

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA TERMOGRAFÍA PULSADA

Rodriguez Tepozteca, Gerardo (1), Villaseñor Mora, Carlos (2)

1 [Licenciatura en Ingeniería Biomédica | rodrigueztg2013@licifug.ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Química, Electrónica y Biomédica, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato] | vimcarlos@ugto.mx]

Resumen

El siguiente trabajo muestra cómo se realizó la construcción de un sistema de enfriamiento de bajo costo para termografía pulsada, que consiste en un tubo de Ranque-Hilsch, con el que se obtuvo una diferencia de temperatura con respecto al ambiente de 12°C.

Abstract

The next work shows how it has been made the construction of a low-cost sistem of cooling for pulsed thermography, that consist in a Ranque-Hilsch tube, in which a temperature difference of 12°C, regard the ambient, was obtained

Palabras Clave

Tubo de Ranque-Hilsch; Convección forzada; Compresora;

INTRODUCCIÓN

Tubo de Ranque-Hilsch

El tubo de Ranque-Hilsch o tubo Vortex se inventó en el año de 1928 por el físico George Ranque, es un sistema de enfriamiento sin partes móviles que funciona bajo el efecto de transmisión de calor por convección forzada.[1]

El tubo Vortex se conforma de las siguientes partes: uno o mas orificios tangenciales, una cámara de vórtice, una válvula de aire caliente y una salida de aire frío.

Cuando el aire a alta presión ingresa al tubo por medio de los orificios tangenciales, el gas empieza a arremolinarse por dentro, como se muestra en la figura 1. El gas se expande y enfría al pasar por la cámara de vortice, posteriormente una parte del gas sale por la valvula de aire caliente y otra es expulsada directamente por la salida de aire frío.

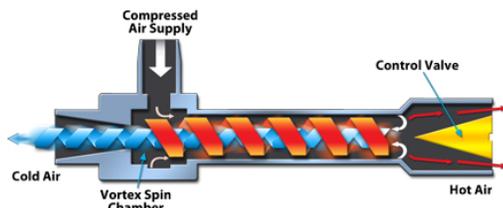


FIGURA1: Diagrama de un tubo Ranque-Hilsch

La temperatura de aire frío se controla por medio de la valvula de aire caliente, a mayor cantidad de aire caliente se permita salir, menor será el flujo de aire frío y menor será la temperatura de este. Es a partir de una salida del 80% del aire por la valvula de aire caliente que se obtiene la minima temperatura de salida por la valvula de aire frío.[2]

Ventajas y desventajas del uso del Tubo Vortex

Si bien los usos del tubo vortex son bastante limitados en la empresa, presenta diversas aplicaciones y ventajas en los laboratorios debido a los siguientes motivos:

1. Es un dispositivo compacto y ligero
2. No contiene partes móviles

3. Puede trabajar en ausencia de electricidad si se dispone de una fuente de aire comprimido
4. Es un sistema de enfriamiento puntual

Aunque presenta ciertas desventajas como lo son:

1. La gran cantidad de ruido generado por el compresor o por la salida del tubo
2. Su eficiencia maxima se alcanza a una temperatura ambiente y humedad especifica.

Descripción matemática del tubo vortex

Fulton encontró que la máxima diferencia de temperatura se relacionaba por medio de la siguiente ecuación y con el número de Prandtl:

$$\frac{\Delta T_{c, \text{mx}}}{\Delta T_{is}} = 1 - \frac{1}{2Pr}$$

Donde ΔT_{is} se calcula suponiendo una expansión isoentrópica:

$$\Delta T_{is} = T_{in} \left(1 - \left(\frac{P_c}{P_{in}} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)$$

Donde T_{in} es la temperatura inicial, P_c es la presión en la válvula de calor, P_{in} es la presión de entrada y γ es un coeficiente obtenido en las gráficas experimentales. [3]

