

CONCENTRADOR SOLAR PARABÓLICO PARA FUNDIR LATAS DE ALUMINIO, CONSTRUCCIÓN Y PRIMEROS ENSAYOS.

Judith Franco¹, Luis Saravia², Carlos Cadena, Carlos Fernández
Instituto de Investigación en Energías No Convencionales, INENCO, Universidad Nacional de Salta – CONICET-
Calle Buenos Aires 177, Salta - 4400 - Argentina,
E-mail: francoj@unsa.edu.ar

RESUMEN: en este trabajo se presenta el diseño, la construcción y las primeras medidas realizadas de un concentrador solar parabólico para altas temperaturas, capaz de fundir latas de aluminio. El concentrador está construido de aluminio de alta reflectividad y caño estructural. El equipo es capaz de fundir 4 kg de aluminio en 1 hora, se midieron temperaturas de hasta 800°C. El producto de la fundición será empleado en la construcción de barras de aluminio para los hornos de las cocinas solares.

Palabras clave: concentrador parabólico, cocinas solares, fundición aluminio

INTRODUCCIÓN

Saravia y otros (1999) han propuesto utilizar para la cocción de alimentos cocinas con concentradores de 2 m² de área y llevar a cabo la cocción u horneado en una caja aislada, que se denomina “caja caliente” donde se coloca la olla, transportando el calor con barras de aluminio calentadas en el concentrador a 300 C.

Estas barras de aluminio se llevan a una caja aislada donde se puede hornear distintos productos, tales como el pan, u otras masas, produciendo unos 4 kg en 2.5 horas. Se usan 10 barras de 660 gr cada una, transportando 1Mj cada 40 minutos desde el concentrador a la caja.

En un trabajo anterior (Saravia y otros, 1999) se discute las ventajas en el uso del aluminio como material, frente a otros como el hierro o la piedra. Si bien el costo del aluminio es en principio mayor, se ha resuelto el problema utilizando las “latitas” de refresco, que constituyen un desecho y pueden ser fundidos fácilmente a una temperatura de 700 C en una fragua dentro de un crisol de hierro.

En este trabajo se plantea el uso de un concentrador solar para fundir estas latas de aluminio, en vez de hacerlo por el método tradicional de fundición. Para ello se diseñó un concentrador del mismo tipo que los usados en la cocción pero de mayor tamaño para poder obtener mayor potencia en el foco.

DISEÑO DEL CONCENTRADOR

Se propone construir un concentrador capaz de fundir 4 kg de aluminio en una hora. Para ello se realizaron los cálculos del calor sensible y calor latente necesarios para fundir 4 kg de aluminio,

$$Q = (M_{Al} C_{pAl} + M_{crisol} C_{pacero}) \Delta T + M_{al} \lambda_{al}$$

Utilizando las propiedades térmicas (Tabla 1) del aluminio se encuentra que se necesita una potencia sobre el crisol de 1100 W. La temperatura a la que debe llegar es como mínimo 660 °C, que es la temperatura de fusión del aluminio puro, aunque debido a que las latas de aluminio son de una aleación, el punto de fusión está a una temperatura ligeramente menor.

Punto de fusión	933,5 K
Densidad	2,70 g/cm ³
Calor de fusión	10,7 kJ/mol
Conductividad térmica	237 Wm ⁻¹ K ⁻¹ (a 300 K)
Calor específico	0,90 Jg ⁻¹ K ⁻¹ (a 300 K)

Tabla 1: Propiedades termodinámicas del aluminio puro

¹ y ² Investigadores del CONICET

En trabajos anteriores (Saravia 2001) se midió una eficiencia del concentrador de alrededor del 22 %, tomando este valor y la radiación solar por metro cuadrado que llega a la superficie en la ciudad de Salta sobre el plano del concentrador (del orden de los 900 W/m²) se estima que para obtener la potencia requerida, un área de alrededor de 6 m² de concentrador.

Con estos datos se diseña el concentrador utilizando las ecuaciones desarrolladas en referencia 2. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2

CONCENTRADOR Y ARREGLO EXPERIMENTAL

Para determinar las dimensiones del concentrador se utilizaron las ecuaciones desarrolladas en Saravia et al. (1) se propuso un foco mínimo de 65 cm y un ancho variable de cada uno de los aros para poder mantener la dispersión del haz en el foco no mayor de 17 cm.

