

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE ABSORCIÓN PARA EL ANÁLISIS DE SO<sub>2</sub> EN GASES DE COMBUSTIÓN

Dany Patricio Bósquez Yáñez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,

Facultad de Ciencias,

Escuela de Ingeniería Química.

docentedan0583@hotmail.com

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es diseñar y construir una torre de absorción de SO<sub>2</sub> en gases de combustión para la purificación de una corriente gaseosa, para el Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias de de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El dimensionamiento del equipo se realizó a través de cálculos de ingeniería a partir de datos experimentales y variables de proceso obtenidas en ensayos de laboratorio. El equipo está construido de perfil estructural cilíndrico de acero inoxidable AISI 304, con una cámara de combustión, rellenos de vidrio como superficie de contacto, compresor de 1 HP, bomba de 0,5 HP y tuberías; utilizando electricidad como fuente de energía.

Tiene características como: una combustión de 18 g de azufre que da una concentración de gas de entrada de 155 ppm con una velocidad de 2,6 m/s que pasa a través de un conjunto de empaques de 2 x 4 cm dentro de la columna, teniendo contacto con un flujo de agua a contracorriente, obteniendo líquido residual acidificado en el fondo de la torre de pH = 2.

La absorción del gas contaminante se trató en 6 min con una temperatura de 25 C, teniendo una concentración a la salida de 0,6 ppm, obteniéndose una transferencia de masa de 10,43 kg/h.m<sup>2</sup> que es corroborada con una eficiencia del 99,6%. El equipo servirá para la realización de prácticas de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Química.

**Palabras clave:** SO<sub>2</sub>, torre de absorción, combustión

## SUMMARY

The objective of this research is to Design and Build a Tower of Absorption of SO<sub>2</sub> in Flue Gas for purifying a gas

stream to the Laboratory of Industrial Chemistry, Faculty of Sciences, of the Polytechnic School of Chimborazo. of Engineering from experimental and variable data from process obtained in laboratory testing. The team is built of structural profile cylindrical stainless steel AISI 304, with a combustion chamber, filled with glass as a contact surface, compressor of 1 HP, pump of 0,5 HP and pipes, using electricity as an energy source.

It has features such as: a combustion of 18 g of sulfur that gives a concentration of gas input of 155 ppm with a speed of 2,6 m/s that passes through a set of packages of 2 x 4 cm inside the column, taking contact with a flow of water upstream, getting residual liquid acidified at the bottom of the tower pH = 2.

The absorption of the pollutant gas is treatment in 6 min with a temperature of 25°C, taking a concentration at the exit of 0,6 ppm, obtaining a good mass transfer of 10,43 Kg/h.m<sup>2</sup> which is corroborated with an efficiency of 99,6% of the equipment that will be used for the practical work of students of the School of Chemical Engineering.

**Keywords:** SO<sub>2</sub>, absorption tower, combustion

## INTRODUCCIÓN

La contaminación al ambiente día a día va en incremento, debido especialmente al crecimiento acelerado del parque automotor y el sector industrial, que es una de las principales causas para que se produzca este fenómeno en nuestro país y el mundo. La información teórica sobre los fundamentos de ABSORCIÓN es muy abundante, pero la falta de información técnica necesaria para el dimensionamiento de equipos que permitan evitar o al menos disminuir la concentración de los gases nocivos emanados al ambiente, ha despertado el interés de realizar este estudio, que al dar una solución viable a un incon-



veniente en particular, contribuya a solucionar un problema global como son los impactos ambientales generados al entorno por emisiones gaseosas.

El objetivo de este trabajo es analizar, estudiar y proponer una alternativa de control de las emanaciones nocivas, incluidas en los gases de combustión fija y móvil, producto de la combustión de combustibles. El objetivo específico es evaluar el coeficiente de transporte de masa, en éste proceso de Absorción, dato útil para el dimensionamiento que permitió reducir la concentración de SO<sub>2</sub> de los gases de chimenea, bajo determinadas condiciones de operación.



**MATERIALES Y MÉTODOS.**

El caudal de agua y la concentración del gas a la entrada de la torre de absorción fueron variables útiles para la generación de datos experimentales que sirvieron para el cálculo del coeficiente total de transporte de masa, el cual, relacionado con la razón (L/G) permitió analizar el fenómeno en condiciones específicas.

Para conseguir la mejor eficiencia del equipo se basó en la máxima superficie de contacto entre el gas residual y el líquido eliminador, además los materiales de construcción de este equipo son resistentes a la corrosión debido al carácter ácido de los contaminantes. Hay una amplia gama de equipos que se han diseñado con este fin, entre los que se encuentran las columnas de platos, las columnas de relleno, las cajas de aspersión, los separadores de Venturi, etc.

De acuerdo a los cálculos de ingeniería y dimensionamiento del equipo, la opción más idónea fue una torre de empaques que utiliza electricidad como fuente de energía para la bomba de 0,5 HP y un compresor de 1 HP; como rellenos del cilindro se utilizaron picos de botella de 2 x 4 cm y en lo referente al análisis de los resultados equipos de laboratorio como, un anemómetro, analizador industrial de gases testo 2000, pHmetro y químicos para determinar la acidez.

