

DESTILADOR SOLAR CON USO DE MEMBRANAS HIDROFÓBICAS TUBULARES

A. D. Perelló y J. Marchese

Universidad Nacional de San Luis - Laboratorio de Energía Solar
Chacabuco y Pedernera 5700 San Luis
Tel. y Fax (02652) 425109 E-mail perello@unsl.edu.ar

G. Lesino

Universidad Nacional de Salta – INENCO
Buenos Aires 117 – 4400 Salta

RESUMEN

El agua pura se presenta como un valor cada vez más importante en la vida cotidiana de la humanidad y cada vez más escaso, por ello desarrollar formas de obtenerla en forma simple y económica es sumamente importante y si además usamos un método que sea autónomo o con muy bajo uso de formas de energías tradicionales, esto sería aún más importante, sobre todo para las comunidades remotas o aisladas que en general carecen de este vital elemento.

En este trabajo se presenta un método para obtener agua pura, con uso de membranas hidrófobas tubulares de uso comercial, con las cuales se ha desarrollado un equipo para producir agua pura y en donde la fuerza impulsora es un gradiente de temperatura.

EQUIPO

Para la construcción del equipo se utilizaron membranas de fibra hueca hidrófobas, de polypropylene, para microfiltración, comerciales, de diámetro interior de 1800 μm y 450 μm de espesor de pared, con una tamaño nominal de poro de 0,2 μm y con una tamaño de poro máximo menor de 0,65 μm , provistas por la firma AKSO.

Cuatro de estas membranas se colocaron en forma paralela dentro de un tubo de acrílico transparente, esto a solo efecto de ver las membranas en operación y observar visualmente si se detectaban filtraciones por el sellado de las membranas con el acrílico.

Con esta disposición el módulo de destilación cuenta con cuatro fibras huecas de 20 cm de longitud c/u, con una superficie total aproximada de permeado de 45 cm^2 .

Como elementos de control se le instalaron dos termocuplas en la entrada y dos en la salida del agua de alimentación, como así también dos en la entrada y en la salida del aire de arrastre del permeado respectivamente.

En la Fig.1 vemos una fotografía del equipo en vías de armado.

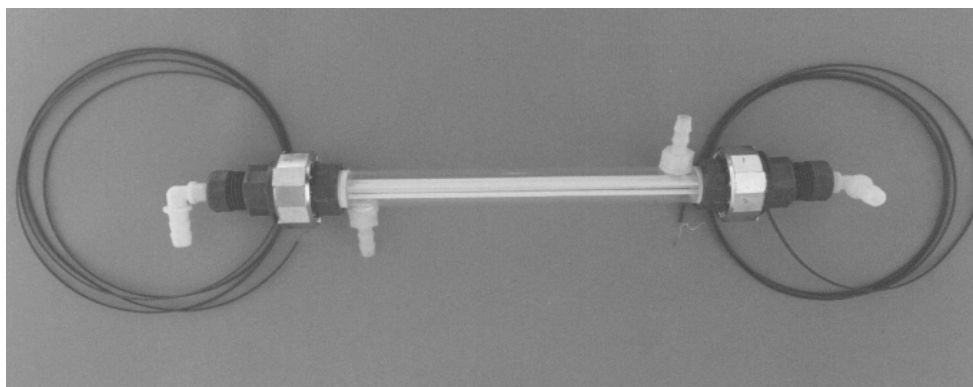


Fig. 1

En la fotografía se puede observar la disposición de la membranas dentro del tubo de acrílico y las termocuplas de entrada y salida agua.

OPERACIÓN

A fin de poder evaluar los parámetros de la celda de destilación se operó el equipo en el laboratorio en condiciones de flujos de aire y agua y temperaturas en estado estacionario, para ello se termostató el agua con la que se alimentó el circuito con una presión constante de aproximadamente 0,1 atm.

El fluido de arrastre del permeado en este caso fue aire, no se descarta el uso de agua como fluido de arrastre; luego el aire cargado con el permeado se hace pasar por un condensador, previamente se toma la precaución de que en la condensación del permeado no haya condensación de la humedad ambiente, lo cual llevaría a un error en la cantidad medida por permeado.

El permeado es recolectado luego de la condensación y medido. En la Fig. 2 vemos una fotografía general del equipo en funcionamiento. Esquema del diagrama de circulación de fluidos.

