

PROPUESTA DE NORMA DE ENSAYO DE CALEFONES SOLARES TERMOSIFONICOS*

Alfredo RAPALLINI y Susana CHIABRERA

Departamento de Energía Solar
Comisión Nacional de Invest. Espaciales
Av. Mitre 3100 - (1663) San Miguel
Buenos Aires - Argentina

RESUMEN

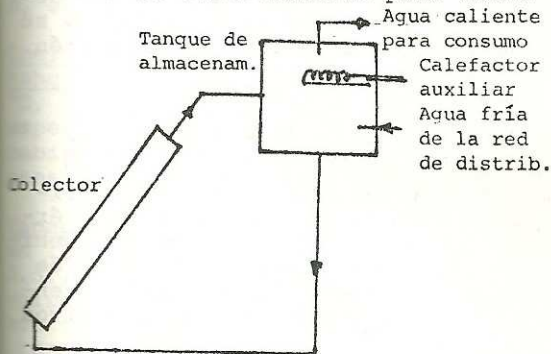
La falta de normas de aceptación internacional para la evaluación del comportamiento térmico de los calentadores solares termosifónicos de agua, nos llevó a la preparación de una propuesta de norma de ensayo. En este trabajo se dan los lineamientos generales de la metodología a seguir, basándose en la experiencia adquirida en la medición de éstos equipos en el Departamento de Energía Solar de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

El objetivo perseguido al elaborar esta propuesta fue preparar una base de discusión que sirva como punto de partida al grupo de trabajo creado ad-hoc por el IRAM.

1. INTRODUCCION

Los calentadores solares termosifónicos de agua para uso doméstico constituyen, quizás, la aplicación más generalizada de la energía solar a nivel mundial. Se estiman en el orden de los 4.000.000 los equipos actualmente en uso.

Sus principales componentes son el colector, el tanque de almacenamiento y las cañerías de interconexión pudiendo opcionalmente existir un sistema auxiliar de calentamiento para satisfacer



*Trabajo parcialmente financiado con subsidios de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología

facilitar la demanda durante períodos prolongados sin buena radiación solar. Su principio de funcionamiento es bien conocido, dependiendo su comportamiento de varios parámetros, tanto externos como internos, entre los cuales la ubicación relativa de los componentes juega un papel muy importante. De allí que deba considerarse a todo calefón solar termosifónico como una unidad indivisible y ser evaluado como tal.

Pese a lo generalizado de su uso, y contrariamente a lo que sucede con los colectores solares planos, no existen normas aceptadas internacionalmente que permitan caracterizar su comportamiento. Esto constituye un obstáculo tanto para el eventual comprador, que no posee información consistente que le permita evaluar si un equipo determinado satisfará sus necesidades, como para el fabricante, que carece de una base de comparación para detectar la posición relativa de sus equipos frente a los de la competencia, trabándose el desarrollo de mejores productos.

La experiencia adquirida en el ensayo de calefones solares termosifónicos (1) en el Departamento de Energía Solar, de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, y la necesidad de contar con un procedimiento reconocido a nivel nacional que permita evaluar y caracterizar a estos equipos y así poder dar respuesta a los numerosos pedidos recibidos ha llevado a la preparación de este trabajo, teniendo por objeto presentar una propuesta de norma de ensayo que sirva de base de discusión y de punto de partida para la elaboración de la norma definitiva, la cual carecería de valor de no contar con la participación de los sectores interesados.

