

Incremento de la eficiencia energética en dispositivos a gas de cámara de combustión cerrada

Keegan, Sergio D.^a, Barreto, Guillermo F.^a, Mariani Néstor J.^{a,b}
a Dpto. de Ing. Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata
b CINDECA-CONICET-CIC-UNLP
javier.mariani@ing.unlp.edu.a

Resumen

En esta contribución se propone un novedoso esquema de aprovechamiento energético implementable en dispositivos a gas de cámara de combustión cerrada y tiro balanceado, como calefactores y calefones de uso domiciliario actualmente comercializados en nuestro país. En rigor, el esquema resulta aplicable a cualquier calentador de gas o líquido que opere a través de tiro de tiro balanceado alimentado con gas natural o envasado.

El esquema permite aprovechar la energía de los gases de combustión de salida de los dispositivos a gas utilizando equipos de intercambio térmico de diseño “ad hoc” que contemplan las particularidades del dispositivo, para precalentar el aire exterior de ingreso a los mismos. El término “tiro balanceado” alude al hecho de que, a través del mecanismo de circulación natural por diferencia de densidades, ingresa el aire “frío” necesario para la combustión desde el exterior del recinto donde se encuentra el dispositivo, lugar donde también se descargan los gases “calientes” producto de esta.

El esquema se implementó en un calefactor a gas natural de tiro balanceado de 3000 kcal/h y permitió mejorar la eficiencia térmica, entendida como el cociente entre la potencia útil (de calefacción) y la potencia térmica del combustible (basada en el PCS), respecto a la del calefactor funcionando en su configuración original “de fábrica” en 22 puntos porcentuales para la potencia mínima (aprox. 1.1 kW) y en 15 para un valor de potencia cercano a la máxima (aprox. 2.5 kW).

Palabras clave: uso racional de la energía, tiro balanceado, dispositivos a gas, recuperación energética, eficiencia térmica.

INTRODUCCIÓN

El consumo de energía residencial representa una parte importante del consumo energético de los países en general y de los que forman parte de Latinoamérica en particular [1, 2]. En relación a las fuentes de energía, las mayoritariamente utilizadas son la electricidad y el gas natural. En la república Argentina, para el consumo residencial y comercial en los rubros cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria y calefacción prevalece el uso de gas natural, constituyendo algo más del 25% del consumo de gas total según datos del año 2023 [3]. Dentro de los gasodomésticos utilizados se destacan los denominados de tiro balanceado (cámara de combustión cerrada con circulación de las corrientes de aire y de los gases de combustión desde y hacia el exterior de la locación impulsada por la diferencia de densidad) por razones de seguridad, sencillez constructiva y bajo mantenimiento.

Sin embargo, debe señalarse como desventaja

principal de estos dispositivos que, en general, las unidades comercializadas en la actualidad presentan una eficiencia térmica (*i.e.*, relación entre la energía entregada al medio a calefaccionar -aire o agua- frente a la energía consumida) relativamente baja, como se reporta para los calefactores a gas de tiro balanceado [4]. Tanto es así que, en un esfuerzo por generar incentivos a las empresas para que mitiguen esta deficiencia y brindar información a los consumidores, las normas NAG 313 para calentadores de agua [5] y NAG 315 para calefactores de ambientes [6], vigentes en la actualidad en la Argentina, establecen la obligatoriedad de incluir un etiquetado de eficiencia energética.

De lo expuesto previamente se desprende que resulta de gran interés el desarrollo y la implementación de alternativas que permitan mejorar la eficiencia de los gasodomésticos de tiro balanceado actualmente comercializados. En nuestro grupo de trabajo se viene trabajando en esta dirección a partir

de la premisa básica de aprovechar el calor residual de los gases de combustión “calientes” de salida para precalentar el aire exterior de entrada utilizando equipos de intercambio térmico compatibles en tamaño con el del gasodoméstico.