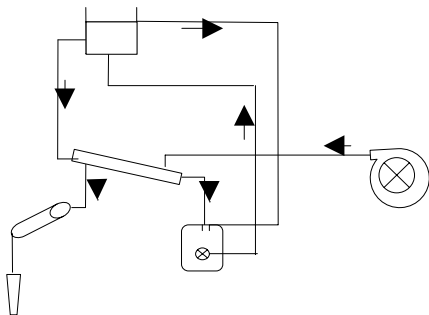


Fig. 2
Esquema de circulación de los fluidos en el equipo.

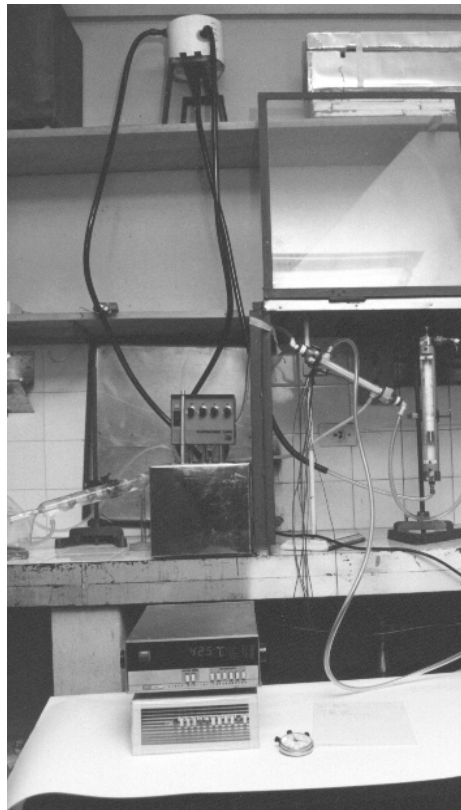


Fig.2
Fotografía del equipo en funcionamiento en el laboratorio

Como el agua caliente que requiere el equipo se la pretende proveer con colectores solares, las temperaturas de operación fueron entre 40° y 55° C, se seleccionaron saltos de 5° para el estudio. Se muestran los resultados en la tabla 1.

TEMPERATURA 40° C		TEMPERATURA 45° C	
FLUJO (l/min)	VOLUMEN DESTILADO (cm ³)	FLUJO (l/min)	VOLUMEN DESTILADO (cm ³)
0,80	1,6	0,35	3,20
0,92	1,6	0,40	3,13
0,94	1,8	0,50	3,25
		0,60	3,60
		0,70	3,35
		0,80	3,50
		0,92	3,44
		0,92	4,00
TEMPERATURA 50° C		TEMPERATURA 55° C	
FLUJO (l/min)	VOLUMEN DESTILADO (cm ³)	FLUJO (l/min)	VOLUMEN DESTILADO (cm ³)
0,50	6,42	0,36	6,15
0,60	6,48	0,50	6,58
0,70	6,68	0,68	6,73
0,80	6,77	0,80	7,30
0,90	6,80	0,92	7,28

Tabla 1

Se muestran los resultados obtenidos en las experiencias para las distintas temperaturas de entrada de agua. Cada punto corresponde a un promedio de aproximadamente 20 medidas.

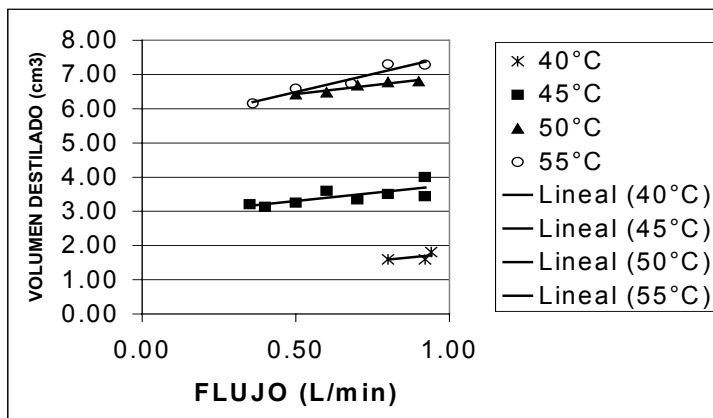


Fig. 3

En la grafica se muestran los resultados obtenidos para diferentes temperaturas de alimentación, con la correspondientes curvas de regresión. Cada punto equivale a un promedio de aproximadamente 20 medidas.

