

COMPORTAMIENTO DE ELEMENTOS CILINDRICOS DE ACUMULACION EN ESTEARATOS POR CAMBIO DE FASE.

A. Boucíguez, L. Saravia* y C. Cadena#
INENCO - Instituto UNSa. CONICET
Buenos Aires 177 - 4400 Salta.

RESUMEN

El presente trabajo analiza el comportamiento de elementos cilíndricos de acumulación por cambio de fase utilizando estearatos y presenta un modelo computacional que simula dicho comportamiento.

INTRODUCCION

En trabajos anteriores (1) y (2) se señaló la posibilidad de utilización de materiales orgánicos con cambio de fase, en el acondicionamiento térmico de locales.

Una posibilidad de usarlos como acumuladores, es la fabricación de elementos cilíndricos que acumulen el compuesto, los que luego podrán emplearse formando parte de un muro colector para el acondicionamiento térmico de viviendas (3).

Los estearatos de butilo y metilo tienen propiedades que los hacen altamente recomendables a estos fines. En efecto, su capacidad calorífica, 1700 J/Kg grado, su calor latente de fusión, 190 KJ/Kg, y su densidad, 780 Kg/m³ permiten obtener una excelente acumulación por calor sensible y latente.

En las secciones que siguen se describe el modelo experimental, los resultados obtenidos, la simulación numérica de los mismos y se plantea una discusión sobre la posible utilización de estos elementos.

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Para almacenar el estearato y estudiar su comportamiento como función del radio del elemento de acumulación, se han construido cuatro recipientes cilíndricos de igual altura (54 cm) y distintos diámetros (7, 10, 14 y 20 cm); los que se colocaban de a uno por vez, dentro otro cilindro de igual altura y mayor diámetro (42 cm), convenientemente aislado del ambiente, en un baño a temperatura conocida, mantenida constante por la circulación de agua gracias a un termostato exterior; un esquema de este dispositivo se muestra en la fig. 1.

* Investigador del CONICET

Técnico del CONICET

De esta manera se logra que el calor llegue uniformemente desde todo el perímetro exterior, derritiendo progresivamente el estearato que originalmente se encontraba en estado sólido.

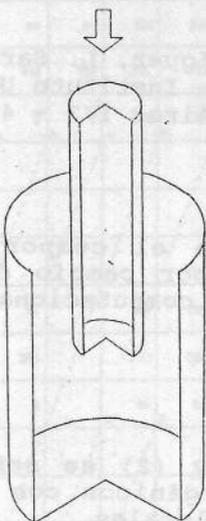


Fig. 1: Esquema del dispositivo experimental utilizado.

La toma de datos se realizó electrónicamente mediante una interfase conectada a una computadora personal (4), lo que permitió un registro minucioso de la experiencia y el continuo seguimiento de la misma.

Distintas termocuplas colocadas a lo largo del radio de la muestra permitieron obtener el perfil de temperaturas y seguir su evolución temporal.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se realizaron medidas partiendo de sustancia sólida, lográndose el aumento de temperatura al sumergir el recipiente que contenía el estearato en agua mantenida a temperatura constante.

En el caso del butilo se partió de sustancia sólida a unos 5 C, (P.F. 18 C); mientras que en el caso del metilo la temperatura inicial fue alrededor de los 20 C (P.F. 30 C).

En todos los casos se siguió la evolución del sistema por el registro de temperaturas a lo largo de la muestra. La experiencia finalizaba luego de que toda la sustancia se había tornado líquida.

Algunos resultados experimentales se muestran en las figuras 2 y 3; en ellas puede apreciarse que el fenómeno convectivo está presente en el líquido, aumentando éste a medida que incrementa la cantidad de líquido presente, dependiendo también del radio de la muestra.

