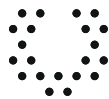


Generalidades y aplicaciones del equipo absorción de gases GUNT



Karem Milena Ruiz
Camilo Andrés Castillo Acosta
Eduardo Ramírez Valencia



ean®

Ediciones

Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

Ruíz, Karem Milena
Generalidades y aplicaciones del equipo absorción de gases GUNT /
Karem Milena Ruíz, Camilo Andrés Castillo Acosta, Eduardo Ramírez
Valencia.

Descripción: 1a edición / Bogotá: Universidad EAN, 2018
28 páginas

9789587565973 (Electrónico 2018)

1. Equipos de tratamiento de gases 2. Gases - Absorción y adsorción
3. Tratamiento de gases 4. Tecnología química 5. Ingeniería química
6. Procesos químicos

I. Castillo Acosta, Camilo Andrés II. Ramírez Valencia, Eduardo

542.7 CDD23

Edición

Gerencia de Investigaciones

Gerente de Investigaciones

H. Mauricio Diez Silva

Coordinadora de Publicaciones

Laura Cediél Fresneda

Revisor de estilo

Juan Carlos Velásquez

Diagramación y finalización

María Eugenia Mila

Diseño de carátula

Cesar Augusto Rubiano Moreno

Publicado por Ediciones EAN, 2018.

Todos los derechos reservados.

ISBNe: 9789587565973

©Universidad EAN, El Nogal: Cl. 79 No. 11 - 45. Bogotá D.C., Colombia, Suramérica, 2018
Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN®

©UNIVERSIDAD EAN: SNIES 2812 | Personería Jurídica Res. n°. 2898 del Minjusticia -
16/05/69| Vigilada Mineducación. CONACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD,
Res. N° 29499 del Mineducación 29/12/17, vigencia 28/12/21

Producido en Colombia.

CONTENIDO

Resumen.....	5
Palabras clave.....	5
Introducción.....	7
1. Absorción de gases - CE 400.....	9
1.1 Datos técnicos.....	9
1.2 Indicaciones de seguridad.....	10
1.3 Descripción del equipo.....	10
2. Aplicaciones generales de la absorción de gases para la industria.....	25
Glosario.....	27
Referencias.....	28

Resumen

El laboratorio de procesos químicos dentro de su infraestructura, cuenta con un equipo de absorción de gases de última tecnología, que permite un mayor acercamiento a la industria respecto a los procesos industriales y su respectiva optimización.

El proceso de absorción tiene los siguientes objetivos:

- Recuperar un componente gaseoso deseado.
- Eliminar un componente gaseoso no deseado. Se puede tratar, por ejemplo, de la eliminación de una sustancia nociva de una corriente de gases residuales.
- Obtención de un líquido, un ejemplo sería la producción de ácido sulfúrico por absorción de H_2SO_4 gaseoso en agua.

En la absorción participan por lo menos tres sustancias: el componente gaseoso a separar (absorbato), el gas portador y el disolvente (absorbente) (Bio, 2017).

La absorción de gases es una operación de transferencia de materia donde un vapor soluble se absorbe desde su mezcla con un gas inerte, por medio de un líquido en el que el gas soluble es más o menos soluble. El lavado de amoníaco se realiza a partir de una mezcla de amoníaco y aire, por medio de agua líquida, es uno de los ejemplos más típicos. El soluto se recupera después del líquido por destilación y el líquido absorbente se puede desechar o ser reutilizado (McCabe, Smith y Harriott, 1991).

Palabras clave

Absorción, desorción, transferencia de masa, solubilidad.

Introducción

La absorción consiste en generar contacto entre una corriente líquida con una gaseosa, para el intercambio de componentes y propiedades de manera selectiva, como por ejemplo la obtención de un líquido como el ácido clorhídrico a través de la absorción de HCL gaseoso en agua.