OBJETIVOS

Se propone la implementación y evaluación experimental de un esquema de recuperación de energía para dispositivos a gas de cámara de combustión cerrada del tipo tiro balanceado, constituido por dos intercambiadores de calor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo sobre un calefactor de tiro balanceado a gas natural marca Coppens (modelo Peltre Acero C25AC de potencia nominal 3 kW) con conductos de entrada y salida de gases independientes. Se realizaron ensayos a distintas potencias entre la mínima y la máxima, con un mínimo de 5 repeticiones en cada caso. Las variables medidas fueron: presión y caudal del gas natural, temperatura y composición de los gases de combustión y el campo de temperaturas en la pared frontal del calefactor (sin el gabinete exterior) en nueve posiciones distribuidas en la pared frontal por medio de termocuplas de tipo K con acople magnético conectadas a adquirentes de datos USB-TEMP (Meas. Comp. Corp.). El caudal de gas natural se midió usando un equipo marca Elster AMCO modelo BK-G1.6 con una precisión del 1% en las condiciones de medida. Respecto al análisis de gases de combustión se empleó un instrumento marca Testo modelo 327-1 que permite monitorear la composición de O₂ y CO. Para mantener la presión del gas natural alimentado se utilizó un regulador Tonka RT 031.

En la Fig. 1A se presenta el esquema de recuperación propuesto constituido por dos intercambiadores de calor uno en el exterior de la locación (Fig. 1B) y otro ubicado en el interior (Fig. 1C) contiguo al calefactor, que funciona como cámara de admisión de aire al mismo. El intercambiador externo (Fig. 1B) está constituido por dos canales de sección transversal rectangular de 9.0 cm de ancho por 7.5 cm de alto, por el superior circulan los gases de combustión (humos) y por el inferior aire, cada canal presenta 3 conjuntos de aletas longitudinales de 10 cm de largo y 7.5 cm de altura fabricadas en hierro galvanizado de 0.5 cm de espesor. Por su parte, el intercambiador de calor interno, en contacto con el ambiente a calefaccionar, es un ducto de sección

rectangular por el interior del cual circula aire, cuenta 32 aletas internas y 32 externas de chapa galvanizada de 10.5 cm de longitud, 3.8 cm de altura promedio y 0.8 mm de espesor.

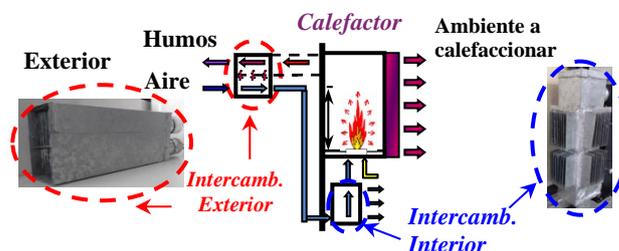


Figura 1.

RESULTADOS

En los ensayos realizados la sonda de toma de muestras de gases de combustión y medida de la temperatura se ubicó en el centro del conducto de salida a una distancia de un diámetro de la misma. La potencia se obtiene midiendo el consumo de gas natural a intervalos de tiempo regulares durante los ensayos y considerando el poder calorífico superior (9538 kcal m⁻³) informado por la distribuidora de gas de la región de La Plata (Camuzzi Gas Pampeana). Simultáneamente, el valor informado para la temperatura sobre la pared frontal es el promedio aritmético de todas medidas tomadas.

Los resultados de los ensayos de funcionamiento para el calefactor funcionando en su configuración original (“de fábrica”) y para el esquema de recuperación de la Fig. 1A se presentan en las Tabla 1 y 2, respectivamente. Por una parte, puede advertirse el correcto funcionamiento del conjunto calefactor-esquema de recuperación sin la aparición de CO ni inquemados en todo el rango de operación. Por otra parte, si comparan estos resultados con los correspondientes al calefactor funcionando en su configuración original puede concluirse que se ha conseguido una mejora de alrededor de 22 puntos porcentuales para la potencia mínima (aprox. 1.1 kW) y de 15 para un valor cercano a la máxima (aprox. 2.5 kW).

