

ANÁLISIS DE ABSORCIÓN CALÓRICA POR MEDIO DE RADIACIÓN SOLAR DE ZEOLITA Y OBSIDIANA.

Fuentes Ruiz, Gerardo (1), Roa Martínez, María Susana (2), Sabás Segura, José (3)

1 Ing. En Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. gerardo_123_gfr@hotmail.com

2 Ing. En Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. m.susyroa@gmail.com

3 Coordinación de Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. jose.sabas@tecabasolo.edu.mx

Resumen

Este artículo presenta algunas de las evaluaciones experimentales de un prototipo de refrigeración solar (adsorbedor y condensador), consta de un ciclo intermitente termodinámico de adsorción, usando agua como refrigerante y la zeolita mineral como adsorbedor. El sistema utiliza chabazite naturales o clinoptilolita (zeolita) como el adsorbente sólido y vapor de agua como el fluido de trabajo. La obsidiana es un material que debido a sus características tiene gran captación de calor y una reflectividad alta, por ello que se eligió este material, el cual puede ser utilizado en los colectores solares, el único inconveniente es el cómo manipular el material, debido a su fragilidad, dureza y punto de fusión alto. La zeolita es un mineral, el cual por su peculiar estructura, presenta propiedades de catálisis, de intercambio iónico y de tamiz molecular. En relación con sus aplicaciones medioambientales, la propiedad que adquiere una especial relevancia es la de intercambio iónico, por lo cual la zeolita tiene la capacidad de hidratarse y deshidratarse reversiblemente. Debido a esto se concluyó que la zeolita es un material que tiene gran capacidad de adsorción calórica y por tal motivo es muy viable para utilizarse en sistemas de refrigeración solar ya que es abundante y barato.

Abstract

This article presents some of the experimental evaluations of a solar cooling prototype (adsorber and condenser), it consists of an intermittent absorption thermodynamic cycle, using water as a refrigerant and the mineral zeolite as adsorber. The system uses natural clinoptilolite or chabazite adsorbent as the solid and water vapor as the working flow. Obsidian is a material which because of its characteristics has great heat gain and high reflectivity, so that this material, which can be used in solar collectors, was chosen. The only drawback is how to handle the material, because of its brittleness, hardness and high melting point. Zeolite is a mineral, which by its peculiar structure, exhibits properties of catalysis, ion exchange and molecular sieve. In relation to its environmental applications, the property which acquires special relevance is the ion exchange, whereby the zeolite has the ability to hydrate and dehydrate reversibly. Because of this it was concluded that the zeolite is a material that has plenty of heat absorption and for that reason is very viable for use in solar cooling systems because it is abundant and cheap.

Palabras Clave

Condensador; Adsorbedor; Reflectividad; Intercambio iónico; Refrigeración Solar.

INTRODUCCIÓN

La obsidiana es una masa vítrea, rica en sílice que entra en erupción y se solidifica casi instantáneamente en las primeras etapas de una erupción volcánica explosiva. Debido a que el material se enfría tan rápidamente, no tiene tiempo para organizar sus elementos en una estructura de enrejado, y forma una masa vítrea no cristalina, que es típicamente de color negro [1].

La zeolita es un mineral, el cual por su peculiar estructura, presentan propiedades de catálisis, de intercambio iónico y de tamiz molecular, por lo cual la zeolita tiene la capacidad de hidratarse y deshidratarse reversiblemente.

Así mismo otro estudio de interés es el uso de los procesos de adsorción para producir refrigeración ha sido ampliamente estudiado en los últimos veinte años como una alternativa tecnológica para sistemas de compresión de vapor. Varios estudios teóricos y experimentales demostraron que los sistemas de sorción de refrigeración, especialmente aquellos que utilizan ciclos de potencia de calor de gas-sólido, se adaptan bien a aplicaciones de la tecnología simple.

Cuando se calienta una zeolita se produce la pérdida de moléculas de agua y cationes de su estructura, sin cambios en su armazón estructural básico. Este hecho fue observado en 1756 por el mineralogista sueco Cronstedt, que al calentar estilbita (la primera zeolita identificada) observó que la rápida pérdida de agua se asemejaba a la ebullición, y acuñó por primera vez el término zeolita (piedra que hierve, en griego). Las Zeolitas secas (activadas) tienen la propiedad de poder adsorber agua, cationes y moléculas más complejas del entorno. Es decir, son capaces de intercambiar iones de una forma más extrema que la descrita para las arcillas, superándolas en los valores de capacidad de intercambio catiónico. Las zeolitas calentadas y secas difieren en la velocidad a la que tienen lugar los procesos de intercambio iónico [2]. Con agua como adsorbato, zeolita es un adsorbente muy adecuado. Este material es básicamente poroso de silicato de aluminio que se pueden encontrar en bruto o sintetizada, es inocuo, así disponible y es barato. La zeolita se utiliza ampliamente en aplicaciones industriales, especialmente en los procesos de hidratación [3].

Este proyecto se realizó con la finalidad de analizar las propiedades térmicas, adsorcivas y refrigerantes de la zeolita para su utilización como refrigerante natural en dispositivos de refrigeración solar y a su vez analizar las propiedades térmicas, de captación de radiación solar y reflectivas de la obsidiana para su utilización en la fabricación de placas reflectivas en los colectores solares.