En este proceso se tienen tres sustancias que son el componente gaseoso a separar (absorbato), el gas portador y el disolvente (absorbente), en donde se tiene que el gas portador es el que va a ser purificado, el líquido lavador que funciona como disolvente de impurezas y el compuesto gaseoso a separar, este método puede ser de carácter físico o químico, todo depende del gas que se disuelva en el líquido absorbente o que reaccione con el mismo generando un nuevo compuesto químico.

La ventaja de la absorción es que es un proceso reversible que permite la combinación de procesos en la industria de absorción y desorción, con el propósito de regenerar el disolvente y reutilizarlo.

El equipo CE 400, nos muestra de manera ilustrativa la eliminación de uno o más componentes mediante la mezcla de gases de aire y CO_2 . Este banco de ensayos cuenta con los procesos de mezcla de gases, absorción y desorción.

Absorción de gases - CE400

1.

1.1 Datos técnicos

Tabla 1. Datos técnicos generales CE 400

Columnas	<ul style="list-style-type: none">• Absorción: altura: 2x750 mm, diámetro interno: 80 mm• Desorción: altura: 750 mm, diámetro interno: 80 mm
Bombas	<ul style="list-style-type: none">• Absorción/Desorción: Máx. velocidad de flujo: 17,5L/min Máx. cabeza: 47 mRefrigeración: máx. velocidad de flujo: 29L/min. máx. cabeza: 1,4 m
Compresor	<ul style="list-style-type: none">• Máx. presión positiva: 2bar• Máx. velocidad de flujo: 39L/min
Rangos de medición	<ul style="list-style-type: none">• Tasa de flujo: de aire: 0,2, 2,4Nm³/h• Disolvente: 50, 600L/h• CO₂: 0, 4, 5,4L/min• Temperatura: 1x0, 80 °C, 2x0, 60 °C• Presión: 1x0, 2,5bar, 1x-1, 0,6bar• Presión diferencial: 2x0, 250mmWC• CO 2-contenido: 0, 100vol %• 230V, 50 Hz, 1 fase• 230V, 60 Hz, 1 fase• 230V, 60 Hz, 3 fases• UL/CSA opcional
Dimensiones y peso	<ul style="list-style-type: none">• LxWxH: 1920x790x2300mm• Peso: aprox. 290 kg

Fuente. Elaboración propia.

1.2 Indicaciones de seguridad

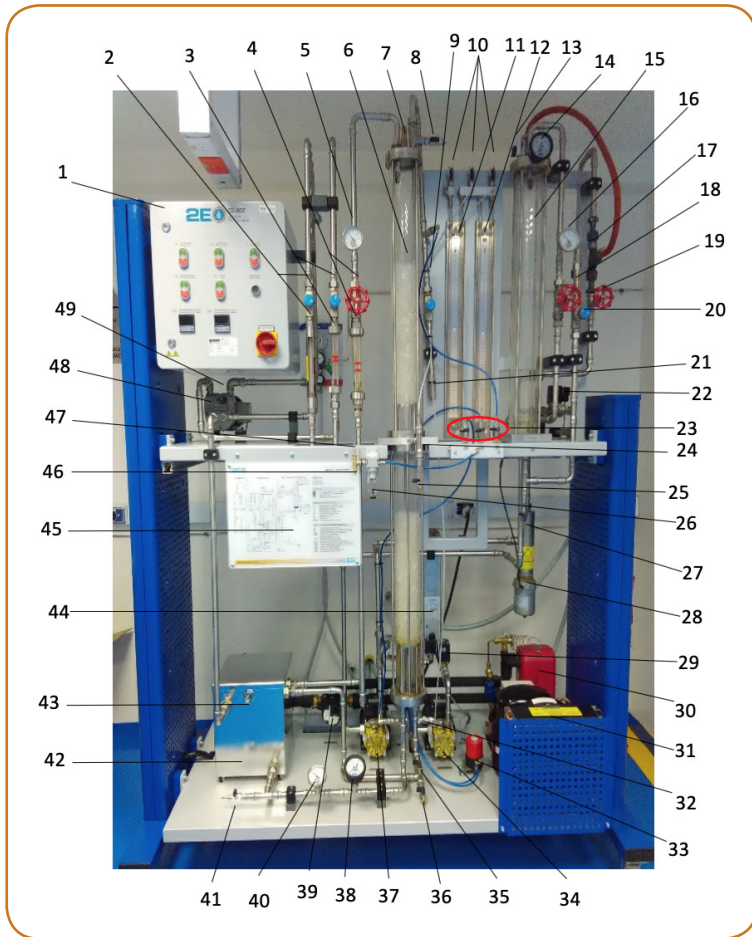
- Elementos de protección personal. Para la correcta operación del equipo se deben usar los EPP.
- Riesgo eléctrico. Antes de abrir el armario de distribución, verificar que se encuentre apagado y desconectado el equipo. Proteger el armario de la humedad.
- Superficies calientes. No tocar los circuitos de calefacción como calentador y cambiador durante la operación del equipo, pueden ocasionarse quemaduras.
- Baja temperatura. El circuito de refrigeración puede alcanzar bajas temperaturas. No tocar.
- Riesgo de asfixia por inhalación de CO₂. No inhalar directamente, ventilar el espacio y respetar la concentración máxima de 0.5 %. No exceder esta concentración ya que puede provocar la muerte por asfixia.
- Generación de ruido. En caso de permanecer durante mucho tiempo en operación, utilizar protectores para los oídos.
- Destrucción de la columna. No exceder la presión de 1 barrel, ya que puede reventarse.

