

Bogotá, Diciembre 14 de 2012

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-096291- -00004-0000

Fecha: 2012-12-14 15:36:55 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 523 RESPUESTA Folios: 19

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

ATN. YENNY MARCELA CAMPOS BORDA

Ciudad

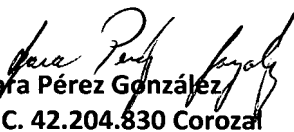
Ref. Expediente 09-96291
Respuesta al oficio 18548

Respetados señores, en mi calidad de apoderada y por medio del presente escrito nos servimos a dar respuesta al Oficio No. 18548 fijado en lista el día 23 de Octubre de 2012, el cual se realizó dentro del estudio al expediente 09-96291 el cual se encuentra en la División de Nuevas Creaciones de la Superintendencia de Industria y Comercio.

En el escrito anexo da respuesta a las diferentes observaciones, aclaraciones y profundizaciones solicitadas las cuales están debidamente foliadas.

Agradecemos de antemano la ayuda prestada a nuestras solicitudes y documentos radicados en su división,

Atentamente,


Sara Pérez González

C.C. 42.204.830 Corozal

Apoderada

Pérez & Asociados

Medellín, 30 de noviembre de 2012

Doctor
José Luis Salazar López
Director de Nuevas Creaciones
Superintendencia de Industria y Comercio

Asunto: Respuesta Resultado del Examen de Fondo de la Radicación 09 96291

Respetado Doctor Salazar,

Con base a la respuesta del resultado del examen de fondo de la invención titulada *"Equipo de Adsorción para la Deshidratación de Etanol y su procedimiento de operación"* se realizan las siguientes precisiones:

1. SOBRE LAS REIVINDICACIONES

Se modificó la citación a las Figuras de las reivindicación 3, dado que la forma como estaba redactada no era clara.

La reivindicación 9 se sugiere eliminarla por considerarla poco clara y dado que reivindica un resultado a obtener.

Las reivindicaciones 1 a 9 se modificaron según las sugerencias para hacer relación a un Sistema. Esto resulta más coherente con lo relatado sobre la invención en el capítulo descriptivo.

Las reivindicaciones 10 a 14 se aclararon según el capítulo descriptivo para caracterizar el procedimiento de operación del sistema de adsorción para la deshidratación de etanol.

Las unidades de medida fueron corregidas para todo el documento al sistema internacional de medidas "SI".

Dadas las sugerencias anteriores, el capítulo reivindicatorio queda escrito como se muestra en el Anexo 1.

2. DESCRIPCIÓN

El capítulo descriptivo, según las sugerencias de la evaluación de fondo de la SIC, fueron mejoradas para cumplir con el requisito de claridad, según el artículo 28 de la Decisión Andina 486.

El capítulo descriptivo completo se muestra en el Anexo 1

3. NIVEL INVENTIVO

La cámara de transferencia según D2 se describe, en otra versión del invento y según la reivindicación 37, como una multiplicidad de cámaras adyacentes para proveer transferencia de calor durante la regeneración del lecho empleado en la adsorción del etanol. La torre de calentamiento o regeneración, según la reivindicación 1 de la presente invención, es externa y no embebida en el lecho adsorbente como lo reivindica D2.

En la presente invención, la torre de calentamiento o regeneración está unida funcionalmente a la torre de adsorción pero no se forma una cámara adicional en el interior del lecho, dado que esto disminuye la eficiencia del sistema al ingresar volúmenes muertos. Es por ello que cada entrada lateral inyecta directamente aire seco al lecho, dado que una cámara adyacente como la descrita en el D2 quemaría en una versión del invento al maíz, bajando su eficiencia de adsorción y deteriorando por ende el material adsorbente.

Por tanto el problema técnico resuelto en esta invención fue lograr un lecho sin cámaras de transferencia térmica para calentamiento que maximizara la cantidad de lecho adsorbente para la deshidratación de etanol y que proveyera una alta eficiencia durante la adsorción sin deteriorar el material responsable de dicha adsorción.

El concepto de "cámara de reacción" no se considera en la presente invención. En algunos apartes del oficio 18548 de la superintendencia se habla del "reactor". Sin embargo no se considera ninguna reacción química con el etanol en el equipo de la presente invención.

Cordialmente,

Margarita Enid Ramírez

Vo Bo: Margarita Enid R C

Carlos Ocampo López

Vo Bo: Carlos Ocampo López

Jhonatan Gil

Juan David Manzur

Fernando Ceballos

Inventores

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ANEXO 1

EQUIPO DE ADSORCIÓN PARA LA DESHIDRATACIÓN DE ETANOL Y SU PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

RESUMEN

Se trata de un equipo de separación auto regenerable para la deshidratación de etanol mediante la alimentación de una corriente de una solución acuosa de etanol al 95.7% (v/v) en fase vapor a una torre con lecho activo con materiales minerales o cereales como el maíz para la obtención de un producto final de concentración de 99.5% (v/v) de etanol, cuenta para ello con un procedimiento de operación por etapas especialmente diseñado para el equipo y un procedimiento especial de llenado del lecho que optimiza su rendimiento y la calidad del producto.

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada al área de los procesos de separación de compuestos orgánicos por transferencia de masa empleando sistemas de deshidratación por adsorción con materiales celulósicos como el maíz y otros cereales u otros materiales minerales como la zeolita y el carbón activado.

