

DESTILADOR SOLAR ASISTIDO CON COLECTOR SOLAR ACUMULADOR

Carmen Esteban¹, Judith Franco² y Amilcar Fasulo¹

1- Universidad Nacional de San Luis. Chacabuco y Pedernera. 5700 San Luis.

Tel: 424689, int103. E-mail:cesteban@unsl.edu.ar

2- Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 4400. Salta.

RESUMEN: En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un nuevo tipo de destilador solar asistido. El mismo consiste de un destilador tipo batea cuya base está constituida por un colector solar acumulador desarrollado recientemente en la Universidad Nacional de San Luis. Se ha completado la construcción de dicho dispositivo y de un destilador tipo batea convencional para realizar las comparaciones. Se espera para el destilador asistido, con respecto al convencional, que aumente sensiblemente la producción de agua destilada tanto en las horas con radiación solar como en las horas sin ella. Actualmente se están llevando a cabo las pruebas preliminares para la operación simultánea de los dos destiladores.

PALABRAS CLAVE: destilador, batea, colector, acumulador, solar.

INTRODUCCIÓN

Los destiladores solares de batea son utilizados desde el siglo XVII y prácticamente no han cambiado. Salvo mejoras en su diseño y materiales se mantienen desde entonces sin mayores cambios. Una batea, con superficie de color negro, contiene el agua salobre. Su parte superior está cubierta con un techo a dos aguas de un material de alta transmitancia a la radiación solar y alta conductividad térmica. El techo desagua en canaletas situadas a ambos lados de la bandeja. Los rayos solares atraviesan la cubierta y son absorbidos por el fondo ennegrecido de la batea, que contiene unos 5 cm del agua a destilar. A medida que se calienta el agua su presión de vapor sube, el vapor de agua condensa en la cara inferior del techo formándose una película uniforme de líquido que corre hacia las canaletas, que conducen el agua destilada a un tanque de almacenamiento. El destilador funciona como una trampa de calor, ya que el techo es transparente a la luz solar incidente, pero opaco a la radiación infrarroja emitida por el agua caliente. El techo impide que se escape el vapor y que el viento enfríe el agua salada.

En estas condiciones actualmente el rendimiento fluctúa alrededor del 40 % y varía fuertemente con las condiciones climáticas imperantes. El principal inconveniente que posee el destilador es el rápido deterioro de la cubierta negra absorbente en la base de la batea. Ésta se cubre rápidamente de sal y pierde gran parte de sus propiedades, por lo que requiere de limpiezas periódicas.

Una forma de aumentar el rendimiento de los destiladores es asistiéndolos térmicamente. De acuerdo al estudio de colectores solares acumuladores desarrollados recientemente en nuestro laboratorio, hemos encontrado que los mismos serían un excelente complemento para el destilador convencional. Es por esto que se diseñó y construyó un nuevo tipo de destilador solar asistido y que se encuentra actualmente en estudio.

ANTECEDENTES

Alrededor del año 1981 se presentó un proyecto para la construcción de una planta de destilación solar de agua para uso en los laboratorios de la Facultad de Química Bioquímica y Farmacia de la UNSL(Fasulo A. *et. al*, 1987). Para llevar a cabo este proyecto se experimentó con un prototipo, el cual debía ser de un diseño simple, que emplease materiales convencionales, que tuviera solidez, durabilidad razonable y bajo costo. Se llegó así a la construcción del prototipo que consiste de un destilador tipo batea con superficie ennegrecida y cubierta superior de vidrio. La batea se construyó de hormigón armado de 3 m de largo por uno de ancho, se montaron sobre paredes de mampostería y se la aisló del suelo por una cámara de aire estanco. Para el encofrado de los laterales se utilizó molduras de chapa. La cubierta tiene una pared vertical que mira hacia el sur y y de chapa y una pared Norte con una inclinación de aproximadamente 22 ° y de vidrio. El techo desagua en dos canaletas situadas en los costados de la bandeja. Así encontramos un canal colector sur que es el que recibe el agua destilada de la pared metálica que cierra el lateral sur y el canal colector norte que es el que recibe el agua que condensa en el techo de vidrio. Hacia el Este y el Oeste tiene paredes verticales de vidrio.

