

ANÁLISIS TERMODINÁMICO Y ENERGÉTICO DE SISTEMAS CRIOGÉNICOS

Ruiz Jamaica Juan Guillermo (1), Marmolejo Correa Danahe (2)

1 [3re Verano de la Investigación Científica para estudiantes del Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [veranosug@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Física, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [Dirección de correo electrónico]

Resumen

En este proyecto se aprendió sobre que es licuefacción de gases, criogenización, refrigeración y sus objetivos, usos, materiales y cálculos, así como diferentes refrigerantes existentes o ya inexistentes en el mercado. Al llegar a este proyecto no sabía nada sobre estos temas y al investigar me he dado cuenta de un gran potencial sobre este mercado y sus usos en diferentes ramas, desde el uso en aviones hasta en el aire acondicionado. Al entrar más en este mundo he comprendido su vital importancia, así como hay diferentes tipos de ciclos o procesos. Y lo más importante que aprendí es el uso de la energía en todo esto, ya que, cada vez se quiere mejorar el rendimiento de estos procesos y su eficiencia y así usar una menor cantidad de energía para producir más trabajo.

Abstrac

In this project we learned about liquefaction of gases, cryogenization, refrigeration and its objectives, uses, materials and calculations, as well as different refrigerants existing or no longer exist in the market. When I arrived at this project, I did not know anything about these issues and when I investigated I realized a great potential about this market and its uses in different branches, from the use in airplanes to air conditioning. As I enter more into this world I have understood its vital importance, just as there are different types of cycles or processes. And the most important thing I learned is the use of energy in all this, since, each time you want to improve the performance of these processes and their efficiency and thus use less energy to produce more work.

Palabras Clave

Refrigeración, cálculo, ciclo, calor, eficiencia.

HIPÓTESIS

Hacer un cálculo de un ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor con el gas R-134a.

INTRODUCCIÓN

El reporte habla sobre que es la licuefacción y sus utilidades en el mercado y los distintos usos que se pueden dar, así como los productos que se crean, también se hablara sobre los distintos procesos que hay en la licuefacción.

Por otra parte, se definirá lo que es la criogenización y refrigeración, se hablara sobre un ciclo de refrigeración que es de los más utilizados para separación de gases.

Después de aprender las definiciones y diferentes ramas, al final se verá el cálculo de un ciclo de refrigeración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El uso de las TICS y cálculos con fórmulas ya establecidas de un ciclo de refrigeración.

¿Qué es la licuefacción de gases?

La licuefacción es el proceso mediante el cual una sustancia, en estado gaseoso a temperatura y presión estándar, es comprimida hasta modificar su estado de agregación de gas a líquido o se puede interpretar también como el cambio de estado que ocurre cuando una sustancia pasa del estado gaseoso al líquido, por acción de la temperatura y el aumento de presión, llegando a una sobrepresión elevada, hecho que diferencia a la licuefacción de la condensación.

Objetivo de la licuefacción de gases

- La meta en la licuefacción de gases es hacer el proceso con el menor gasto de energía.

- Cambiar su estado físico de gas a líquido, facilitando así el transporte a largas distancias de forma segura.

Proceso

La licuefacción de gases incluye una serie de fases utilizada para convertir un gas en estado líquido. Los procesos se utilizan para fines científicos, industriales y comerciales. Muchos de los gases se pueden poner en estado líquido a presión atmosférica normal por simple refrigeración y otros como el dióxido de carbono, requieren presurización.

La licuefacción de los gases es un proceso complicado que utiliza diferentes compresiones y expansiones para lograr altas presiones y temperaturas muy bajas.

Criogenización

Rama de la física que estudia la materia sometida a temperaturas muy baja, así como los métodos que permiten conseguir dichas temperaturas: las implicaciones tecnológicas del desarrollo de la criogenia son de gran utilidad en la sociedad actual. Tecnología que permite estudiar el comportamiento de la materia a temperaturas inferiores a -200°C .

REFRIGERACIÓN

La palabra refrigeración significa mantenimiento de una temperatura inferior a la del ambiente. Esto requiere absorción continua de calor aún bajo nivel de temperatura, a menudo logrado por evaporación de un líquido en un proceso de flujo continuo en estado uniforme. El vapor que se forma puede regresar a su estado líquido original para su revaporación en alguna de dos formas, siendo la más común la compresión y condensación del mismo.