ESTADO DEL ARTE DE LA INVENCION

La creciente demanda mundial de etanol anhidro como aditivo biocombustible en la gasolina ha estimulado el desarrollo de procesos a gran escala para su producción. Diversos procesos que involucran tecnologías de alto costo y consumos energéticos considerables se emplean actualmente para este propósito, es así como se han descrito sistemas de deshidratación de etanol por adsorción empleando normalmente tamices moleculares de minerales como la zeolita o material orgánico celulósico del tipo cereal para lo cual se ha utilizado diseños y modos de operación de torres de adsorción.

Estas torres incluyen una etapa de evaporación de la mezcla de etanol a rectificar por intercambio de calor con algún servicio industrial caliente, como vapor de agua, aceite térmico o calores de combustión, con una etapa de adsorción que incluye un lecho fijo de material adsorbente y un sistema de condensación de vapores de cima para la obtención de alcohol deshidratado o anhidro, sin embargo estas no cuentan con una unidad de auto

regeneración o calentamiento y menos con las condiciones o cualidades del presente invento.

Específicamente el documento de patente US4333740 describe un sistema para separar agua de etanol. Sin embargo este no está provisto de una unidad de regeneración del medio adsorbente, lo que limita la operatividad del equipo y le hace menos eficiente dado que al llegar a la saturación de agua, se debe parar, cambiar el medio adsorbente y reiniciar la deshidratación de etanol.

De otro lado, Doreau Geneviève y Polzat Pierre describen en su patente FR 2719039 un sistema de deshidratación de etanol sobre tamices moleculares compuesto por dos torres de adsorción conectadas en paralelo, las cuales se operan de forma independiente en ciclos que dependen de la saturación del tamiz molecular. La regeneración de los lechos adsorbentes se efectúa mediante la evaporación del agua presente en el tamiz molecular generando una disminución de la presión de la torre con una bomba de succión conectada en la parte superior y haciendo pasar una porción del etanol deshidratado para promover la remoción del agua, esta estrategia resulta costosa a gran escala, dado que los equipos de vacío requieren altos consumos energéticos para lograr presiones absolutas en niveles bajos.

En la patente U.S. No 4407662 se describe igualmente un sistema para la deshidratación de etanol sobre tamices moleculares empleando dos torres adsorbentes conectadas en paralelo y de operación independiente, la cual resulta similar a la patente FR 2719039 mencionada previamente. En esta, el fluido de trabajo es precalentado antes de ser inyectado al sistema e ingresa a este en estado gaseoso. A los vapores deshidratados de etanol se les disminuye la presión al hacerlos pasar por una placa de orificio y luego son condensados antes de bombearlos a un tanque de almacenamiento. Según la descripción del invento se alcanza una concentración de etanol deshidratado como mínimo de 97.5%, además de las anteriores también se encuentran otras solicitudes con similares equipos – de dos torres – o complejos métodos de funcionamiento¹ e inclusive una sola torre, pero no con iguales o similares variables, forma de operación y unidad de regeneración o calentamiento². Se duda sobre su rentabilidad a gran escala.

El documento de patente US2008039665 describe un aparato para deshidratación de etanol por adsorción, el cual incorpora una cámara de transferencia térmica para

¹ *Apparatus and method for the removal of water from ethanol*. US patent application publication N° 2008/0039665.

Process for the separation of water from ethanol. U.S. patent N° 4.333.740.

² *Single vessel distillation and adsorption apparatus*. U.S. patent N° 5.565.066.

calentamiento o regeneración del lecho, y en contacto directo con este. EL objetivo de esta disposición consiste en proveer los requerimientos energéticos durante de desorción del agua, sin embargo se debe aclarar que experiencia previa demuestra como el contacto directo de dichas cámaras con el material adsorbente incrementa por conducción la temperatura de estos, acelerando procesos de degradación térmica, sobre todo si estos son de carácter orgánico como ocurre con maíz u otros cereales. En otro aspecto adicional del documento US2008039665, el volumen efectivo de lecho para realizar la adsorción se disminuye, por el efecto de incluir un cuerpo extraño al interior de la columna de adsorción, obligando al diseño de la torra a poseer una altura más alta y por ende un mayor costo de capital. En estos sistemas la eficiencia de adsorción, dado el contacto directo del lecho con una superficie caliente, disminuye progresivamente con el tiempo de uso.

Los procedimientos y equipos de deshidratación de etanol por adsorción actuales implican ciclos intermitentes de regeneración, es decir, cuando el lecho se satura se debe parar el ciclo de producción para regenerar el material adsorbente, lo que conduce a ciclos de operación más largos que demandan mayor cantidad de operarios y procedimientos como despejes de línea y transporte de material sólido a la unidad de regeneración o calentamiento. Además para la disposición del lecho en estas torres simplemente se utiliza el empaque al azar similar a las torres de contacto continuo, que en ocasiones presenta problemas de flujo interno donde se generan zonas muertas en el cual el lecho no está siendo impregnado por los fluidos que finalmente desencadena en una disminución de la eficiencia global del proceso o del equipo.