1.3 Descripción del equipo

1.3.1 Partes del equipo

En la figura 1, se describen las partes principales del equipo:

Figura 1. Absorción de gases CE 400.



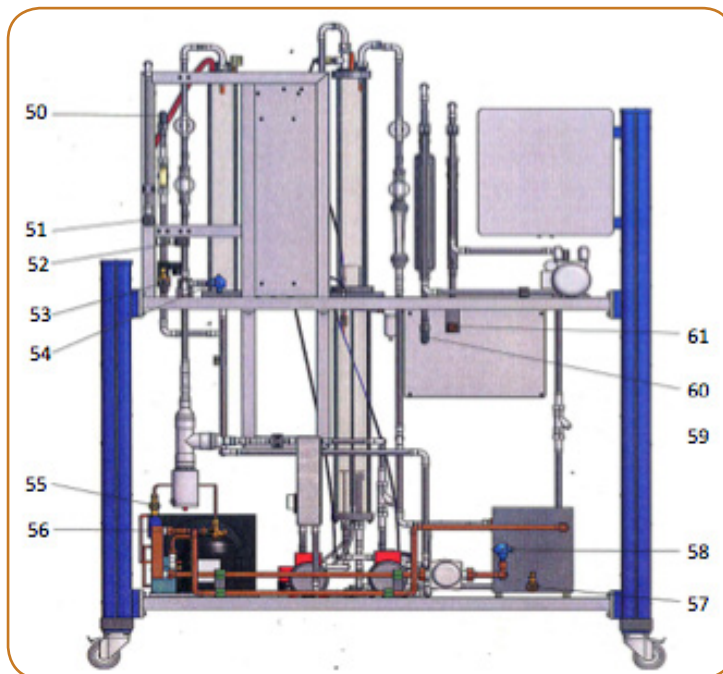
Fuente. Elaboración propia.

1. Tablero de funciones.
2. Caudalímetro FI001 para CO_2 y válvula de regulación V1.
3. Caudalímetro FI002 para aire y válvula de regulación V2.
4. Caudalímetro FI003 para agua y válvula de regulación V12.
5. Termómetro TI002.
6. Columna de absorción K1.
7. Válvula de seguridad V11.
8. Grifo esférico V9.