Alternativamente, puede ser absorbido por un líquido de volatilidad baja, del cual es evaporado posteriormente a presión más elevada.

La refrigeración se conoce mejor por su utilización en el acondicionamiento del aire de edificios y en el tratamiento, transportación y conservación de alimentos y bebidas. También encuentra uso industrial a gran escala, por ejemplo, en la fabricación de hielo y la deshidratación de gases. Las aplicaciones en la industria del petróleo incluyen la purificación de aceites lubricantes, las reacciones a bajas temperaturas y la separación de hidrocarburos volátiles. Un proceso estrechamente relacionado es la licuefacción de los gases, que tiene aplicaciones comerciales importantes.

Sistema de refrigeración

Un sistema de refrigeración se utiliza para mantener una región del espacio a una temperatura inferior a la del ambiente. El fluido de trabajo utilizado en el sistema puede permanecer en una sola fase (refrigeración por gas) o puede cambiar de fase (refrigeración por compresión de vapor). La bomba de calor, que es capaz tanto de enfriar como de calentar con la misma instalación.

Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Es muy deseable mantener, en la medida de lo posible, los procesos de suministro y cesión de calor a temperatura constante. Sin embargo, en el proceso de compresión debería intervenir sólo la fase vapor. Además, la turbina se sustituye por un dispositivo de estrangulamiento.

Los procesos que experimenta el fluido en un ciclo ideal son:

- 1-2 Compresión isoentrópica desde vapor saturado hasta vapor sobrecalentado.
- 2-3 Cambio internamente reversible, a presión constante, extrayendo calor del fluido hasta llegar a líquido saturado.
- 3-4 Estrangulamiento a través de una válvula o un tubo capilar hasta que $P_4 = P_1$, siendo $h_4 = h_3$.
- 4-1 Cambio internamente reversible, a presión constante, comunicando calor a una mezcla húmeda de baja calidad hasta llegar a vapor saturado.

El coeficiente de rendimiento de un refrigerador se expresa com

$$COP_R = \frac{q_L}{w_{neto}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad 3.29$$

Imagen 1: Ciclo Ideal de Refrigeración
Cálculo

Refrigerante: R-134a

$$W = \dot{m} (h_2 - h_1) = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$W = Q_H - Q_L$$

$$Q_L = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

$$Q_H = \dot{m} (h_2 - h_3)$$

$$h_4 = h_3 \text{ Estrangulamiento}$$

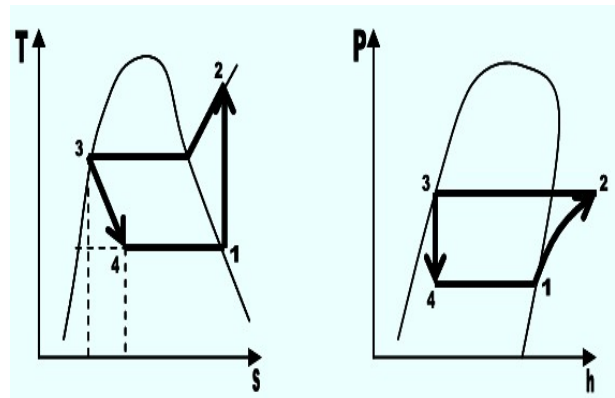
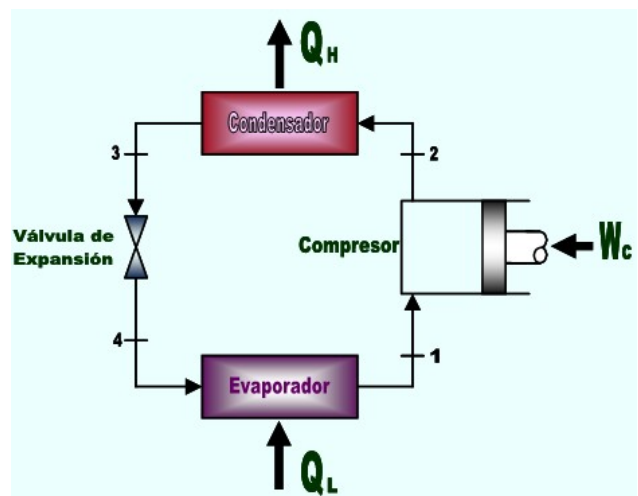


