. Por tanto, el sistema puede usar menos material sorbente que un sistema de bicarbonato de sodio para conseguir la misma reducción de azufre. Adicionalmente, puede observarse que la trona tenía buen rendimiento a lo largo de un intervalo amplio de temperaturas elevadas. Finalmente, el sistema de eliminación de SO₂ que usa trona tenía mucha menos acumulación de sólidos en las placas perforadas del ESP que un sistema que usa bicarbonato de sodio.

15 Las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en el presente documento son ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención se indica mediante las reivindicaciones en vez de mediante la descripción anterior y dibujos adjuntos. La invención puede realizarse en otras formas específicas sin apartarse de la invención tal como se expone en las reivindicaciones. Por consiguiente, se pretende que estos y cualquier otro cambio que se produzca
20 dentro del alcance de las reivindicaciones, se abarquen en las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Método de eliminación de SO₂ de una corriente de gas de combustión que comprende SO₂, que comprende:
- 5 - proporcionar una fuente de trona;
- inyectar la trona en la corriente de gas de combustión, en la que la temperatura del gas de combustión está entre 315,6°C (600°F) y 482,2°C (900°F); y
- 10 - mantener la trona en contacto con el gas de combustión durante un tiempo suficiente para hacer reaccionar una parte de la trona con una parte del SO₂ para reducir la concentración del SO₂ en la corriente de gas de combustión.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el tamaño de partícula medio de la trona es menor de aproximadamente 40 micrómetros.
- 15 3. Método según la reivindicación 1, en el que el tamaño de partícula medio de la trona es de entre aproximadamente 10 micrómetros y aproximadamente 40 micrómetros.
4. Método según la reivindicación 1, en el que el tamaño de partícula medio de la trona es de entre aproximadamente 24 micrómetros y aproximadamente 28 micrómetros.
- 20 5. Método según la reivindicación 1, en el que la temperatura del gas de combustión es mayor de 332,2°C (630°F).
6. Método según la reivindicación 1, en el que la temperatura del gas de combustión es mayor de 371,1°C (700°F).
- 25 7. Método según la reivindicación 1, en el que la temperatura del gas de combustión es menor de 426,7°C (800°F).
8. Método según la reivindicación 1, en el que la temperatura del gas de combustión es menor de 398,9°C (750°F).
- 30 9. Método según la reivindicación 1, en el que la temperatura del gas de combustión es de entre 371,1°C (700°F) y 398,9°C (750°F).
10. Método según la reivindicación 1, en el que la trona se inyecta a una velocidad con respecto a la velocidad de flujo del SO₂ para proporcionar una razón estequiométrica normalizada de sodio con respecto a azufre de entre aproximadamente 1,0 y 1,5.
- 35 11. Método según la reivindicación 1, en el que la trona se inyecta como material seco.
12. Método según la reivindicación 1 que comprende además moler la trona hasta un tamaño de partícula medio deseado en una ubicación cercana a la corriente de gas de combustión.
- 40 13. Método según la reivindicación 1 que comprende además recoger un producto de reacción de la trona y el SO₂ en un precipitador electrostático.
- 45 14. Método según la reivindicación 1, en el que la corriente de gas de combustión comprende además SO₃, que comprende además mantener la trona en contacto con el gas de combustión durante un tiempo suficiente para hacer reaccionar una parte de la trona con una parte del SO₃ para reducir la concentración del SO₃ en la corriente de gas de combustión.
- 50 15. Método según la reivindicación 1 que comprende además ajustar la temperatura del gas de combustión aguas arriba de la trona para obtener la temperatura del gas de combustión deseada cuando se inyecta la trona.
16. Método según la reivindicación 15, en el que el ajuste comprende además introducir aire ambiente en la corriente de gas de combustión y monitorizar la temperatura del gas de combustión cuando se inyecta la trona.
- 55 17. Método según la reivindicación 15, en el que el ajuste comprende además controlar el flujo de un material a través de un intercambiador de calor en comunicación con el gas de combustión.