En el presente proyecto se analiza el comportamiento calórico a través de la radiación solar de zeolita y obsidiana, que contienen dentro de su estructura molecular silicio. Realizamos dos pruebas, una con la obsidiana para determinar la radiación que capta y la temperatura que puede llegar a alcanzar, y la otra con la zeolita para determinar la diferencia de temperaturas entre la entrada y salida adsorbedor midiendo así la absorción calórica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este proyecto se realizaron dos experimento para los cuales se utilizaron los siguientes materiales: 1.5 m de manguera para pecera, 500 gr de zeolita, 1 bote de aluminio de 500 gr, 1 tubo de silicón frío, 1 metro de cobre flexible de $\frac{1}{4}$ in de diámetro, 1 frasco de plástico transparente, 1 botella de plástico de 1L, 1 aerosol color negro mate, obsidianas negras, 1 luxómetro, 1 pirómetro, Taladro y Segueta.

Un cuerpo negro es aquel que absorbe toda la radiación que incide sobre él y por lo tanto posee una emisividad igual a uno, es también un radiador ideal. Cuando la radiación incide sobre un objeto opaco parte de la radiación parte se refleja y parte se absorbe [4]. En base a lo mencionado anteriormente la obsidiana al ser un cuerpo negro y liso presenta características muy favorables para la captación de radiación solar y reflectividad. Para este experimento se tendieron pedazos de obsidiana y se colocaron de manera horizontal para que recibieran la radiación solar directamente. Para su comparación térmica se usó una superficie oscura lisa, para la radiación lumínica se utilizó una hoja blanca.

Las zeolitas son capaces de adsorber grandes cantidades de una variedad de gases refrigerantes, que van de vapor de agua y amoníaco a óxidos de carbono y freones. Dado

que la el calor de vaporización del agua es el más grande de cualquier refrigerante común y aproximadamente 10 veces mayor que el de los freones, la combinación de vapor de agua y zeolita puede proporcionar el sistema más eficiente y requiere una cantidad más pequeña de zeolita para su funcionamiento [5].

El sistema de refrigeración se basa en un ciclo intermitente, sin recuperación de calor. Este ciclo consiste en dos etapas típicas: la etapa de enfriamiento, caracterizado por el proceso de adsorción, cuando la evaporación del fluido de trabajo (el adsorbato) se lleva a cabo, y otro que consiste en la regeneración del medio sólido (adsorbente) por la energía solar, cuando se condensa el adsorbato [6]. Para este segundo experimento se construyó un dispositivo que contiene un adsorbedor, con zeolita en su interior, y un condensador a escala, que permitió medir la temperatura a la entrada y salida del adsorbedor midiendo así la absorción calórica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el primer experimento se tomó la radiación de la hoja debido a que por ser un color claro es una superficie reflejante ideal y por lo tanto al medir con el pirómetro se obtendrá una cantidad de Luxes como muestra para comparar el grado de reflectividad que puede tener la obsidiana.

Se utilizó una placa de plástico negra para comparar la temperatura con la obsidiana, debido a que ésta por su estructura molecular y sus propiedades físicas tiene mayor captación de calor que la primera, como se muestra en las siguientes gráficas:

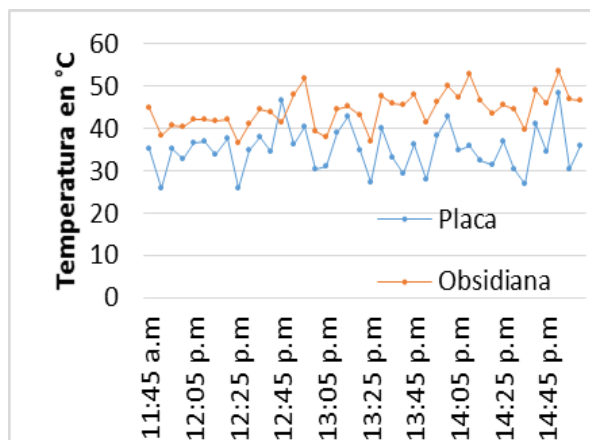


IMAGEN 1: Temperatura placa y obsidiana.

14:50 p.m., la placa obtuvo una temperatura de 48.4 °C y la obsidiana de 53.7 °C, siendo mayor ésta última.

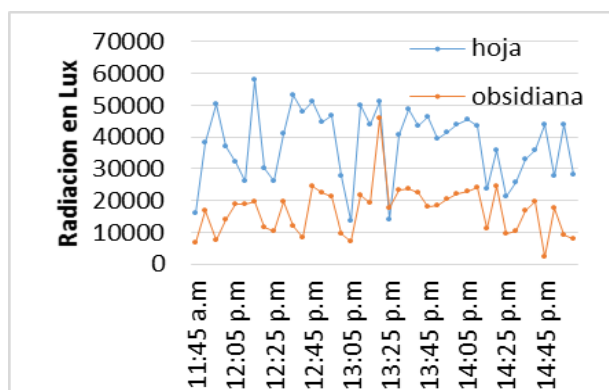


IMAGEN 2: Radiación hoja y obsidiana.