9. Válvula de regulación V10, mezcla de gases en la salida.
10. Grifos esféricos para purga de aire de tubos en U.
11. Manómetro tubular en U para la columna superior K1.
12. Manómetro tubular en U para la columna inferior K1.
13. Grifo esférico V19.
14. Manómetro PI003.
15. Columna de regeneración K2.
16. Termómetro TI003.
17. Bomba de chorro de agua de vacío P4.
18. Válvula de regulación de agua V17.
19. Válvula de regulación bomba de vacío V20.
20. Válvula de regulación arrastre de aire V21.
21. Silenciador de aire.
22. Válvula electromagnética V22.
23. Grifos esféricos V4, V5, V6.
24. Grifo esférico V8.
25. Grifo esférico V7.
26. Separador de agua.
27. Grifo esférico V24.
28. Sistema de calefacción A2.
29. Válvula reguladora electromagnética V16.
30. Cambiador de calor.
31. Unidad de refrigeración.
32. Grifo esférico V25.
33. Sensor de presión diferencial PDT003.
34. Bomba P2.
35. Grifo esférico V13.
36. Grifo esférico V15.
37. Bomba P1.
38. Manómetro PI002.
39. Bomba de agua refrigerante P3.
40. Termómetro TI001.
41. Grifo esférico V27.
42. Cambiador de calor W2/W3.

- 43. Mirilla para nivel de agua refrigerante.
- 44. Cambiador de calor W4.
- 45. Esquema del proceso.
- 46. Derivación de muestras de gas hacia la salida.
- 47. Punto para toma de muestras de gas.
- 48. Compresor para aire V.
- 49. Limitación de presión en el compresor.

Figura 2. Absorción de gases CE 400, vista trasera.



Fuente. Elaboración propia.

- 50. Filtro de aspiración de aire para el aire de arrastre.
- 51. Salida de agua de la bomba de vacío P4.
- 52. Entrada de agua de la bomba de vacío P4.
- 53. Conexión para suministro de agua V23.
- 54. Sensor de temperatura calefacción TT004.
- 55. Mirilla con indicador de humedad.

56. Válvula de expansión de la unidad de refrigeración.
57. Grifo esférico V14.
58. Sensor de temperatura para agua refrigerante TT002.
59. Válvula de retención V3.
60. Filtro de aspiración de aire.
61. Conexión para CO₂.

1.3.2 Tablero de funciones

En la figura 3 se detallan las partes del tablero de funciones:

Figura 3. Tablero de funciones CE 400.



Fuente. Elaboración propia.

1. Interruptor encendido principal.
2. Pulsor entrada de agua fresca.
3. Interruptor encendido compresor.
4. Interruptor bomba P2 alimentación del desorbedor.
5. Interruptor bomba P1 alimentación del desorbedor.
6. Refrigerador y bomba P3 de circulación.

7. Interruptor sistema de calefacción.
8. Regulador de temperatura del refrigerador.
9. Regulador de temperatura del calefactor.

1.3.3 Medidor de CO₂ portátil

A continuación se aprecia el medidor de CO₂ para el análisis de gases y sus pasos para tomar las mediciones correspondientes.

Figura 4. Medidor de CO₂ para el análisis de gases.

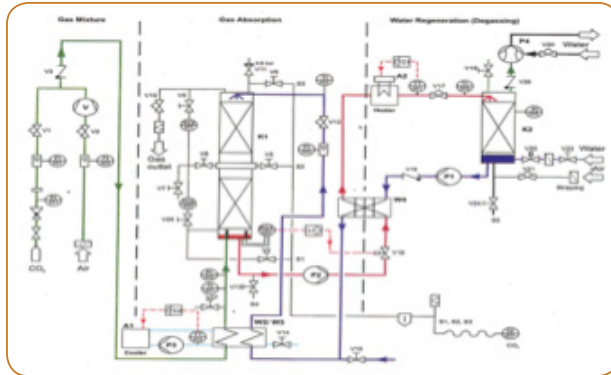


Fuente. Elaboración propia.

1.3.4 Esquema del proceso

A continuación, se detalla el sistema general para el equipo CE 400:

Figura 5. Esquema del proceso para el CE 400.



Fuente. Elaboración propia.