El equipo de adsorción para la deshidratación de etanol de la presente invención permite producir etanol de concentración superior al 99.5% (v/v) empleando solo una torre de adsorción empacada que puede utilizar materiales adsorbentes minerales u orgánicos, y que en el caso de utilizar un material bioadsorbente como el maíz de alta disponibilidad, baja sus costos de operación se obtiene un proceso con menor consumo energético en relación con las operaciones convencionales, obteniendo un alcohol etílico en grado anhidro, con una concentración de 99.5% (v/v) empleando una unidad de calentamiento versátil que combina un sistema serie-paralelo diseñado para suplir las necesidades energéticas de los procesos de adsorción y regeneración, el cual no invade el lecho adsorbente, evitando daños térmicos de este y que supliendo en forma distribuida un fluido caliente para la regeneración. El procedimiento es de sencilla implementación y el equipo de fácil construcción por su bajo nivel de complejidad y costo de sus materiales de construcción, por lo cual puede ser ideal en aplicaciones rurales y lugares lejanos y/o de difícil acceso que requieran la provisión de etanol anhidro.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Fig. 1 muestra la torre de adsorción

Fig. 2 muestra la unidad de calentamiento o regeneración que hace parte integrante del sistema de deshidratación de etanol

Fig. 3 muestra la estructura rígida de soporte de orientación vertical cuyas características de disposición dependerán de la escala o tamaño del equipo

Fig. 4 muestra una vista lateral del equipo de adsorción

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Un aspecto de la presente invención está orientado a un sistema de adsorción para la deshidratación de etanol. Dicho sistema comprende una torre de adsorción que contiene un lecho de material adsorbente que atrapa el agua contenida en el etanol, incrementando su concentración, adicionalmente el sistema posee una torre de calentamiento o regeneración del lecho adsorbente, la cual está unida funcionalmente a la torre de adsorción mediante una serie de tuberías que se conectan lateralmente, y cuya función comprende tomar una corriente de aire y calentarla para direccionarla en forma distribuida al lecho de la torre de adsorción, una vez haya terminado la deshidratación del etanol para su regeneración. El sistema está soportado sobre una estructura rígida de orientación vertical que mantiene equidistantes ambas torres y facilita la operatividad del sistema completo.

En otro aspecto de la presente invención, la torre de adsorción tiene una forma cilíndrica con un diámetro y altura en proporción de 15:30 unidades. Dentro de los detalles de construcción de dicha torre se encuentra que en su parte inferior posee una malla, ubicada entre un 1 hasta 10% de la altura total de la torre, desde el extremo inferior y un sello con geometría positiva; en la parte superior un acople mecánico y una tubería que se conecta a dicho acople; en el cuerpo de la torre entradas laterales ubicadas a una distancia entre 15 hasta 25% de la altura total de la torre; en la parte interior posee un aislamiento térmico compuesto por un material de propiedades aislantes y una lámina metálica envolvente que sirve de soporte a dicho material.

En la Fig. 1 se observa la torre de adsorción (1) que tiene una forma cilíndrica y un diámetro y altura que corresponderán a las necesidades industriales, la relación altura diámetro previamente descrita, garantiza altos tiempos de residencia que incrementan la eficiencia global del proceso. En la parte inferior de la torre se muestra la malla metálica o

en cerámica (2) que soporta el lecho y cuyo diámetro es inferior al material que soporta, debajo de esta se localiza un sello (3) con geometría positiva que preferiblemente debe ser una superficie toro-esférica convexa para que resista la presión interna de la torre, esta se conecta a la red de tuberías (4) de la unidad de calentamiento. La parte superior de la torre está provista de un acople mecánico (5) que sella la torre y su orificio se conecta con una tubería (6) que dirige el flujo de vapores hacia un condensador que pasa el vapor de etanol a una fase líquida. Se muestran las múltiples entradas laterales (7) provenientes de la red de tuberías (4) cuya funcionalidad es distribuir el flujo uniformemente por toda la torre evitando las zonas muertas. Esta torre cuenta con un aislamiento térmico compuesto por un material de propiedades aislantes como poliuretano, fibra de vidrio o poliestireno expandido y una lámina metálica envolvente de soporte, concéntrica al eje axial de la torre misma de adsorción y de la torre de calentamiento.

En otro aspecto de la presente invención, el sistema posee una unidad de calentamiento que comprende además una red de tuberías que se pueden conectar en serie o paralelo, las cuales están definidas por tramos heterogéneos, en donde los tramos rectos se conectan lateralmente a la torre de adsorción para ingresar gases calientes durante la regeneración del lecho. Al interior del lecho adsorbente no hay elementos extraños o cámaras de intercambio de calor. Los gases calientes entran en contacto directo con el lecho adsorbente y mediante un proceso de transferencia de masa eliminan la humedad retenida en el lecho adsorbente.

El sistema posee además una red de tuberías anexa que bordea la parte externa lateral de la torre de adsorción, para purgar gases o permitir diferentes modos de conexión, dependiendo de la altura de la torre de adsorción que se esté empleando, los gases se calientan en una torre de forma cilíndrica, de altura proporcional a la torre de adsorción, y que contiene internamente intercambiadores de calor en igual cantidad y espacio al de las entradas laterales de la torre de adsorción, los gases se alimentan fríos en la parte inferior y se calientan mediante intercambio calórico con una fuente sea radiante o integrada energéticamente con un fluido a alta temperatura.

En otro aspecto de la presente invención, el sistema posee en la unidad de calentamiento de la red de tuberías puntos de conexión controladas mediante válvulas, las cuales permiten habilitar el paso o no de fluidos calientes a través de las torres previamente descritas.