En el presente trabajo investigativo se determinó las condiciones adecuadas de operación del equipo, donde su eficiencia es de 99,6 % teniendo así una transferencia de masa, la cual se encuentra dentro de los rangos deseados de ( 4,23 a 10,43) kg/h m<sup>2</sup>.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

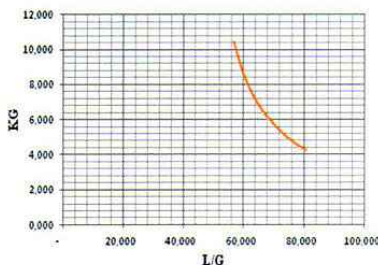
n	N <sub>OG</sub>	H <sub>OG</sub> (m)	G <sub>v</sub> (Kg/h)	KG (Kg/h m <sup>2</sup> )	KG (Kg-mol/h m <sup>2</sup> )
1	10,729	0,122	12,414	4,230	0,146
2	10,748	0,122	12,414	4,237	0,146
3	11,483	0,114	13,156	4,797	0,165
4	12,220	0,107	13,813	5,360	0,185
5	13,275	0,099	14,619	6,163	0,213
6	13,432	0,098	14,619	6,236	0,215
7	14,707	0,089	15,389	7,187	0,248
8	16,076	0,081	16,058	8,198	0,283
9	17,210	0,076	16,500	9,018	0,311
10	19,140	0,068	17,160	10,430	0,360

Obtenido el KG (coeficiente de transferencia de masa) de 4.230 kg/hm<sup>2</sup> en el primer ensayo y un KG de 10.430 kg/hm<sup>2</sup> en el último.

Al comparar estos dos resultados, en el primer caso la transferencia entre el líquido y el gas contaminante es adecuada debido a la baja velocidad de entra-

da de 1,9 m/s, da un mayor rozamiento entre el líquido y el gas, con lo que el tiempo de residencia dentro de la torre va ser mayor, teniendo así una intensificación de los flujos a contracorriente.

**DIAGRAMA KG= f (L/G)**

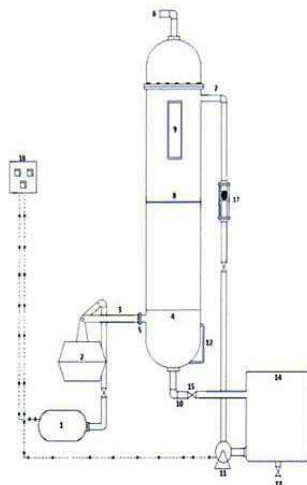


En el segundo caso, si la velocidad del gas se eleva a 2,6 m/s la fuerza de rozamiento entre el gas y el líquido es suficiente como para equilibrar la fuerza de gravedad del líquido descendente, se establece una capa continua del líquido en el interior del relleno, en el cual burbujea el gas, produciéndose así una destrucción del soluto absorbido y formando un compuesto (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). El ácido sulfuroso reduce la presión parcial en el equilibrio del soluto y, en consecuencia, aumenta la diferencia de concentración entre el gas y la interface, aumentando la rapidez de absorción, y, por ende el coeficiente total de transferencia de masa, debido a la recirculación en el equipo ya que el líquido llegara a un punto en que se saturará.

Las velocidades para que exista una buena transferencia de masa en el equipo construido se mantendrá en el intervalos 1,9 – 3,5 m/s como máximo. Esto porque si el gas entra a velocidades muy elevadas, como para que resulten importantes las fuerzas de rozamiento entre el gas y el líquido, la corriente líquida resulta frenada, aumenta el espesor de la película y la cantidad de líquido retenido en el relleno, aumentando la superficie mojada del relleno, de este modo aparecen remolinos, salpicaduras con pequeños borbotos de gas en el líquido, disminuyendo la intensidad del proceso de transferencia de masa y tiempo de residencia del gas en el interior de la columna.

Unos de los objetivos fue conseguir la máxima transferencia con un mínimo consumo de energía y tamaño de columna. Observando los resultados obtenidos se puede decir que se ha cumplido con el objetivo planteado, ya

el tiempo en tratar una cantidad determinada de gas es de 6,40 min por cada 155 ppm de concentración a la entrada de la torre y un 0,6 ppm a la salida, dándonos una eficiencia de 99,6% consiguiendo así una absorción máxima de 10,43 Kg/hm<sup>2</sup> en una torre de 1,31 m de altura, con materiales de alta calidad y reciclables como son el vidrio, el cual, actúa como empaque de la torre.



1. Compresor
2. Campana de Combustión
3. Entrada del gas
4. Soporte del relleno
5. Brida
6. Salida del gas limpio
7. Entrada del líquido
8. Columna
9. Minilla interna de la columna
10. Salida mezcla líquido-gas
11. Bomba Centrífuga
12. Minilla del líquido fondo de la torre
13. Drenaje de líquido
14. Tanque de líquido disolvente
15. Válvulas de esfera
16. Control de encendido (bomba y compresor)
17. Flujómetro de líquido



Revisión técnica por: Mónica Andrade