1.3.5 Instrucciones iniciales para arranque del equipo

Antes de iniciar cualquier ensayo, se debe tener en cuenta los siguientes pasos para el encendido y llenado inicial del equipo:

- A. Verificar que el equipo se encuentre conectado a la alimentación eléctrica.

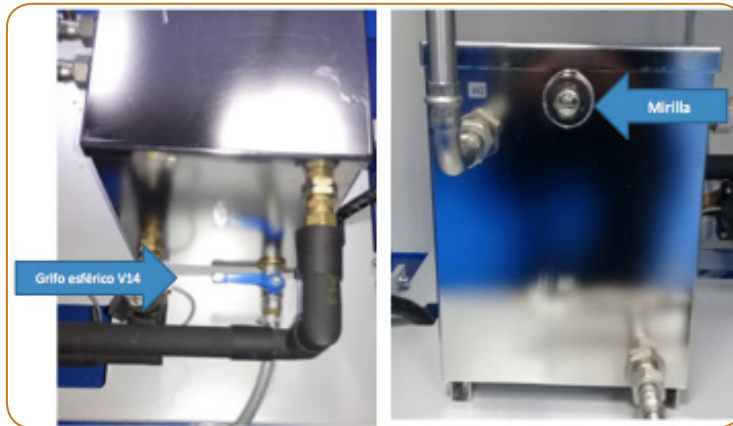
Figura 6. Conexión eléctrica del equipo.



Fuente. Elaboración propia.

- B. Llenar el circuito de refrigeración, para esto se debe cerrar el grifo esférico V14 y llenar el depósito W2/W3 con agua hasta la mirilla.

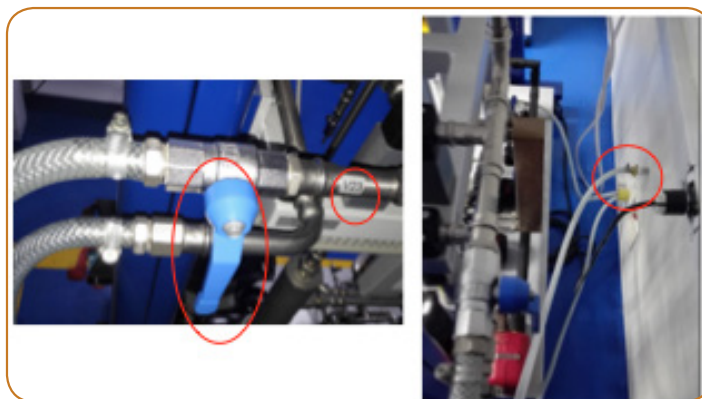
Figura 7. Depósito colector.



Fuente. Elaboración propia.

- C. Realizar la conexión de la siguiente manera para llenado del medio de absorción: cerrar la válvula 23 y verificar la conexión de agua (conexión principal) al equipo.

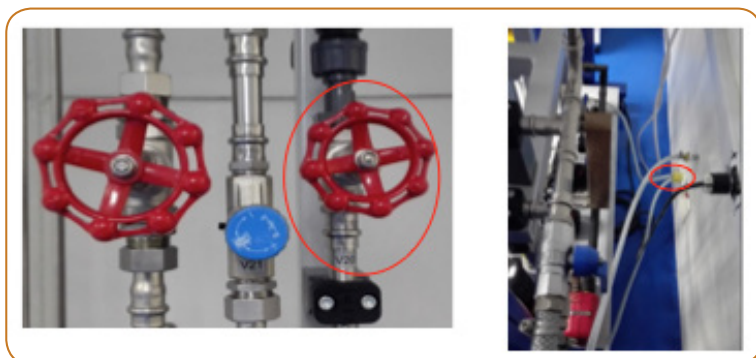
Figura 8. Conexión y válvula de agua principal.



Fuente. Elaboración propia.

4. Conectar la bomba de chorro de agua de vacío P4: cerrar la válvula de regulación V20, conectar el suministro de agua y conectar las mangueras de aguas residuales a la salida.