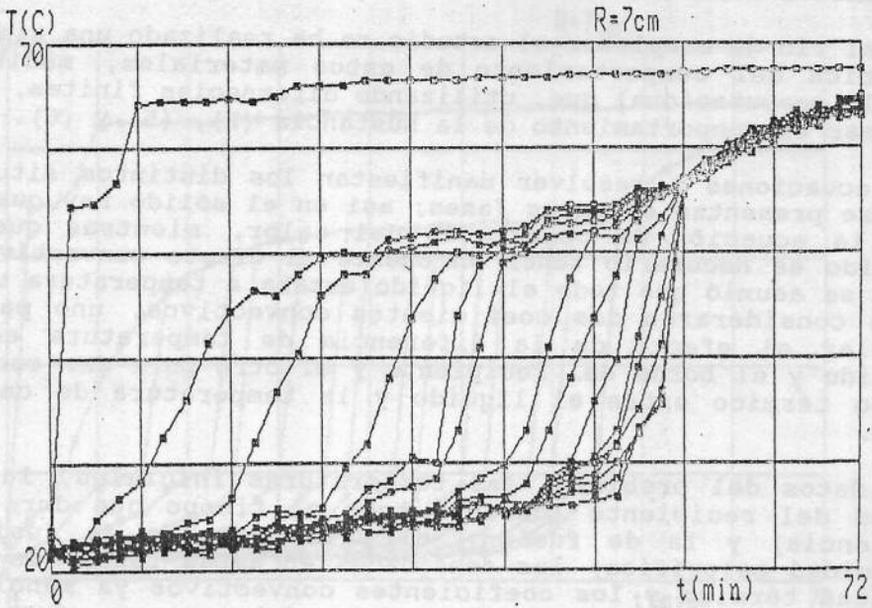


Fig. 2: Comportamiento experimental del estearato de metilo para un radio = 7 cm.

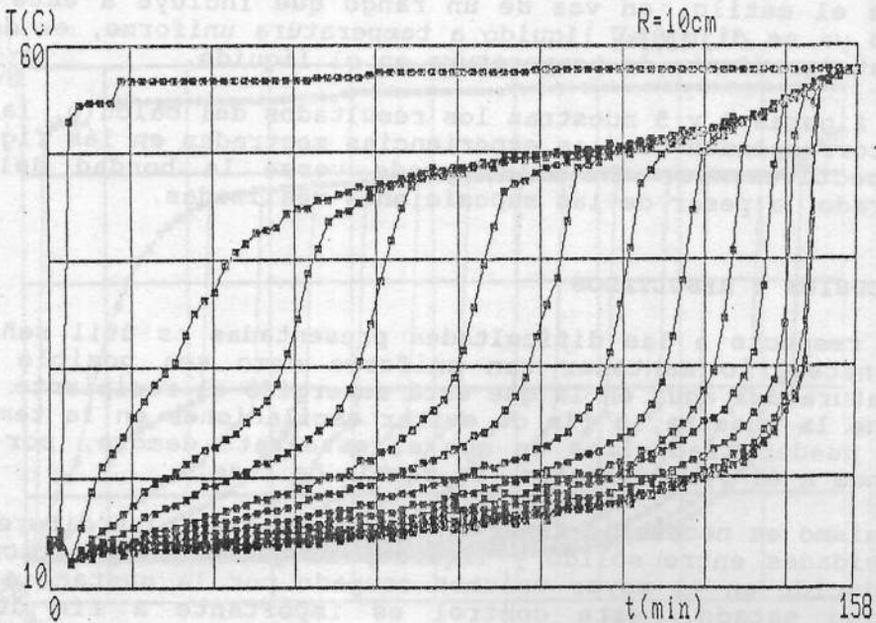


Fig. 3: Comportamiento experimental del estearato de metilo para un radio 10 cm.

SIMULACION NUMERICA

Con el fin de completar el estudio se ha realizado una simulación numérica del comportamiento de estos materiales, mediante un modelo computacional que, utilizando diferencias finitas, permite estimar el comportamiento de la sustancia (2), (5) y (6).

Las ecuaciones a resolver manifiestan los distintas situaciones que se presentan en ambas fases; así en el sólido hay que resolver la ecuación de conducción del calor, mientras que en el líquido es necesario tener en cuenta el efecto convectivo. Para ello se asumió que todo el líquido estaba a temperatura uniforme y se consideraron dos coeficientes convectivos, uno para contemplar el efecto de la diferencia de temperatura entre el líquido y el borde del recipiente y el otro para dar cuenta del salto térmico entre el líquido y la temperatura de cambio de fase.