Tabla 1. Resultados de los ensayos para el calefactor de tiro balanceado Coppens modelo Peltre Acero 3 kW funcionando en su configuración original (“de fábrica”)

Condición	P [kW]	Exc. aire [%]	Temp. salida gases [°C]	Comp. a la salida [% V/V]			Efic. [%] NAG 315
				O ₂	CO ₂	CO	
T _{amb} =20°C, p _{GN} =16mbar (reg.)	2.94	45	395	7.0	7.9	0	73.0
	2.50	87	366	10.2	6.0	0	70.1
	2.26	94	353	10.8	5.8	0	70.0
	1.77	168	315	13.7	4.2	0	66.1
	1.09	334	238	16.6	2.5	0	61.3

Tabla 2. Resultados de los ensayos de funcionamiento del esquema de recuperación de calor aplicado al calefactor de tiro balanceado Coppens modelo Peltre Acero 3 kW

Condiciones	P [kW]	Exc. aire [%]	Temp. salida gases [°C]	Comp. a la salida [% V/V]			Efic. [%] NAG 315
				O ₂	CO ₂	CO	
T _{amb} =20°C, p _{GN} =16 mbar (reg.)	2.68	22	171	4.1	9.6	0	85.5
	2.54	29	169	5.1	9.0	0	85.4
	2.30	39	156	6.4	8.3	0	85.5
	1.83	74	144	9.5	6.5	0	84.8
	1.37	125	131	12.2	5.0	0	83.9
	1.09	189	116	14.2	3.8	0	83.2

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de un esquema de recuperación de energía aplicable a dispositivos a gas (principalmente, gasodomésticos para calentar aire o agua) de cámara de combustión cerrada del tipo “tiro balanceado”. La premisa básica del esquema de recuperación es el aprovechamiento del calor residual de los gases de combustión para precalentar el aire de ingreso a los dispositivos a gas utilizando dos intercambiadores de calor de tamaño compatible con los mismos y manteniendo la circulación a través del tiro balanceado. Resultan necesarios dos intercambiadores ya que los quemadores atmosféricos que usualmente equipan los gasodomésticos presentan limitaciones para incorporar aire precalentado. Por ende, el aprovechamiento debe realizarse en forma secuencial. En primer término, se calienta el aire proveniente del exterior empleando los gases de combustión de salida en un intercambiador ubicado a la salida del

gasodoméstico y, luego, se emplea otro intercambiador de calor situado en el interior del local para transferir parte del calor recuperado al aire o agua dependiendo de la función del dispositivo a gas, de modo tal que, el aire sea admitido al quemador a una temperatura apropiada. Este esquema se aplicó a un calefactor de tiro balanceado que funciona a gas natural, para lo cual se diseñaron “ad hoc” y construyeron dos intercambiadores de calor. Se instaló el conjunto en un banco de ensayos y se corroboró un funcionamiento correcto del sistema calefactor e intercambiadores en rango completo de potencias, no detectándose la presencia de CO ni inquemados. Simultáneamente, se alcanzó una mejora sustancial de la eficiencia (del orden de 22 y 15 puntos porcentuales a potencia mínima y máxima, respectivamente) comparada con la que resulta del calefactor funcionando en su configuración original de fábrica.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jiménez Mori R., Yépez-García A. ¿Cómo consumen energía los hogares? Evidencia de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (2020).
- [2] Tornarolli L., Puig J. Acceso y consumo de energía residencial en América Latina y el Caribe. Corporación Andina de Fomento (2022).
<https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2253>
(accedido 30/6/2024)
- [3] Datos operativos de Transporte y Distribución de Gas - ENARGAS – Ente Nacional Regulador del Gas (2023)
- [4] Mariani N. J., Keegan S. D., Barreto G. F. Energy for Sust. Develop. 64 (2021) 1-7.
- [5] NAG 313 – ENARGAS – Ente Nacional Regulador del Gas (2009)
- [6] NAG 315 – ENARGAS – Ente Nacional Regulador del Gas (2015)