Imagen 2: Tablas de temperatura - entropía y presión - entalpia de un ciclo de refrigeración



La temperatura del ambiente que ingresa al ciclo es:

$$T_0 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

Temperatura a la que se quiere llegar:

$$T_F = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

El trabajo que ingresa al ciclo por el compresor es:

$$W = 1000 \text{ KJ/s}$$

El refrigerante R-134a sobrecalentado tiene un calor específico:

$$C_p = 1.23 \text{ KJ/Kg} \cdot \text{K}$$

Se calcula el flujo másico (\dot{m})

$$W = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$1000 \text{ KJ/s} = \dot{m} (1.23 \text{ KJ/Kg} \cdot \text{K}) (20 \text{ K})$$

$$\dot{m} = 40.65 \text{ Kg/s}$$

Entalpia 1 a vapor saturado a 20°C

$$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \longrightarrow h_1 = h_g @ 20 \text{ }^\circ\text{C} = 261.59 \text{ KJ/Kg}$$

Entalpia 2

$$W = \dot{m} (h_2 - h_1)$$

$$h_2 = W / \dot{m} + h_1$$

$$h_2 = 286.19 \text{ KJ/Kg}$$

Entalpia 3 a líquido saturado a 40°C

$$T_3 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \longrightarrow h_3 = h_f @ 40 \text{ }^\circ\text{C} = 108.26 \text{ KJ/Kg}$$

Entalpia 4

$$h_4 = h_3$$

$$h_4 = 108.26 \text{ KJ/Kg}$$

Calor de Entrada

$$Q_L = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

$$Q_L = (40.65 \text{ Kg/s}) (261.59 \text{ KJ/Kg} - 108.26 \text{ KJ/Kg}) = 7,232.85 \text{ KJ/s}$$

Calor de Salida

$$Q_H = \dot{m} (h_2 - h_3)$$

$$Q_H = (40.65 \text{ Kg/s}) (261.59 \text{ KJ/Kg} - 108.26 \text{ KJ/Kg}) = 6,232.86 \text{ KJ/s}$$

Coficiente de rendimiento

$$COP_R = Q_L / W$$

$$COP_R = 7,232.85 \text{ KJ/s} / 1000 \text{ KJ/s}$$

$$COP_R = 7.25$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final los resultados fueron los esperados al calcular la eficiencia de un ciclo de refrigeración y a la vez aprender sus partes y su funcionamiento, a su vez durante esta investigación se aprendieron distintos temas de los ya incluidos como las ramas que la utilizan y con las que tiene relación.

CONCLUSIONES

Me siento satisfecho con mi trabajo ya que tuve que aprender muchas cosas antes de llevar a cabo el cálculo, estos temas son sorprendentes y muy extensos y me alegro de haberlos conocido aunque sea un poco.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi familia y amigos y en especial a mi mamá que estuvo al tanto de mí y a mi hermano que me ayudó en mis dudas.

REFERENCIAS

- [1] http://s3.amazonaws.com/publicationslist.org/data/miguel.a.lozano/ref-51/cc33_im03_oxi.pdf
- [2] http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16705/PFC_final.pdf
- [3] <http://www.imiq.org/wpcontent/uploads/2012/02/1241.pdf>
- [4] <http://users.dcc.uchile.cl/~roseguel/taller2/metodos.html>
- [5] https://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n_de_gases
- [6] <http://www.gnl.es/licuefaccion-gnl.php>
- [7] https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Linde-Hampson
- [8] https://prezi.com/uxqnu50bbqn/_copy-of-copy-of-licuefaccion-y-criogenia/
- [9] <http://documents.mx/documents/licuefaccion-de-los-gases.html>
- [10] Whitman, B., Johnson, B., Tomczyk, J., Silberstein, E., (2010). Tecnología de refrigeración y aire acondicionado Tomo 1 (6ta ed.) Ciudad de México, Delmar/Cengage Learning