Fig. 1

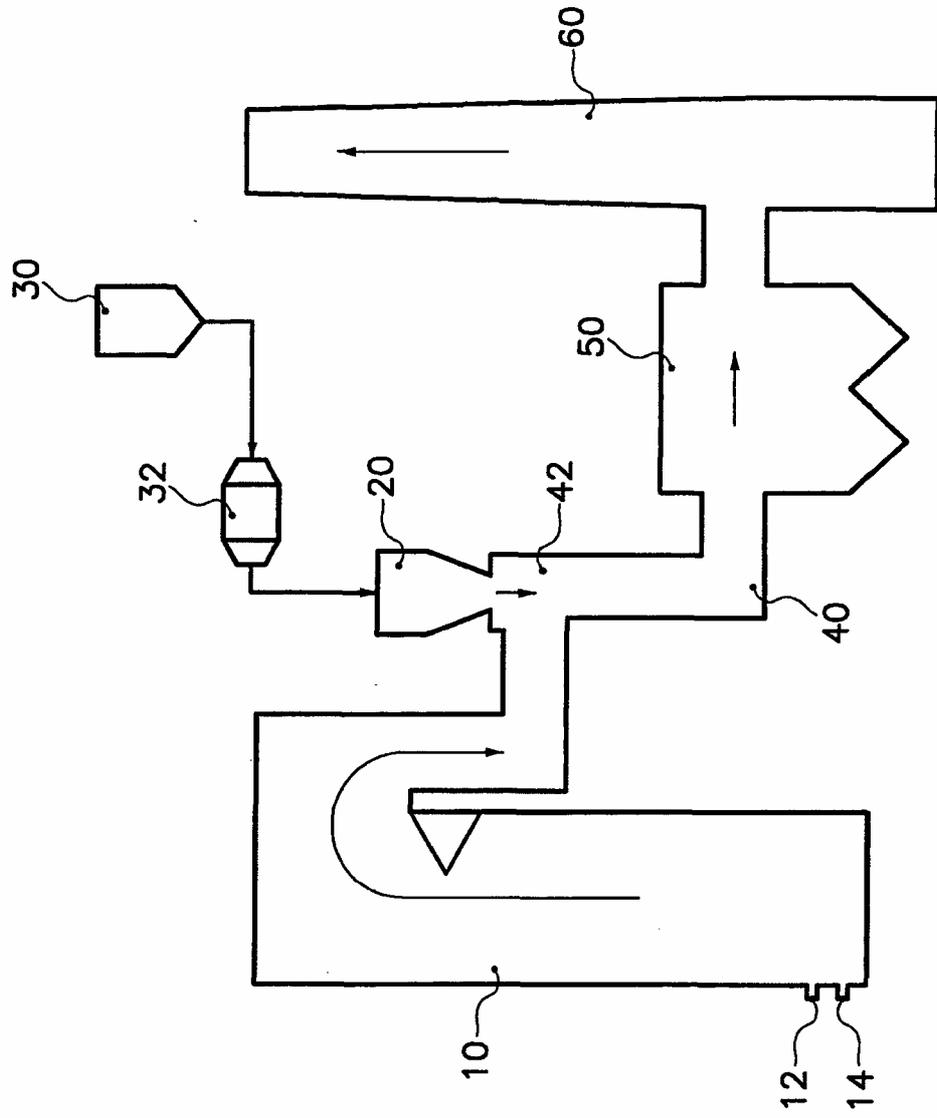


Fig. 2

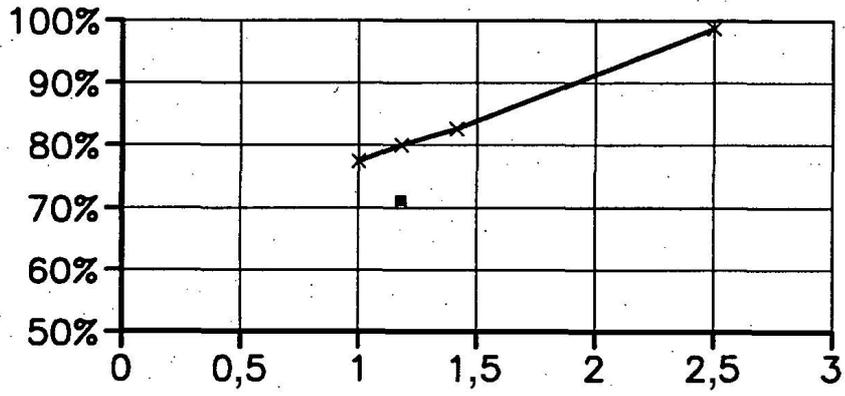