La finalidad de retomar las ecuaciones anteriores es poder recrear este dispositivo con la mayor eficiencia posible manteniendo un costo menor al comercial. El uso de este sistema servirá para disminuir, de manera rápida, la temperatura de los materiales que se usan en la termografía pulsada para evitar que estos se dañen por las altas temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la construcción del sistema de enfriamiento se usaron los siguientes materiales:

1. Tubo de PVC de 1/2" de diámetro

2. Conexión rápida a compresora de ¼" de diámetro
3. Conector a manguera de ¼" de diámetro
4. Cilindro de nylon
5. Tornillo de anclaje de ½"
6. Compresora DeWALT de 150 Gal
7. Broca de 1/64".

Haciendo uso de una broca de 1/64" se realizaron 2 perforaciones tangenciales en la periferia del tubo de PVC a 5 cm de una entrada, posteriormente se perforo y se cortó el cilindro de nylon, tal que se obtuviera una dona de 2cm de espesor para servir como cámara de vórtice. Se colocó la conexión rápida en la cámara de vórtice y se selló de tal forma en que el aire a presión solo pudiera entrar al tubo por medio de los orificios tangenciales.

Posteriormente se ajustó un tornillo de anclaje, a la entrada más distal de la dona, para cumplir la función de válvula de calor y se puso un conector a manguera en la entrada más cercana de la dona para cumplir la función de salida de aire frío.

Por último se realizaron las pruebas con una compresora DeWALT que inyectaba el aire a presión al tubo vortex, por medio de la conexión rápida.

Se realizaron un total de 150 mediciones, 30 por cada valor de presión que iban de 20Kpa a 60Kpa, y se realizó un promedio, del cual se calcularon las diferencias de temperatura y posteriormente se graficaron como se muestra en la sección de Resultados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en la FIGURA2 se muestra una imagen del prototipo final:



FIGURA2: Prototipo del tubo Vortex

Se graficaron los datos de ΔT contra Presión obtenido de las mediciones realizadas a la salida del tubo vortex, como muestra en la FIGURA3:

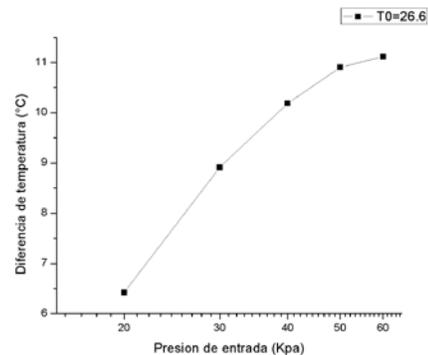


FIGURA3: Grafico en escala logarítmica de diferencia de temperatura contra presión

Se observó una baja eficiencia del tubo vortex en comparación al comercial debido al material de bajo costo y a la limitación de material para la elaboración de este, por lo que se piensa que con los materiales descritos en fuente [4] y siguiendo el mismo procedimiento de ensamblado se obtendrían mejores resultados.

CONCLUSIONES

La realización de este trabajo concluyo con la adquisición de un dispositivo de enfriamiento de bajo costo que se usará para las pruebas de termografía pulsada.

La investigación sobre el tubo de Ranque-Hilsch es muy escasa, por lo que todavía existe un gran campo de investigación para mejorar e implementar esta clase de prototipos en los diferentes ámbitos.

REFERENCIAS

- [1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_Ranque-Hilsch\(05/07/16\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_Ranque-Hilsch(05/07/16))
- [2] Álvaro J. Morejón, Cabrera Santiago (2013), Estudio del fluido de trabajo del tubo vortex y su influencia en la temperatura a la salida del lado frío, pp 16-17
- [3] Gao Chengmin (2005), Experimental study of the Ranquel-Hilsch vortex tube (pp 6-7), China, 1er Edición
- [4] [http://ottobelden.blogspot.mx/2010/12/another-home-made-ranque-hilsch-vortex.html\(16/06/16\)](http://ottobelden.blogspot.mx/2010/12/another-home-made-ranque-hilsch-vortex.html(16/06/16))