En la Fig. 2 se observa la torre de calentamiento o regeneración que hace parte integrante del equipo de adsorción, la cual está conformado por una red de tuberías (4) serie-paralelas definidas por tramos heterogéneos en forma espiral, en donde los tramos rectos se conectan lateralmente a la torre de adsorción mediante múltiples entradas (7) que proveen el compuesto a separar en fase vapor o los servicios industriales como aire seco que provienen de una red de tuberías anexa (9), que se conecta igualmente a la torre de calentamiento (10), dicha unidad contiene en su interior una serie de intercambiadores (8) de calor en forma de serpentín para proveer gran área de transferencia de calor con un espaciamiento y cantidad de ellos igual a la cantidad y espacio existentes en las entradas laterales (7), en la parte inferior de la torre de calentamiento (10) se encuentra una entrada (11) que permite el ingreso de un servicio industrial caliente, que comienza a ascender y a transferir calor a los intercambiadores (8) y de estos al fluido que hay dentro de la tubería para ser inyectado a la torre de adsorción (1) (Fig. 1), la parte superior de la torre (10) tiene un orificio (12) que permite la expulsión del servicio industrial caliente a la atmósfera. La red de tuberías en cada punto de conexión (13) es controlada mediante válvulas que pueden ser operadas manualmente o conectarse a un sistema de control automático.

El equipo de adsorción es soportado por una estructura rígida (14) tal como se observa en la Fig. 3, de orientación vertical cuyas características de disposición dependerán de la escala o tamaño del equipo.

En la Fig. 4 se puede apreciar una vista lateral del equipo de adsorción.

En una versión preferida de la presente invención, el sistema posee un lecho adsorbente de maíz o zeolita.

En otro aspecto de la presente invención, el sistema es alimentado con una solución de etanol cuya concentración está comprendida entre 90 y 97% (v/v), y el cual se espera deshidratar.

Un aspecto de la presente invención está orientado a un procedimiento de operación del sistema el cual comprende las etapas de: seleccionar un lecho adsorbente adecuado para la torre de adsorción, realizar el empacado del lecho adsorbente en la torre de adsorción, y finalmente realizar la puesta en marcha de la torre de adsorción para deshidratar alcohol.

En una versión preferida de la presente invención, la etapa de selección un lecho adsorbente requiere que cuando se trate de un lecho de maíz, este deberá tener una granulometría que comprende mallas de 2.5 hasta 10; en el caso de emplear un lecho de zeolita, este tendrá una granulometría que comprende entre 3 hasta 10 angstrom.

En una versión preferida de la presente invención, la etapa de empacado del lecho adsorbente comprende el empaque por capas de tamaños del lecho así: cuando se trata de maíz la granulometría de malla 8 hasta 10 se emplean como el cuerpo principal del lecho y el material que tiene una granulometría inferior a 8 se coloca sobre el cuerpo principal dentro de la torre y así se colocan intercaladas hasta llenar la torre. Cuando se trate de zeolita las partículas de 5 hasta 10 angstroms se emplean como el cuerpo principal del lecho y las partículas inferiores a 5 angstroms se colocan sobre el cuerpo principal del lecho y así se colocan intercaladas hasta llenar la torre.

En una versión preferida de la presente invención, el empacado de la torre de adsorción se realiza iniciando con un 9% hasta 15% de masa total de material del lecho entre fases o capas de 1% hasta 5% de la masa total del material del lecho intercalado.

En una versión preferida de la presente invención, la etapa de puesta en marcha de la torre de adsorción para deshidratar alcohol comprende además: precalentar con una corriente de aire seco a un flujo volumétrico entre $5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ y $1.17 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ a una presión entre 70 kPa hasta 480 kPa y a una temperatura de 5 hasta 10% de la temperatura de ebullición de la mezcla de etanol a separar; introducir la solución de etanol por la parte inferior de la torre de adsorción, permitiendo su evaporación y ascenso por el lecho; adsorber el agua contenida en el vapor de agua y etanol en dicho material adsorbente; por último se recolecta y condensa el etanol deshidratado por la parte superior de la torre de adsorción.

Para regenerar el lecho adsorbente se realiza la inyección, por las entradas laterales de la torre de adsorción, un gas caliente y seco, previamente calentado en la torre de regeneración que se une funcionalmente a la torre de adsorción.

EJEMPLO DE REALIZACIÓN

En este ejemplo se describe un proceso para la deshidratación de etanol por adsorción empleando el procedimiento y el equipo de la presente invención, partiendo de una solución de etanol de 95.7%(v/v) y empleando maíz como adsorbente.

El maíz se sometió a un proceso de acondicionamiento de granulometría en un molino de martillos con malla seleccionadora (C.S bell Co. Pat. Nº1 modern) con tasa de alimentación de 500 g/min. El producto fue recuperado mediante un ciclón de alta eficiencia acoplado al molino.

El producto de molienda se pasó a un clasificador de granulometría (juego de tamices) compuesto por las mallas 5 a 9 ubicadas en un Rotap (Testing Sieve Shaker, W.S Ttyley Co. Nº 7234) durante 15 minutos. El maíz molido se clasificó y separó entre los tamaños de partícula mayor a malla 8 y el producto entre mallas 8 y 9.