Son datos del problema: las temperaturas iniciales, las de la pared del recipiente (durante todo el tiempo que dura la experiencia) y la de fusión; el calor latente de fusión, la capacidad calorífica, las densidades en ambas fases, la conductividad térmica y los coeficientes convectivos ya mencionados, los que si bien se entraban como datos del programa, fueron ajustados comparando la simulación numérica con los resultados experimentales.

A los efectos del cálculo se han tomado todos los coeficientes constantes dentro de cada fase; la temperatura de fusión a 32 C, para el metilo, en vez de un rango que incluye a este valor y como ya se dijo, el líquido a temperatura uniforme, es decir, no existe gradiente de temperatura en el líquido.

Las figuras 4 y 5 muestran los resultados del cálculo, las mismas se corresponden con las experiencias mostradas en las fig. 2 y 3, respectivamente. En ellas puede verse la bondad del ajuste logrado a pesar de las suposiciones realizadas.

DISCUSION Y RESULTADOS

Con respecto a las dificultades presentadas es útil señalar que es necesario mantener tan uniforme como sea posible la temperatura del agua en la que está sumergido el recipiente que contiene la muestra, a fin de evitar oscilaciones en la temperatura que pueden traducirse en que el estearato demore, por agentes ajenos a él y no deseados, su cambio de fase.

Asimismo es necesario tener en cuenta también, las diferencias de densidades entre sólido y líquido, lo que en la práctica, se ve traducido en el mayor volumen ocupado por la sustancia en éste último estado, este control es importante a fin de evitar pérdidas de estearato, y el consiguiente mezclado de esta sustancia con el agua que circula por el termostato y por ende el posible deterioro de este equipo.

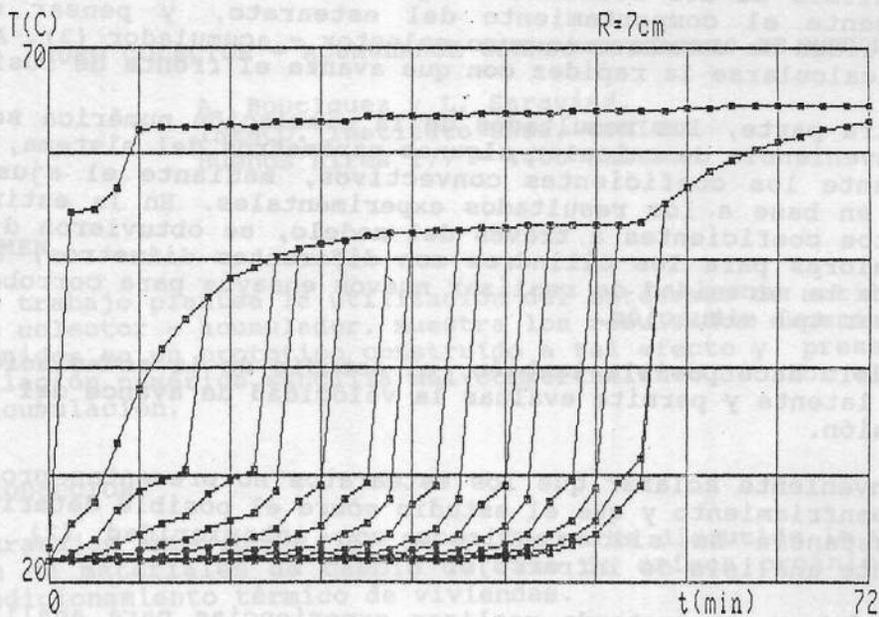


Fig. 4: Simulación del comportamiento del estearato de metilo para un radio de 7 cm.