13:20 p.m., la obsidiana alcanzo una radiación de 46000 Lux asemejándose a la hoja con 51000 Lux.

En el segundo experimento se midió la temperatura a la entrada y salida del adsorbedor algunos de los resultados se explican a continuación:

- 9:45 a.m. Se midió y se obtuvo una temperatura de 19.3 °C en el tubo de entrada y de 21.6 °C en el tubo de salida, aquí se puede apreciar que el sistema está funcionando de manera reversible ya que la temperatura del tubo de salida debe ser inferior al de la entrada, por lo que se observa, el sistema necesita mayor radiación solar en un lapso de tiempo

mayor para que comience a adsorber calor.

- 11:45 a.m. La medición de la temperatura dio como resultado de 26.9 °C en el tubo de entrada y 24.1 en el tubo de salida, con la obtención de estos resultados se muestra que el sistema comienza a funcionar debido a que la temperatura del tubo de salida del adsorbedor es inferior al tubo de entrada, por tal motivo el sistema está enfriando, habiendo una diferencia de 2.8 °C, lo cual para este sistema es significativo.

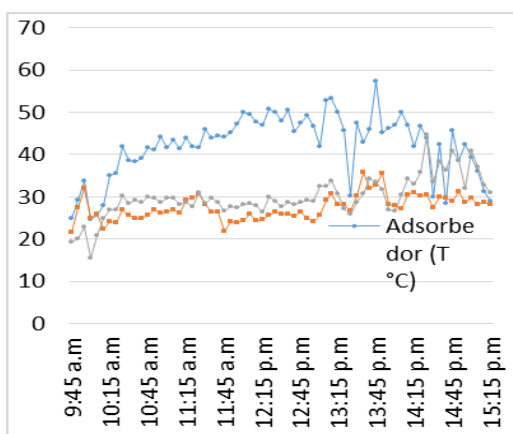


IMAGEN 3: Temperatura del adsorbedor.

Un suceso a tomar en cuenta fue que al momento de nublarse, la temperatura del adsorbedor disminuyó ocasionando que la zeolita contenida dentro del recipiente comenzara a liberar el calor adsorbido, por tal motivo la zeolita al no recibir la radiación liberó vapor caliente por el tubo de salida, generándose un aumento de temperatura en este último.

CONCLUSIONES

La obsidiana es un material que debido a sus características tiene gran captación de calor logrando una temperatura de 53.7 °C y una reflectividad de 46000 luxes lo cual son valores altos, por ello que se eligió este material, el cual puede ser utilizado en los colectores solares, el único inconveniente es el cómo manipular el material, debido a sus fragilidad, dureza y punto de fusión alto.

La zeolita es un mineral, el cual por su peculiar estructura, presentan propiedades de catálisis, de intercambio iónico y de tamiz molecular. En relación con sus aplicaciones medioambientales, la propiedad que adquiere una especial relevancia es la de intercambio iónico, por lo cual la zeolita tiene la capacidad de hidratarse y deshidratarse reversiblemente. Debido a esto se concluyó que la zeolita es un material que tiene gran capacidad de adsorción calórica y por tal motivo es muy viable para utilizarse en sistemas de refrigeración solar ya que es abundante y barato.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor José Sabás Segura por darnos la valiosa oportunidad de participar en este proyecto de investigación y por enriquecernos con sus grandes conocimientos del tema.

Al Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por proporcionarnos el material necesario para la realización de este proyecto y por agilizar la expedición de documentos requeridos para la inscripción a este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Nadin, E. (2007). The Secret Live of Minerals. *ENGINEERING & SCIENCE*, 70(1), 10-20.
- [2] Carretero León, M. I. (2007). *Mineralogía aplicada: salud y medio ambiente*. Madrid: Paraninfo.
- Carretero León, M. I. & Pozo Rodríguez, M. (2007). Otras Propiedades físicas y fisicoquímicas de los minerales de la arcilla y las zeolitas. *Aplicaciones industriales*. En C. M. De la Fuente Rojo (Ed.), *Mineralogía aplicada: salud y medio ambiente* (pp. 175-198). Madrid: Paraninfo.
- [3] Ramos, M., Espinoza, R. L. & Horn, M. J. (2003). EVALUATION OF A ZEOLITE-WATER SOLAR ADSORPTION REFRIGERATOR. *ISES Solar World Congress 2003*, 1-5.
- [4] Tipler, P. A. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona:Reverté.
- Tipler, P. A. & Mosca, G. (2005). *Propiedades y procesos térmicos. Física para la ciencia y la tecnología* (pp. 583-602). Barcelona:Reverté.
- [5] Tchernev, D. I. (1978). SOLAR ENERGY APPLICATION OF NATURAL ZEOLITES, 1, 479-485.
- [6] Ramos, M., Espinoza, R. L. & Horn, M. J. (2003). EVALUATION OF A ZEOLITE-WATER SOLAR ADSORPTION REFRIGERATOR. *ISES Solar World Congress 2003*, 1-5.