Se distribuyeron 8 niveles de cada tipo de grano intercalados. La altura por lecho activo fue de 12.9 cm, mientras que para el redistribuidor fue de 1,5 cm. Esto equivale a una masa de 133,57 g y 15,47 g respectivamente por cada nivel, para un total de 1193 g distribuidos en toda la torre de absorción.

La torre de adsorción estuvo constituida principalmente por una tubería de acero galvanizado de 1 ½ in de diámetro Schedule 40 y una longitud de 140 cm. Ambos extremos poseen tapas de acero galvanizado de 1 ½ in NPT roscadas, las cuales tienen una perforación en su centro de ¼ in NPT roscada. En la parte inferior de la torre se instaló un niple de 1 in. y 20 cm de longitud con mallas metálicas a ambos lados del niple como soporte del lecho. El cuerpo de la torre posee tres perforaciones equidistantes que constituyen las entradas a la alimentación de aire de precalentamiento. En cada perforación, con soldadura de bronce, fue unido un niple de 5 cm de longitud y ¼ in de diámetro con rosca de ¼ in NPT.

La unidad de calentamiento se ubicó paralelamente a la torre de adsorción y fue constituida por una lámina de bajo calibre de acero galvanizado en forma tubular con un diámetro de 4 in y una longitud de 150 cm. Al interior de esta se ubicaron cuatro serpentines de calentamiento, asegurados con perforaciones en la lámina y soldados sobre los agujeros con soldadura de plata. En la parte inferior de la unidad de calentamiento se ubicó un mechero Bunsen empleando gas licuado de petróleo como fuente energética a un flujo de 0.1 Kg/h. Se reguló la llama evitando que esta hiciera contacto con el primer serpentín. Las temperaturas internas de la unidad de calentamiento alcanzadas fueron cercanas al rango entre 200 y 300°C.

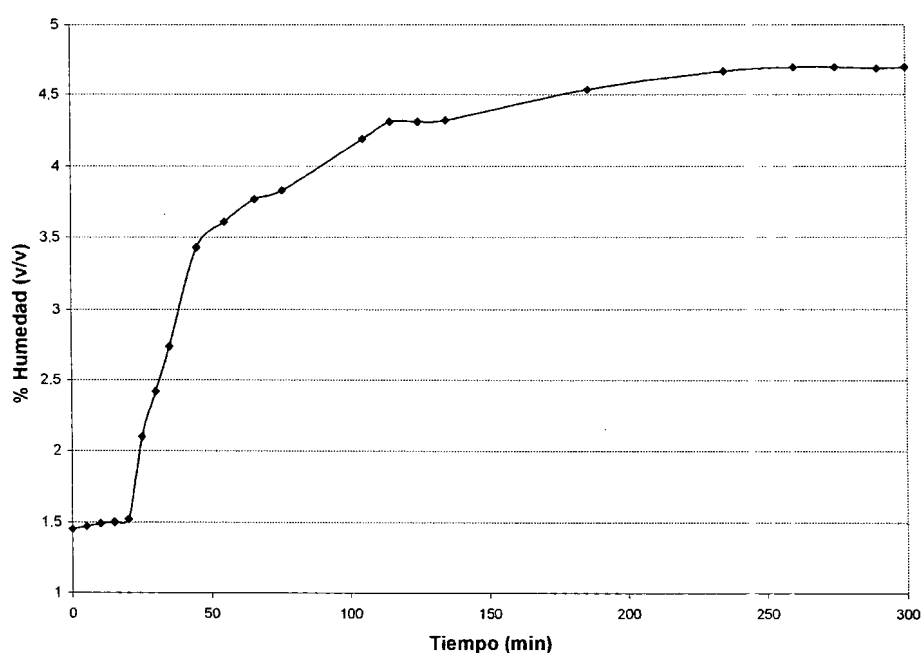
El lecho de maíz se precalentó con aire a 206.78 kPa y un flujo de $9.52 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ durante 50 minutos hasta alcanzar una temperatura de 60°C al interior del lecho medidos en la cima de la torre.

Con el lecho a las condiciones deseadas, el etanol se alimentó mediante una bomba peristáltica con un flujo de 0,146 g/s al sistema de serpentines de la torre de precalentamiento.

En la cima de la torre principal, se condensó el producto vapor para la toma de muestras en intervalos de 10 minutos durante 2 horas después de la salida del primer condensado.

Las muestras se analizaron cuantitativamente mediante un equipo de titulación automático (Karl Fischer titrator Metter Toledo DL31) para determinar su contenido de humedad (%P/P) y determinar gráficamente los tiempos de ruptura y saturación del lecho.

La curva de ruptura del sistema de deshidratación de etanol está representada por la siguiente gráfica:



