33RQ. Simulación del efecto del aislamiento de hornos eléctricos en la pérdida de energía.

Sandro M. Goñi^{1,2}, Viviana O. Salvadori^{1,2}.

1. CIDCA, CCT-CONICET La Plata, UNLP-CICBA. 47 y 116 (1900), La Plata, Argentina. 2. Facultad de Ingeniería, UNLP. 1 y 47 (1900), La Plata, Argentina. smgoni@quimica.unlp.edu.ar.

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia del diseño en la eficiencia de hornos eléctricos domésticos de baja gama y potencia (< 2 kW). Esta clase de hornos tiene características atractivas: variedad de tamaños, control de temperatura, temporizador, ventilador, son livianos y portátiles, entre otras. Sin embargo, los hornos comercializados en Argentina, mayormente importados, están contruidos usando una cámara y una carcasa de una lámina metálica simple, con una puerta de vidrio simple, sin ningún tipo de aislamiento adicional y sin etiquetado energético. Dadas sus características constructivas, poseen elevadas pérdidas de energía hacia el ambiente, las cuales podrían disminuirse mejorando su diseño. En este trabajo se empleó un horno eléctrico típico, funcionando a diferentes temperaturas, entre 150 y 250°C. Se determinó experimentalmente la eficiencia, definida como el tiempo efectivo de funcionamiento de las resistencias calefactoras (tiempo de encendido/tiempo total). Se usó el horno original y uno modificado, incorporando aislamiento térmico sobre diferentes superficies laterales y empleando paredes metálicas secundarias para contener el aislante, mejorando la eficiencia en un 5%, en promedio. Esta mejora marginal en la eficiencia se debe a que la cámara del horno está unida a la carcasa exterior directamente, en varias posiciones, lo cual favorece la transferencia de energía por conducción a través de las paredes y limita el impacto del aislante agregado. Para evaluar otras configuraciones constructivas, se realizó un modelo preliminar simplificado del horno empleando una geometría 2D. El modelo simula la cámara rectangular del horno, un doble techo, la puerta, y 4 resistencias circulares. Considera transferencia de energía por radiación entre las resistencias y la superficie interna de la cámara, ya que es el mecanismo de transferencia de energía dominante; para el aire se consideró transferencia de energía por conducción, pero no se tuvo en cuenta el movimiento del fluido por convección natural. Se realizaron simulaciones de 1 hora de funcionamiento del horno, mediante el método de elementos finitos resuelto en COMSOL Multiphysics. Como condición de contorno el modelo incluye un control *on-off* de la temperatura del techo de 250±10°C. Para comparar distintas configuraciones, se calculó la pérdida de energía total (kJ), integrando en la superficie externa del horno y el tiempo las pérdidas de energía instantáneas (kJ/(m² s)). En el horno original la pérdida de energía estimada fue de 6570 kJ, mientras que en el horno con aislamiento disminuyó a 5830 kJ, 11% menos. En este caso, las paredes secundarias de techo, fondo y piso, están unidas a la cámara del horno en dos posiciones. Eliminando estas uniones secundarias y colocando la cámara del horno dentro de otra cámara más grande, unidas únicamente en el frente, y con aislante entre ellas, se reduce el consumo de energía a 3180 kJ, 51,6% menos. Por último, se simuló el sistema uniendo por el frente la cámara y la carcasa con una junta de menor difusividad térmica (4,4x10⁻⁷ m²/s en comparación con 6,58x10⁻⁵ de aluminio), logrando mejoras marginales de la pérdida de energía (52,2%). Los resultados obtenidos con el modelo numérico son promisorios y sirven para avanzar en el diseño de hornos más eficientes.

Palabras clave: hornos eléctricos, consumo de energía, eficiencia energética.