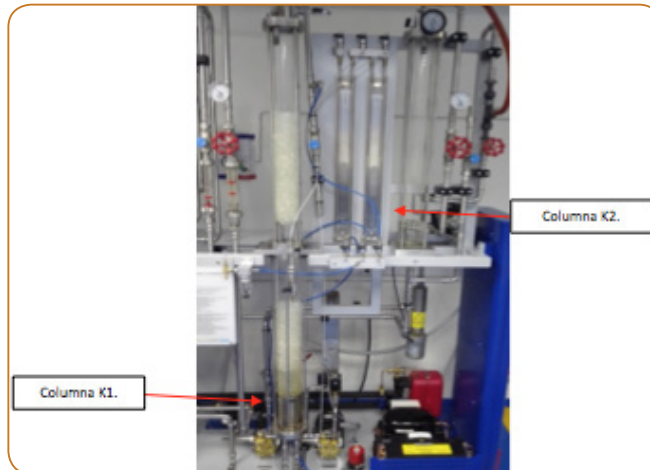
Figura 9. Válvula de regulación bomba de vacío.



Fuente. Elaboración propia.

- D. Llenar la instalación con el medio de absorción: se deben cerrar los siguientes grifos esféricos V13, V24, V15, V8, V25, V6, V5, V4 y las válvulas de regulación para arrastre de aire V21 y regulación de bomba de vacío V20.
 - a. Abrir válvulas de regulación V10, V19, V23, V17, V12.
 - b. Utilizar el pulsor de agua fresca para llenar de agua la columna K2, llenar hasta la mitad.
 - c. Esperar unos minutos hasta que el agua se distribuya en el sistema de tuberías del equipo, de ser necesario llenar más agua en la columna K2, de tal manera que se llene de 10 a 20 cm en la columna K1 y quede 1/3 de agua en K2.

Figura 10. Columna de Absorción K1 y Columna de Regeneración K2.



Fuente. Elaboración propia.

- F. Suministro de CO_2 : se realiza por medio de una bala en acero, con reductor de presión para mejorar su calidad, la presión aproximada a la salida debe ser de 0.8 barrel.

Figura 11. Instalación y suministro de CO_2 .



Fuente. Elaboración propia.

- G. Conectar el refrigerador aproximadamente 20 minutos antes para permitir que la temperatura del agua refrigerante baje.

Figura 12. Interruptor de bomba de agua refrigerante P3.



Fuente. Elaboración propia.

H. Conectar las bombas P1 y P2 y regular el caudal con la válvula V12 a 200 L/h (de ser necesario llenar con el pulsador más agua fresca). Apagar las bombas P1 y P2 y desairear las mangueras flexibles (color blanco). Volver a encender las bombas.

Figura 13. Interruptores P1 y P2 de llenado Columna de Absorción K1 y Columna de Regeneración K2.



Fuente. Elaboración propia.

- I. Abrir válvula de regulación V10 y conectar el compresor, ajustar el caudal de aire a 0.3 m³/h.

Figura 14. Mezcla de gases y encendido de compresor.



Fuente. Elaboración propia.

- J. Ajustar el vacío de la columna K2 de regeneración cerrando la válvula V19 y abriendo V20, ajustar depresión de 0.5 barrel. Si llegase a bajar la presión abrir la válvula V21 un poco para que ingrese aire de arrastre.

Figura 15. Manómetro de Presión PI003.



Fuente. Elaboración propia.

K. Llenar los manómetros tubulares en U: cerrar los grifos esféricos V9, V8, V25 y abrir los grifos esféricos para purga de aire de tubos en U, llenar con agua a través de las aperturas para purga hasta el 0, alinear y cerrar los grifos esféricos para purga de aire.

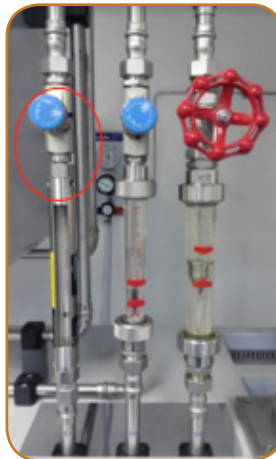
Figura 16. Grifos esféricos V9, V8, V25 de manómetros tubulares.