Para una alimentación de etanol de 95,7%(v/v) a las condiciones de proceso descritas, el producto de cima presentó un porcentaje de incremento de 7,83% (v/v) en la concentración de etanol, es decir, una concentración final de producto de 98,9%(v/v). Los cambios de pendiente más significativos indican los puntos críticos del proceso de adsorción, el primer cambio representa el punto de ruptura en un tiempo aproximado de 30 min; el segundo, representa la saturación del lecho en un tiempo de 250 min. Es posible definir un tiempo de operación aceptable del sistema en aproximadamente 60 min, donde se observan concentraciones cercanas a las máximas obtenidas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de adsorción para la deshidratación de etanol que comprende:
 - a. Una torre de adsorción que contiene un lecho;
 - b. Una torre de calentamiento o regeneración unida funcionalmente a la torre de adsorción;
 - c. Una estructura rígida de orientación vertical.
2. El sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la torre de adsorción tiene una forma cilíndrica con un diámetro y altura en proporción de 15:30 unidades que comprende además:
 - a. en su parte inferior una malla ubicada entre un 1 hasta 10% de la altura total de la torre desde el extremo inferior y un sello con geometría positiva debajo de la malla;
 - b. en la parte superior un acople mecánico y una tubería que se conecta a dicho acople;
 - c. en el cuerpo de la torre entradas laterales ubicadas a una distancia entre 15 hasta 25% de la altura total de la torre;
 - d. en la parte interior tiene un aislamiento térmico compuesto por un material de propiedades aislantes y una lámina metálica envolvente de soporte concéntrico al eje axial de esta misma y de la torre de calentamiento.
3. El sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de calentamiento comprende además:
 - a. Una red de tuberías serie-paralelas definidas por tramos heterogéneos, en donde los tramos rectos se conectan lateralmente a las entradas laterales de la torre de adsorción de la reivindicación 2;
 - b. Una red de tuberías anexa que bordea la parte externa lateral de la torre de adsorción;
 - c. Una torre de calentamiento de forma cilíndrica de altura proporcional a la torre de adsorción y que contiene intercambiadores de calor en igual cantidad y espacio al de las entradas laterales de la torre de adsorción de la reivindicación 2, una entrada inferior y un orificio en la parte superior.
4. El sistema de la reivindicación 1 caracterizado porque la torre de calentamiento de la reivindicación 3 tiene un aislamiento térmico compuesto por un material de propiedades aislantes y una lámina metálica envolvente de soporte, concéntrica al eje axial de la torre misma y de la torre de adsorción.

5. El sistema de la reivindicación 1 caracterizado porque la unidad de calentamiento en su red de tuberías de la reivindicación 3 tienen puntos de conexión controladas mediante válvulas.
6. El sistema de la reivindicación 1 caracterizado porque la estructura rígida de orientación vertical soporta a la torre de adsorción y la unidad de calentamiento según cualquiera de las reivindicaciones 2, 3 y 4.
7. El sistema de la reivindicación 1 caracterizado porque el lecho que es contenido en la torre de adsorción es maíz o zeolita.
8. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque opera con una solución de etanol en una concentración entre 90 y 97% (v/v)
9. Un procedimiento de operación del sistema según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque comprende las etapas de:
 - a. selección un lecho adsorbente para la torre de adsorción;
 - b. empacado del lecho adsorbente en la torre de adsorción;
 - c. puesta en marcha de la torre de adsorción para deshidratar alcohol.
10. El procedimiento de la reivindicación 10, caracterizado porque en la etapa de selección un lecho adsorbente:
 - a. cuando se trata de lecho de maíz, este tiene una granulometría que comprende mallas de 2.5 hasta 10; y
 - b. cuando se trata de un lecho de zeolita este tiene una granulometría que comprende entre 3 hasta 10 angstrom.
11. El procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque la etapa de empacado del lecho adsorbente comprende el empaque por capas de tamaños del lecho de la reivindicación 7 así:
 - a. cuando se trata de maíz la granulometría de malla 8 hasta 10 se emplean como el cuerpo principal del lecho y el material que tiene una granulometría inferior a 8 se coloca sobre el cuerpo principal dentro de la torre y así se colocan intercaladas hasta llenar la torre; y
 - b. cuando se trate de zeolita las partículas de 5 hasta 10 angstroms se emplean como el cuerpo principal del lecho y las partículas inferiores a 5 angstroms se colocan sobre el cuerpo principal del lecho y así se colocan intercaladas hasta llenar la torre.
12. El procedimiento de la reivindicación 10 caracterizado porque el empacado de la torre de la reivindicación 12 se realiza iniciando con un 9% hasta 15% de masa total de material del lecho entre fases o capas de 1% hasta 5% de la masa total del material del lecho intercalado.
13. El procedimiento de la reivindicación 10, caracterizado porque la etapa de puesta en marcha de la torre de adsorción para deshidratar alcohol comprende además:

- a. Precalentar con una corriente de aire seco a un flujo volumétrico entre $5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ y $1.17 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ a una presión entre 70 kPa hasta 480 kPa y a una temperatura de 5 hasta 10% de la temperatura de ebullición de la mezcla de etanol a separar;
- b. introducir la solución de etanol según la reivindicación 8 por la parte inferior de la torre permitiendo su evaporación y ascenso por el lecho;
- c. adsorber el agua contenida en el vapor de agua y etanol en dicho material adsorbente según la reivindicación 7;
- d. recolectar y condensar el etanol deshidratado por la parte superior de la torre de adsorción;
- e. regenerar el lecho adsorbente al inyectar distribuidamente por las entradas laterales de la torre de adsorción un gas caliente y seco, previamente calentado en la torre de regeneración