Con el objeto de discriminar el calor perdido por conducción a través de la membrana del calor útil en el proceso de destilación, escribimos la ecuación de balance térmico en la celda de la siguiente forma:

$$(m * c * \Delta T)_{aire} = (m * c * \Delta T)_{agua} - M * C_L \dots \dots \dots (1)$$

Donde no se ha incluido la pérdida de calor hacia el medio por ser despreciable en nuestro caso. La diferencia entre la masa de agua que entra y sale es pequeña (el volumen destilado representa del orden del 0,03% del volumen que circuló en el tiempo considerado).

Donde:

m = es la masa del fluido.

c = es el calor específico del fluido.

Δ T = es la diferencia de temperatura entre la entrada y salida del fluido.

M = es la masa destilada.

C_L = calor latente de vaporización.

Con esto pretendemos desacoplar el calor que se pierde por conducción a través de la membrana de el calor que se lleva el agua por el cambio de fase.

En la Fig. 4 se muestran los resultados obtenidos, en donde se grafica el volumen destilado en función de (m*c*ΔT)_{aire}

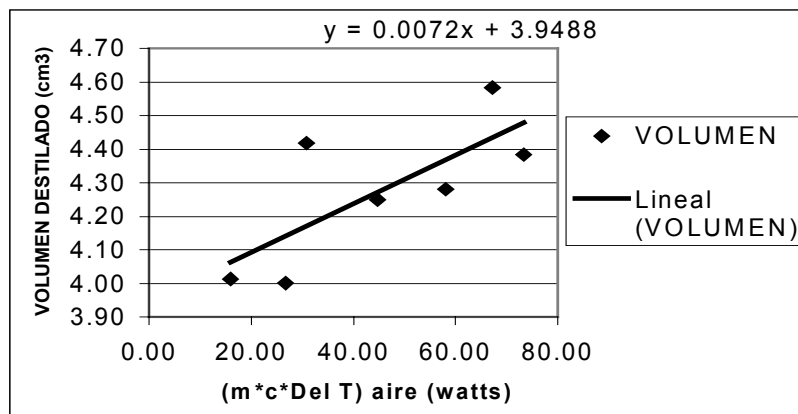


Fig. 4

En la gráfica se muestra la dependencia del volumen destilado con las diferencias de temperaturas de entrada y salida en el agua y el aire. Y la curva de regresión lineal

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran una clara tendencia a incrementar el volumen destilado, como función del incremento del flujo y de la temperatura de alimentación, por lo menos dentro de los rangos experimentados, en donde los números de Reynolds son menores a 2300.

También se ve en la Fig. 4, que la pendiente en la gráfica de volumen destilado vs. el calor perdido por conducción por la membrana es muy pequeña, lo que nos induce a pensar que la pérdida de calor a través de la membrana no es grande y que hay una clara ventaja a usar membranas de pared delgada como la utilizada, ya que al tener membranas con pared delgada obtenemos una mayor eficiencia en el permeado.

BIBLIOGRAFIA

Gea, M. y G Lesino

DESTILACION DE AGUA CON FIBRAS HUECAS: BARRIDO DEL VAPOR CON AIRE Y
CONDENSACIÓN EN CONTACTO DIRECTO
Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 2, 1998.

Hernandez A., Salvo, N. y Lesino G.

ENSAYO DE UNA UNIDAD DE DESTILACIÓN POR MEMBRANA HIDRÓFOBA
Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, N° 2, 1998.

Perelló, A.D., Odicino L., Marchese, J. y G. Lesino

OBTAINING PURE WATER BY THE USE OF HOLLOW FIBRES
ISSES 1999 Solar World Congress – 4 al 9 de julio, 1999 - Jerusalem, Israel

Odicino L., Marchese, J., Perelló, A.D., y G. Lesino

BRACKISH WATER DISTILLATION WITH PLANE MICROPOROUS MEMBRANES DRIVEN BY
TEMPERATURE DIFERENCE
ISSES 1999 Solar World Congress – 4 al 9 de julio, 1999 - Jerusalem, Israel