S _{min} (cm)	D (cm)	Z _i (cm)	R _i (cm)	Beta (grados)	R (cm)	Area (cm ²)
65,00	10,00	0,00	30,00	12,61	30,72	2147,92
65,00	10,00	2,25	40,26	16,62	41,95	4876,54
65,00	10,00	5,21	50,33	20,05	53,58	8142,52
65,00	10,00	8,81	60,20	23,49	65,63	11899,56
65,00	12,00	12,99	69,83	26,93	78,13	17008,89
65,00	12,00	18,60	81,00	30,37	93,62	22683,98
65,00	13,00	24,87	91,81	33,23	109,71	29403,82
65,00	13,00	32,26	103,11	36,10	127,76	36629,33
65,00	13,00	40,23	114,00	38,96	146,43	44292,68
65,00	13,00	48,70	124,51	41,25	165,67	52335,83
65,00	14,00	57,61	134,66	43,54	185,42	61385,51

Tabla 2: Valores obtenidos del radio y de los ángulos para la construcción del concentrador

Donde:

S_{min} es la distancia focal mínima sobre la normal al centro del concentrador

D ancho de cada uno de las bandas de aluminio

Z_i altura de la iésima banda

R_i radio del iésima banda en el concentrador

Beta ángulo que forma con la horizontal

R radio de corte de cada banda

Area total de reflexión

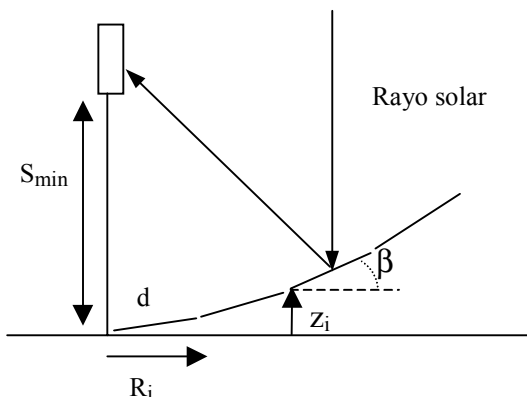


Figura 1: Esquema del concentrador parabólico

Con estas medidas se construyó el concentrador que se muestra en la figura 2



Figura 2: Vista del concentrador

DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL Y MEDIDAS REALIZADAS

El concentrador tiene en su foco un absorbedor que es el crisol de fundición. El absorbedor está recubierto con vidrio pirex (vaso cristallizador de 2 litros de capacidad), el absorbedor es un cilindro de acero inoxidable de 10,5 cm de diámetro y 27 cm de altura, si bien el foco tiene alrededor de 15 cm, el resto del crisol se cubre con un aislante para evitar las pérdidas al exterior, el crisol tiene un peso de 1,2 kg. La figura 3 muestra el absorbedor en el momento de ensayo, se puede observar cómo está iluminado el foco.

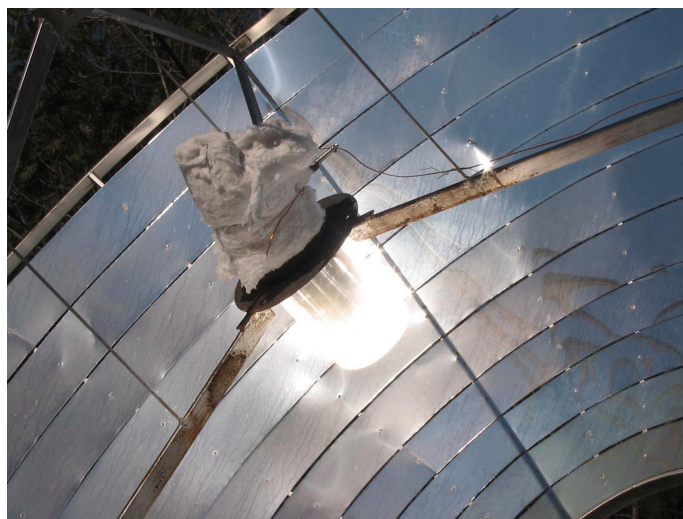


Figura 3: Absorbedor en foco

El seguimiento del sol se realiza manualmente. Primero se fija la posición sobre el eje Norte-Sur, y luego se mueve el concentrador sobre su eje ecuatorial cada 2 minutos. La figura 4 muestra los dos ejes que se pueden mover para orientar el concentrador.



Figura 4: Vista de la parte posterior del absorbidor donde se observa los dos ejes de movimiento

Para medir la temperatura se empleó un equipo electrónico con termocupla tipo K, la misma posee una aislación cerámica envainada en acero inoxidable de 40 cm de largo para poder introducirla hasta el fondo del crisol. Se utilizó esta aislación para prevenir eventuales contactos entre los alambres metálicos en otros puntos que no sea el de medición.