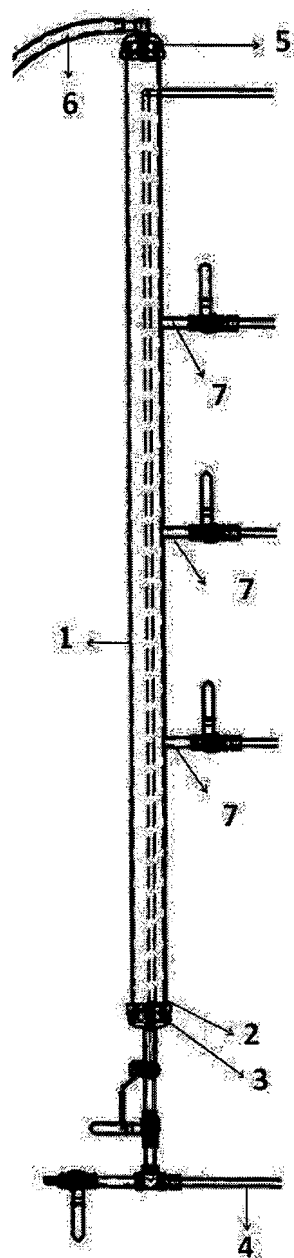


Fig. 1.

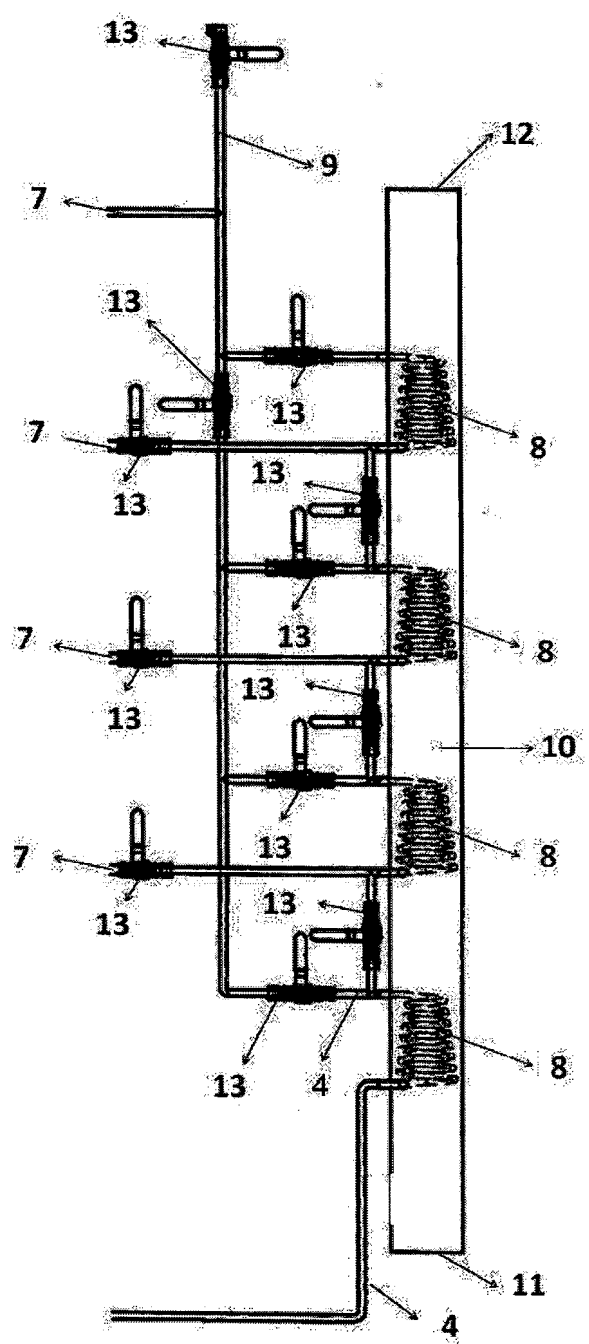


Fig. 2