2. NORMA DE ENSAYO

Toda norma de ensayo debe definir claramente:

- 2.1-Objeto
- 2.2-Elemento a ensayar
- 2.3-Procedimientos y cálculos
- 2.4-Requisitos a cumplir

Antes de desarrollar cada uno de estos puntos debe recalcar lo dicho al comienzo: el calefón solar, compuesto por tanque, colectores y cañería de interconexión, constituye un todo indivisible. Dependiendo su funcionamiento no sólo de las características constructivas de cada uno de los componentes sino, también, de su ubicación relativa y modo de interconexión. Por otra parte deberá ser capaz de satisfacer una demanda no distribuida en el tiempo del mismo modo que la disponibilidad del recurso, por lo que su capacidad de almacenar agua caliente durante períodos prolongados (al menos una noche) reviste fundamental importancia. Este requisito puede obviarse sólo en aquellos equipos que han sido concebidos para satisfacer necesidades particulares, como es el caso de los calentadores de muy bajo costo para poblaciones de muy bajo poder adquisitivo.

2.1. OBJETO

Establecer los métodos de ensayo y procedimientos de cálculo para determinar el comportamiento térmico de los calentadores solares termosifónicos de agua para uso doméstico (calefones solares).

2.2. ELEMENTO A ENSAYAR

Será considerado como equipo factible de ser ensayado con esta norma todo aquel que, según su fabricante haya sido diseñado para calentar agua aprovechando la energía solar y que esté compuesto por uno o más colectores solares planos, tanque de acumulación y cañerías de interconexión. Podrá aplicarse también esta norma para el ensayo de equipos en que los elementos antes mencionados estén integrados en uno solo, siendo condición necesaria que la circulación del fluido entre colector y tanque se realice por circulación natural.

2.3. PROCEDIMIENTOS Y CALCULOS

El procedimiento de ensayo elegido implica la realización de tres series de mediciones con el fin de determinar tres índices del comportamiento del calefón solar, que a su vez sirvan como base de comparación y selección. Un equipo será realmente efectivo cuando sea capaz de aprovechar un gran porcentaje de la radiación solar incidente, pueda almacenar el agua caliente por un período prolongado y satisfaga tanto en cantidad como en temperatura las necesidades de la demanda. Las series de mediciones propuestas pretenden e-

valuar cada una de estas características en forma separada.

2.3.1. Capacidad de captación de energía solar

Se efectuarán a lo largo del día seis extracciones de agua que totalicen un volumen igual al del tanque de almacenamiento, distribuidas de tal modo que representen una demanda doméstica típica. Se registran las temperaturas del tanque en por lo menos cuatro niveles que representen volúmenes iguales, la radiación solar incidente sobre el plano de colección y las temperaturas T_m y T_s . Al cabo del día se efectuará el balance térmico determinando la energía total colectada y su relación con la energía solar recibida. Este ensayo deberá realizarse durante por lo menos cinco días, siendo condición necesaria que tanto el día de ensayo como el precedente cuenten con una heliofanía relativa de por lo menos 60%, no debiendo superar el viento la velocidad media diaria de 5 m/s.

La expresión a utilizar para el cálculo de la capacidad de captación de la energía solar será:

$$\eta_{\text{diurno}} = \frac{C_p \cdot \{ M (T_{19} - T_7) + \sum_{i=1}^8 m_i \cdot (T_s - T_e)_i \}}{R.A} \quad (1)$$

2.3.2. Coeficiente global de pérdidas de calor

Se medirán las temperaturas interiores del tanque durante un período mínimo de 8 horas, sin radiación solar incidente y sin realizar extracciones de agua, registrándose también la temperatura ambiente. En base a los datos obtenidos se calculará el coeficiente global de pérdidas del tanque, refiriéndolo a su área externa y aplicando la expresión

$$\alpha = \frac{M \cdot C_p \cdot (T_{7^*} - T_{19})}{12 \cdot A_t \cdot (T_m - T_a)} \quad (2)$$

Debe tenerse presente que este coeficiente refleja tanto las pérdidas térmicas propias del tanque como las debidas a circulación natural inversa, de la cual ningún equipo está exento a menos que cuente con dispositivos especiales.