Durante 1982, parte de 1983 y 1984 se midió diariamente la cantidad de agua destilada producida, recogiendo datos de cada uno de los dos canales colectores del destilador, por la mañana y al finalizar el día. Se determinó a su vez la radiación solar diaria incidente sobre plano horizontal. Con esos datos se determinó la eficiencia del destilador, que osciló entre 25% y 36%.

Del detalle de los datos obtenidos se encontraron los siguientes porcentajes de agua destilada:

- a) durante las horas de radiación solar 0 % en el canal colector sur y 60 % en el colector Norte.
- b) Durante las horas sin radiación solar 10 % en el canal colector sur y 30 % en el canal colector Norte.

Estos porcentajes varían fuertemente con las condiciones climáticas presentes, bajas temperaturas ambiente favorecen las pérdidas térmicas por la cubierta superior. Durante la noche el sistema funciona en condiciones óptimas para el condensador y en mínimas para el evaporador, dependiendo este mínimo de la masa de la batea.

Recientemente en el Laboratorio de energía solar, de la Universidad Nacional de San Luis, se ha desarrollado un colector solar acumulador (CSA) de características muy simples. El mismo consiste en un tanque cilíndrico de acero inoxidable, cubierto con pintura negro mate y térmicamente protegido con aislación semitransparente a la radiación solar.

La primera experiencia surgió de la observación de una práctica que comúnmente se lleva a cabo en la ciudad de San Luis: pintar de negro el tanque de reserva de agua domiciliaria. Esta práctica permite a la población disponer en verano de agua caliente, sobre todo a la tarde y primeras horas de la noche. Sin embargo, este ahorro de energía se pierde durante los meses de invierno debido a que aumentan las pérdidas radiativas y con el riesgo de congelación nocturna.

La idea fue mejorar el comportamiento térmico de estos tanques. El uso de policarbonato alveolar se presentó como una alternativa interesante a ser estudiada ya que tiene un alto índice de transmitancia a la radiación solar (80%) y es posible curvarlo. Para la construcción de colectores solares, el policarbonato posee la ventaja, con respecto al vidrio, de tener menor conductancia térmica.

El dispositivo ha sido testeado de diferentes formas (Fasulo A. *et al.*, 1997). En una primera versión el CSA estuvo constituido por un tanque de acero inoxidable de 384 litros de capacidad, pintado de negro y envuelto por una placa de policarbonato de 4 mm de espesor a una distancia de 10 cm del tanque. En una segunda versión se experimentó un colector acumulador similar al primero pero con una aislación térmica reforzada: tres capas de policarbonato separadas del tanque y entre sí de 3 a 8 cm. La tercera versión consistió de un tanque similar al anterior pero con el doble de capacidad (768 litros).

A los dos primeros dispositivos, tanques de 384 litros, se los combinó con colectores solares planos, de 2 m² de superficie, para constituir lo que se denominó colector acumulador y Plano Integrado (IPAC) y en el que se esperaba producir el doble de la cantidad de agua caliente que la producida sin los colectores. El CSA en este caso reemplazó al tanque tradicional de acumulación de agua caliente que normalmente está aislado con materiales opacos.

La eficiencia de estos dispositivos osciló entre el 26% y 31% para el CSA con una cubierta de policarbonato y entre 28% y 36% para el caso de tres cubiertas.

El agua contenida en los tanques tenía un alto grado de estratificación, puesto de manifiesto por la lectura de las temperaturas en el interior de los mismos. Se encontró que las pérdidas térmicas eran diferentes para las distintas partes del tanque. Para hacer este estudio se dividió cada cilindro en cuatro sectores cilíndricos, uno inferior, otro superior y dos intermedios. Se calcularon las pérdidas térmicas nocturnas para cada uno de ellos (Fasulo A., 2000), encontrándose que las mayores se producen por la parte superior, llegando a los 8 MJ, y en menor grado por la inferior, resultando menores para los dos porciones intermedias. Las pérdidas térmicas globales nocturnas de los dispositivos están alrededor de los 7 MJ.

El hecho de que las mayores pérdidas térmicas fueran por la parte superior de los tanques, es que consideramos que este tipo de acumulador era un componente apropiado para alimentar térmicamente un destilador. Esto se llevaría a cabo utilizando dicho tanque como parte de la batea.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL DESTILADOR SOLAR ASISTIDO CON COLECTOR ACUMULADOR.