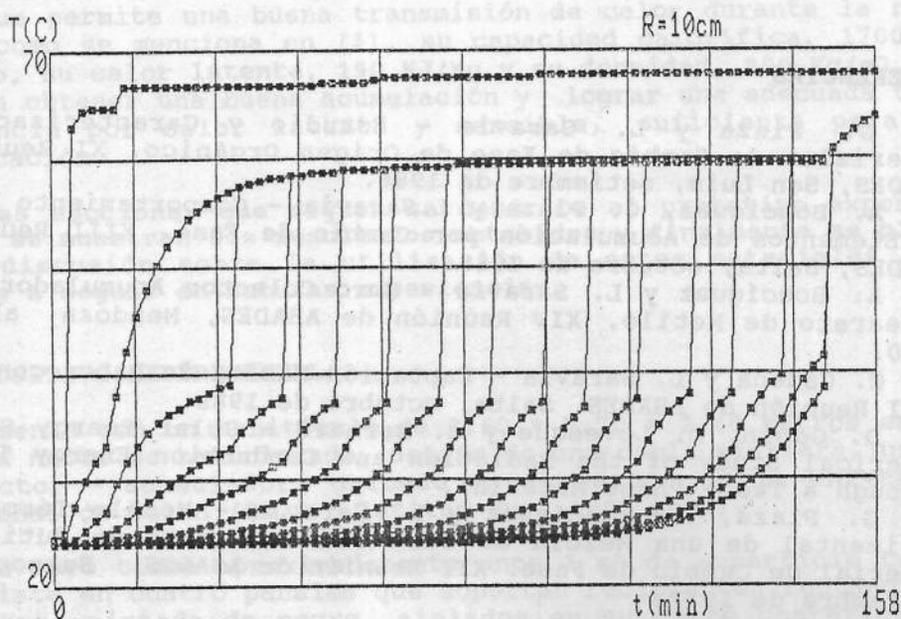


Fig. 5: Simulación del comportamiento del estearato de metilo para un radio de 10 cm.

El análisis de los resultados experimentales permite visualizar claramente el comportamiento del estearato, y pensar en la posibilidad de usarlo como muro colector - acumulador (3). Además puede calcularse la rapidez con que avanza el frente de fusión.

Por otra parte, los resultados de la simulación numérica señalan la conveniencia de calcular algunos parámetros del sistema, especialmente los coeficientes convectivos, mediante el ajuste de éstos en base a los resultados experimentales. En la estimación de estos coeficientes a través del modelo, se obtuvieron distintos valores para los cilindros con diferentes diámetros, lo que sugiere la necesidad de realizar nuevos ensayos para corroborar o desechar tal situación.

El modelo hace posible también, el estudio de la acumulación por calor latente y permite evaluar la velocidad de avance del frente de fusión.

Es conveniente aclarar que los estearatos no presentan problemas de subenfriamiento y que el estudio sobre el posible deterioro de la sustancia ha sido realizado con anterioridad (2) y (6) mediante análisis de infrarrojo.

En el futuro se pretende realizar experiencias para analizar el comportamiento del estearato de metilo, contenido en cilindros de diferentes diámetros, comenzando de distintas temperaturas de sustancia en estado sólido (12, 20 y 30 C), a los efectos de estudiar también el comportamiento del sólido y su posterior cambio de fase.

REFERENCIAS

- (1) G. Plaza y L. Saravia - Estudio y Caracterización de Materiales de Cambio de Fase de Origen Orgánico. XI Reunión de ASADES, San Luis, setiembre de 1986.
- (2) A. Boucíguez, G. Plaza y L. Saravia - Comportamiento Térmico de Elementos de Acumulación por Cambio de Fase. XIII Reunión de ASADES, Salta, octubre de 1988.
- (3) A. Boucíguez y L. Saravia - Muro Colector Acumulador Usando Estearato de Metilo. XIV Reunión de ASADES, Mendoza, abril de 1990.
- (4) C. Cadena y L. Saravia - Captación Masiva de Datos con P.C. XIII Reunión de ASADES. Salta, octubre de 1988.
- (5) D. Gobin, D. Levesque y C. Bernard - Solar Energy Storage: Numerical Study of the Radiation and Conduction Energy Transfer Through a Two - Phase Material.
- (6) G. Plaza, A. Boucíguez y L. Saravia - Modelo Térmico Experimental de una Mezcla de Yeso con Estearato de Butilo como Material de Cambio de Fase. XII Reunión de ASADES. Buenos Aires, noviembre de 1977.