2.3.3. Capacidad de respuesta a la demanda

Bajo las mismas condiciones realizando las mismas mediciones que para 2.3.1. y reemplazando, al comenzar el día, todo el volumen del tanque con agua a la temperatura de la red de alimentación, se extraerá toda el agua que supere la temperatura de consumo establecida para ese ensayo. La relación entre el volumen de agua extraída y la capacidad del tanque será un indicador de la capacidad de respuesta a la demanda, debiéndose calcular con la expresión:

$$C_{rd} = \frac{\sum_{i=1}^6 m_i}{M_T} \quad (3)$$

Ovviamente, deberá fijarse una temperatura diferente según el período del año en que se realice el ensayo, a fin de que los resultados sean comparables.

2.4. REQUISITOS A CUMPLIR

Este punto es seguramente el que motivará las mayores discusiones. Tiene por objeto fijar los valores mínimos a obtener durante los ensayos de un calentador solar termosifónico de agua para que sea considerado como tal. Los valores propuestos se basan en los resultados obtenidos al ensayar calentadores solares en el Centro Espacial San Miguel de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, considerando los razonables para climas como el de los alrededores de la ciudad de Buenos Aires; la extensión de su validez a otras regiones deberá ser objeto de una discusión más profunda.

Capacidad de captación de energía solar o rendimiento diurno: deberá, aplicando la expresión (1), obtenerse un valor de η diurno no inferior a 0,40, en valores porcentuales, 40%.

Coefficiente global de pérdidas del tanque: deberá ser menor que 1,5 W/m² °C, a menos que el equipo, si así lo especifica el fabricante, no esté concebido para acumular agua caliente durante toda una noche.

Capacidad de respuesta a la demanda: en las condiciones establecidas en 2.3.1, deberá proveer como mínimo un volumen equivalente al 50% del volumen total del tanque, a la temperatura preestablecida de consumo. Para la realización de los cálculos se fija como temperatura del agua de consumo aquella que resulta de adicionarle

30°C a la temperatura media diaria del mes de ensayo.

3. ACCIONES FUTURAS

Como se dijera anteriormente, esta metodología de ensayo y los requisitos a cumplir son sólo una propuesta que debe ser discutida por todas las partes interesadas. En particular, se considera imprescindible estudiar los siguientes aspectos:

- Generalización y/o elección de los requisitos mínimos para las diferentes regiones climáticas del país.
- Influencia de la capacidad del tanque de acumulación sobre el coeficiente global de pérdidas de calor (α) Pues si los equipos poseen volúmenes de acumulación por unidad de área de colectores muy diferentes entre sí, no podría efectuarse una comparación directa de esta característica de funcionamiento.
- En caso de existir, influencia de las fuentes auxiliares de energía sobre los parámetros de funcionamiento.

4. SIMBOLOGIA UTILIZADA

- A = área total de colección solar en m²
- A_t = área externa del tanque de almacenamiento, en m².
- C_p = calor específico del agua, en kJ/°C.kg
- M_T = masa del agua contenida en el tanque en kg.
- m_i = masa de agua extraída durante la extracción i, en kg.
- R = radiación global incidente durante todo el día sobre la superficie colectora, en kJ/m².
- T₇ = temperatura media del tanque a las 7 horas del día de ensayo, en °C.
- T_{7*} = idem anterior a las 7 horas del día siguiente.
- T₁₉ = idem a las 19 horas del día de ensayo
- T_a = temperatura media ambiente durante el período para el que se calcula el coeficiente de pérdidas, en °C.
- T_e = temperatura media del agua fría ingresada al tanque, en °C.
- T_m = temperatura media del tanque durante el período en que se calcula el coeficiente α , en °C.
- T_s = temperatura media del agua extraída durante cada extracción, en °C.
- α = coeficiente global de pérdidas de calor, en W/°C.m².
- η diurno = rendimiento durante el período en que hay radiación solar.

5. REFERENCIAS

- (1) A. Rapallini y otros, "Ensayo de Colectores Solares en el Banco de Pruebas de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales". Actas de la 6° Reunión de Trabajo de la ASADES, pág. 97-115, Catamarca 1980.