Fig. 3

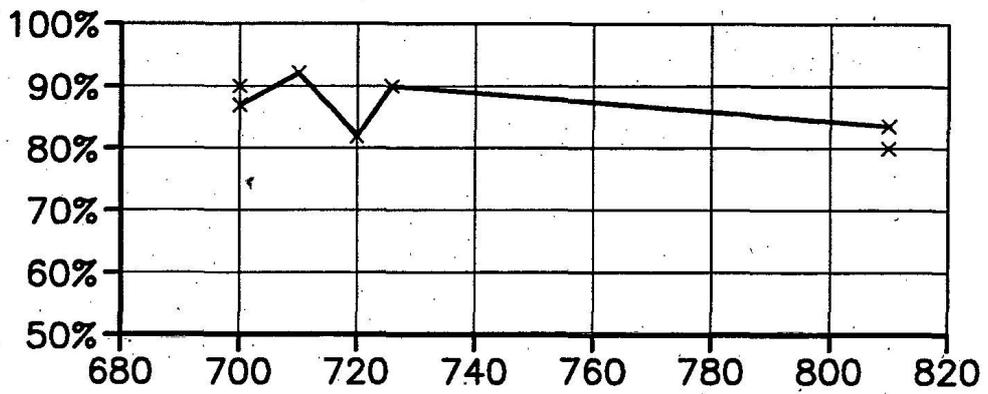


FIG. 4

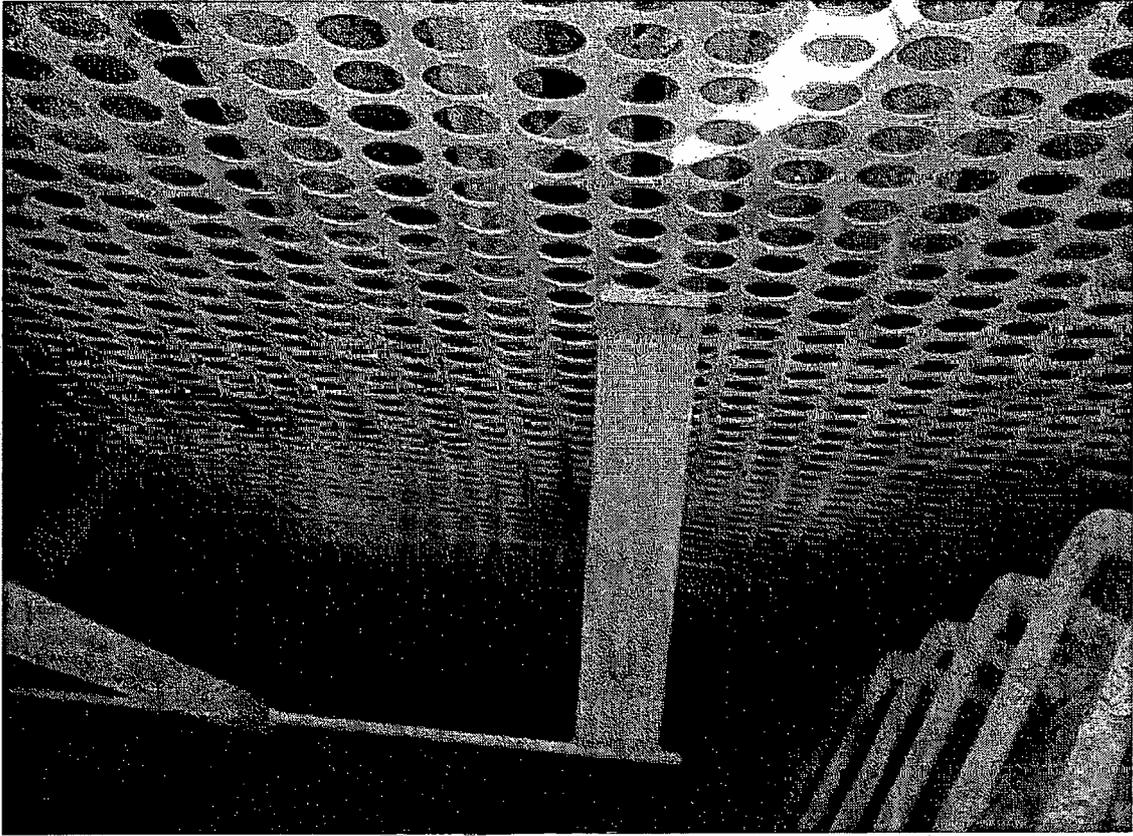


FIG. 5