El destilador asistido está formado por una cubierta similar a la de un destilador solar convencional, en el cual la batea está constituida por el CSA mencionado.

El dispositivo construido consiste de un tanque cilíndrico de acero inoxidable, de 80 cm. de diámetro y 120 cm. de alto. La superficie exterior está pintada de color negro mate. El tanque está aislado con dos cubiertas de policarbonato alveolar de 4 mm. de espesor y separadas entre sí y del tanque por 3 cm.

En el interior del tanque se encuentra una placa metálica paralela a la base y a unos 5 cm. de distancia de la misma. Esta placa tiene la función de evitar que la corriente de agua fría, que entra al tanque a través de un tubo situado en el centro de la base, destruya la estratificación térmica estabilizada ya que produce una dispersión hacia los laterales del fluido entrante.

En el extremo superior del tanque, que está abierto, se encuentra montado un destilador tipo batea. La batea del destilador es de acero inoxidable, sus dimensiones son 1.20 m de largo, 0.83 m de ancho y 0.08 m de alto. Hacia un extremo de la base de la batea hay una abertura circular de igual diámetro que el tanque colector inferior, se hacen coincidir las aberturas y se sueldan los bordes. De esta manera, ubicando el destilador con su largo en la dirección Norte- Sur y la parte que sobresale hacia el Sur, la sombra que hará la batea sobre el tanque será mínima.

La batea está aislada térmicamente con poliestireno expandido de 8 cm de espesor y alta densidad en los laterales y de 5 cm de espesor y baja densidad en la parte inferior. Se la protegió de las inclemencias del tiempo con una cubierta de chapa. La Figura 1 muestra una foto del dispositivo en la etapa de construcción. Allí se puede ver el tanque colector inferior y en la parte superior la batea del destilador con la aislación de policarbonato y las chapas protectoras.



Figura 1: Foto del destilador solar asistido durante la etapa de montaje de las aislaciones de la batea.

En la base de la batea e internamente se coloca una membrana de plástico negro con orificios; estos se practican en la zona donde se encuentra la comunicación con el tanque para permitir la entrada de agua desde el tanque al destilador. Para evitar que el agua rebalse la batea se colocó verticalmente un tubo de 0.01m de diámetro y 0.035 m de largo que comunica con el exterior.

La cubierta del destilador es de vidrio de 3 mm., con una pendiente de 22° en la cubierta lateral Norte y de 80° en la cubierta lateral Sur. Esta última pendiente es compatible con el máximo aprovechamiento de la radiación solar en los meses de Diciembre y Enero, y a la vez reduce el área de la cubierta de vidrio principal.

A su vez se ha construido un destilador solar convencional de igual superficie condensadora y similar tipo de aislación que el dispositivo a testear. El dispositivo y el destilador convencional ya han sido construidos y se ha comenzado la evaluación experimental sistemática y comparativa del sistema construido.

CONCLUSIONES

Se están realizando las pruebas preliminares y puesta a punto para la operación simultánea de ambos dispositivos, la determinación sistemática de variables físicas ambientales y del sistema.

Se llevará a cabo la determinación de producción de destilado y eficiencias de ambos sistemas en producción diurna y nocturna, como así también el análisis de costos.

Se espera para el destilador asistido, con respecto a uno convencional, que aumente la producción de agua destilada durante todo el día: en las horas de radiación solar debido a que a la superficie colectora de la batea se agrega la superficie del colector acumulador logrando temperaturas mayores del agua; y durante las horas sin radiación solar debido a que la temperatura del agua de la batea se mantendrá caliente durante mayor tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Fasulo A. , Cortinez V. Y Odicino L (1987) . Planta de destilación solar de agua para la Facultad de Química Bioquímica y Farmacia de la UNSL. Actas de ASADES.
- Fasulo, A., Perelló, D., y Follari, J. (1997) Un colector solar acumulador, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol 1, 93-96.
- Fasulo, A., (2000). The Thermal Losses of a Solar Accumulator Collector. Enviado a publicar a ISREE 2000.

ABSTRACT: The design and architecture of a new type of assisted solar still is presented in this paper. It consists in a basin type solar still, the basin is as a solar collector accumulator. To make a comparison there were build a basin type solar still and this new device. The preliminary tests for both stills are presented in this paper .