Fuente. Elaboración propia.

L. Suministrar el CO_2 a la corriente de aire, para ello verificar que se encuentre ajustada la presión en el reductor y ajustar con la válvula de regulación V1 y el flujo volumétrico a 5L/min.

Figura 17. Válvula de Regulación V1 de CO_2



Fuente. Elaboración propia.

- M. En caso de trabajarse con calefacción, esta puede encenderse en dicho momento por medio del interruptor ubicado en el tablero de funciones, e indicar en el regulador de temperatura el valor deseado.
- N. Para finalizar cualquier ensayo y apagar el equipo se deben seguir los siguientes pasos:
- Desconectar la alimentación de CO₂ cerrando el flujo con la válvula de regulación V1.
 - Apagar la calefacción con el interruptor.
 - Apagar el refrigerador con el interruptor.
 - Cerrar el suministro de agua de la bomba de chorro de vacío con la válvula de regulación V20 y abrir al mismo tiempo el grifo esférico V19 para la compensación de la presión.
 - Apagar el compresor en el tablero de funciones.
 - Apagar la bomba P1 y luego P2.
 - Desocupar las columnas K1 y K2 con los grifos V13, V15, V24, para evitar que quede agua empozada y evitar deterioros.

1.3.6 Ensayo de determinación de las pérdidas de carga en la columna

El objetivo de este ensayo es la medición de las pérdidas de carga en la columna K1. Para iniciar se deben seguir todos los pasos descritos en el numeral 1.3.4. La calefacción para este caso debe estar apagada, y se deben ajustar los flujos volumétricos de la siguiente manera:

- Flujo de agua: 300 L/h.
- Caudal de aire: 5 L/min.
- Vacío en columna K2: 0,5 barrel.
- Flujo de gas CO₂: 1.2 L/min.

Es importante verificar que en las mangueras flexibles que van conectadas a los manómetros tubulares en U, no haya ningún líquido para tener una correcta medición. Para realizar la medición de los diferenciales de presión, realizar lo siguiente:

- Abrir grifo esférico V8.
- Abrir los grifos esféricos V9 y V25.
- Realizar lectura correspondiente.

Tener en cuenta que, al finalizar cada medición, se deben cerrar los grifos esféricos V8, V9, V25.

Figura 18. Manómetros tubulares.



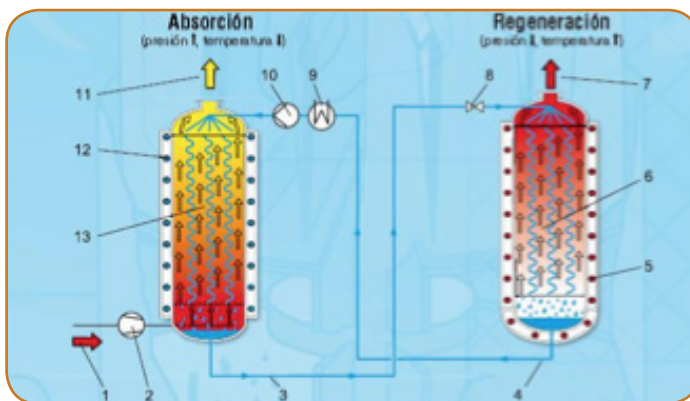
Fuente. Elaboración propia.

Aplicaciones generales de la absorción de gases para la industria

2.

El proceso de absorción de gases es una operación unitaria que permite la transferencia de materia, básicamente se utiliza para la separación o eliminación de componentes por medio de una mezcla gaseosa que entra en contacto con un líquido utilizando un disolvente (Bio, 2017).

Figura 19. Proceso de absorción.



Fuente. Elaboración propia.

1. Corriente de gas bruto con el componente a separar y gas portador.
2. Compresor.
3. Disolvente cargado con el componente a separar.
4. Disolvente regenerado.
5. Calefacción.
6. Columna de desorción.
7. Componente gaseoso separado.
8. Válvula de expansión.