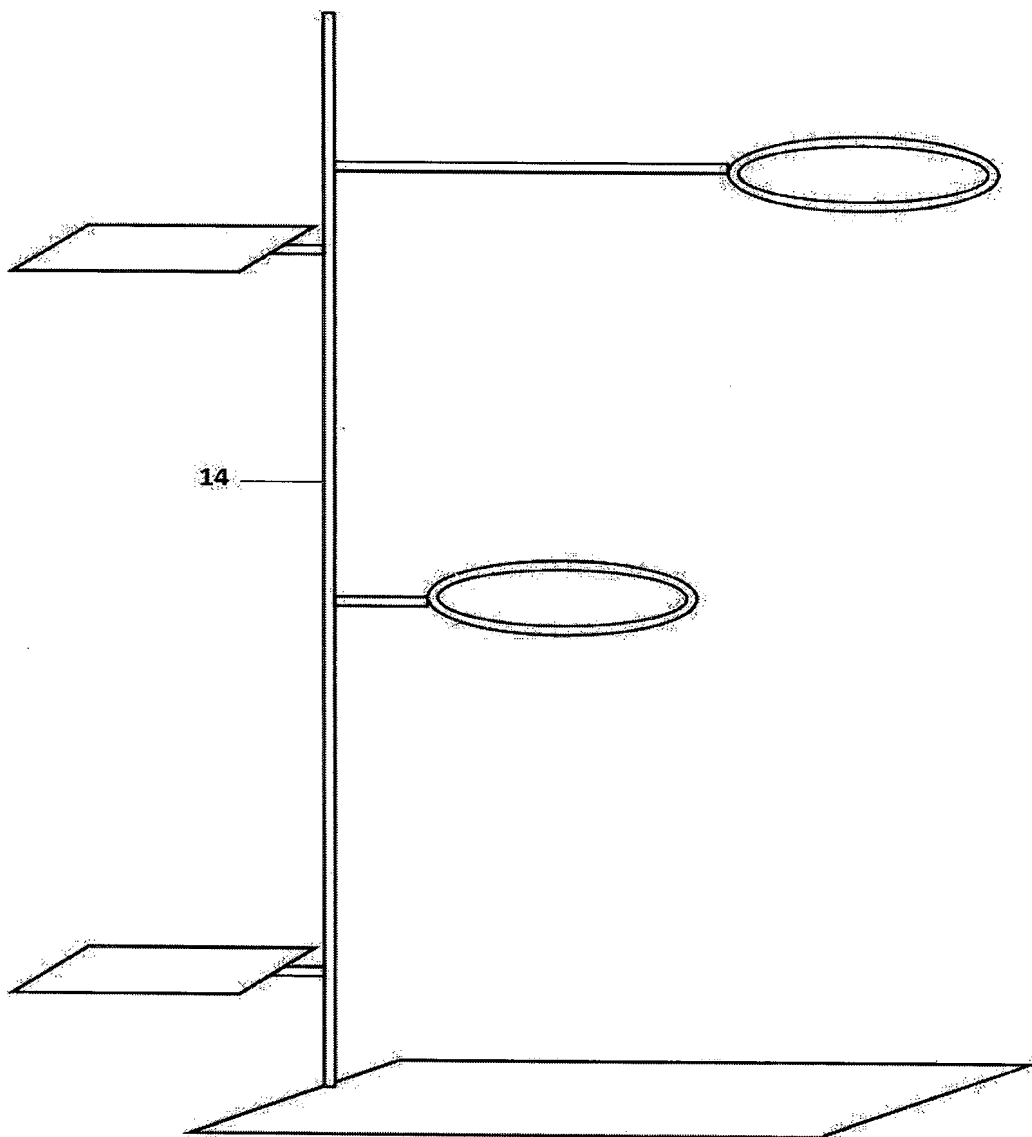


Fig. 3

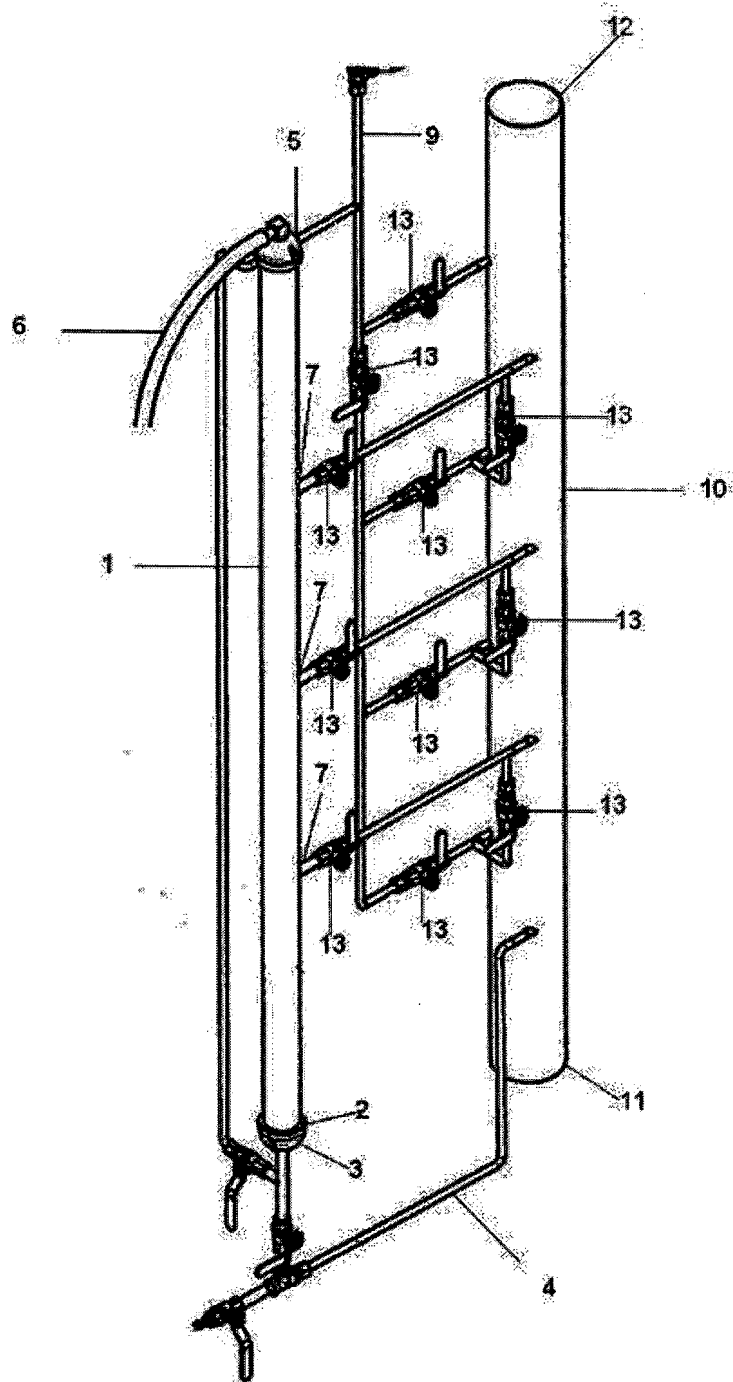


Fig. 4