La medición de radiación se realizó con un medidor fotovoltaico LICOR, empleándose un tubo cilíndrico opaco y oscuro de 30 cm de largo para la medición de la radiación directa y bloqueo de la difusa.

Se hicieron algunos ensayos para determinar el tiempo que demora en fundirse el aluminio, la figura 5 muestra el resultado de una de estas experiencias.

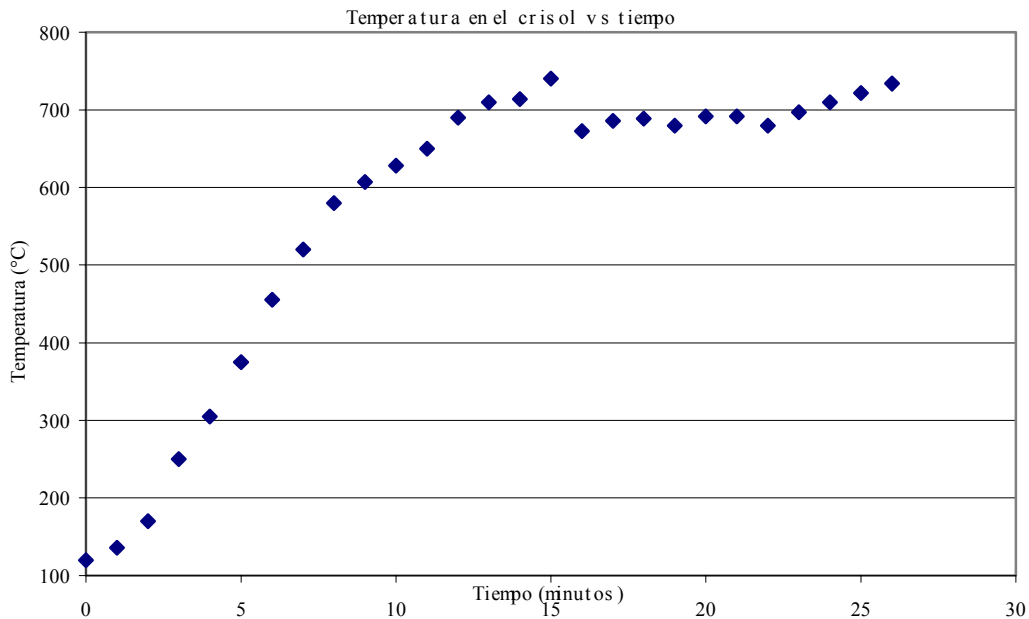


Figura 5: Temperatura en el interior del crisol en función del tiempo

En la figura 5 se puede observar la evolución de la temperatura en función del tiempo para una masa de aluminio de 500 gr. La radiación solar directa sobre el plano del concentrador era de 915 W. Se observa que en 10 minutos alcanza la temperatura de fusión. La caída de temperatura que se observa a los 15 minutos es debido a que el aluminio que estaba en la parte superior del crisol estaba atascado y al moverse el concentrador cayó sobre el aluminio fundido disminuyendo la temperatura.

CONCLUSIONES

El concentrador funciona muy bien térmicamente y se puede lograr fundir el aluminio. Sin embargo se debe resolver como añadir las latas al crisol ya que inicialmente ocupan mucho volumen y cuando comienza a fundir queda espacio disponible para agregarlas, además se necesita por lo menos 1 kg de aluminio fundido para hacer las barras para las cocinas. El inconveniente es que debido a la posición a la que se encuentra el crisol por su altura y a la temperatura registrada es muy peligroso trabajar manualmente.

Otro aspecto que se debe mejorar es el seguimiento solar, este debe ser automático y debe producir el movimiento en periodos menores de 2 minutos, ya que en tiempos mayores el foco se desplaza significativamente.

Referencias:

- 1.- Saravia L., Cadena C., Caso R., Fernández C. (2001) El diseño de concentradores reflectores de tipo fresnel destinados a cocinas solares. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 9, pp 57-65.
- 2.- Saravia L., Cadena C., Caso R., Fernández C. (2002) Cocinas solares comunales de uso múltiple. Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 10, pp. 51 - 56, 2002

Abstract: The present work is about the design of a parabolic concentrator for melting aluminium cans. It shows the way it can be build and the experimental results.