9. Enfriador.
10. Bombas.
11. Gas portador.
12. Refrigeración.
13. Columna de absorción.

A nivel industrial, el proceso de absorción de gases es utilizado para realizar la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa y la purificación de gases tecnológicos. Ejemplos donde se emplea como etapa principal el proceso de absorción son: la obtención de Ácido Sulfúrico (absorción de SO_3), la fabricación de Ácido Clorhídrico, la producción de Ácido Nítrico (absorción de óxido de nitrógeno), procesos de absorción de NH_3 , CO_2 , H_2S y otros gases industriales (Bio, 2017).

En la industria petrolera, por lo general se realizan los siguientes procesos de separación por medio de absorción:

- **Gas de síntesis:** es una mezcla de gases de hidrógeno y monóxido de carbono que son utilizados para la producción de amoníaco. Este gas tiene presencia de CO_2 como contaminante que envenena los catalizadores, por ello genera pérdidas económicas, ya que no se puede regenerar.
- **Gases de refinerías:** pueden ser los Gases Licuados de Petróleo (GLP) o también en la remoción de compuestos orgánicos de azufre. Contribuyen a evitar la corrosión en las plantas procesadoras por medio de la purificación de las corrientes gaseosas.
- **Procesamiento de gas natural:** proceso de endulzamiento del gas por medio de la remoción de los gases ácidos dióxido de carbono (CO_2) y sulfuro de hidrógeno (H_2S) en torres de absorción con solventes de soluciones acuosas de alcanolaminas.

Estos procesos tienen una corriente gaseosa común, que es el gas Amargo, que contiene contaminantes denominados gases ácidos como el dióxido de carbono (CO_2) y ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H_2S) (Absorción en la Industria Petrolera, 2017).

Glosario

Absorción: es un proceso por el cual un material (absorbente) es retenido por otro (absorbato), puede ser la disolución de un gas o líquido en un líquido o sólido, o en la retención mediante fuerzas físicas de las moléculas de un gas, líquido o sustancia disuelta a la superficie o a la masa de un sólido (Treybal, s.f.).


Desorción: la desorción es la operación unitaria contraria a la absorción, en ella, un gas disuelto en un líquido es arrastrado por un gas inerte, siendo eliminado del líquido.

Alcanolaminas: es la reacción de óxido de etileno ($\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$), óxido de propileno ($\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{O}$) o butileno con amoníaco (NH_3).

Disolvente: es una sustancia en la que se diluye un soluto que puede ser sólido, gas o líquido, que químicamente sean diferentes y que como resultado se tiene una solución. Es el componente en mayor cantidad en una mezcla homogénea.

Referencias

- GUNT (2017). Engineering mechanics and engineering design. Hamburg.
- Bio, P. (20 septiembre de 2017). Procesos Bio. Recuperado de <http://procesosbio.wikispaces.com/Absorci%C3%B3n>
- Mccabe, W., Smith, J., y Harriott, P. (1991). Operaciones unitarias en Ingeniería Química. 4.a edición. McGraw-Hill.
- Treybal. R. (s.f.). Operaciones de transferencia de masa. 2.a edición. México: McGraw-Hill.



Generalidades y aplicaciones del equipo absorción de gases GUNT

El laboratorio de procesos químicos de la Universidad Ean, dentro de su infraestructura, cuenta con un equipo de absorción de gases de última tecnología, que permite un mayor acercamiento a la industria respecto a los procesos industriales y su respectiva optimización. Herramienta que les ha permitido investigar sobre la recuperación de un componente gaseoso deseado, eliminación de un componente gaseoso no deseado —se puede tratar, por ejemplo, de la eliminación de una sustancia nociva de una corriente de gases residuales—, y la obtención de un líquido—un ejemplo sería la producción de ácido sulfúrico por absorción de H_2SO_4 gaseoso en agua—. Tres objetivos propuestos que son presentados en este documento y que funciona como guía en esta clase de procesos químicos.