



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO INGENIERIA QUIMICA y BIOTECNOLOGIA

Informe de Resultados de pruebas de ahorro de gas natural, en Generador de Vapor, utilizando Magnetos

Santiago, Enero de 2006

Informe de Resultados de Pruebas de Consumo de Gas Natural en un Generador de Vapor, utilizando un dispositivo magnético para ahorrar combustible.

Objetivo

Medir el Consumo de Gas Natural, utilizado como combustible en el Quemador de un Generador de Vapor, para comparar el consumo del combustible al usar un dispositivo magnético para ahorro, instalado en la línea de suministro de gas, contra el consumo del equipo en la situación original.

Equipamiento

Para el ensayo se utilizará el Generador de vapor Marca H. Briones, Modelo PPK-40, fabricada en el año 1982 con una capacidad de 600 Kg/h de vapor, a una Presión de 75 lb/in². El equipo está provisto de un Quemador de gas natural Marca Riello, Modelo RS-50, de una potencia nominal máxima de 600 W, con una sola llama que actúa por encendido y apagado. El Generador de Vapor está instalado en el Laboratorio de Operaciones Unitarias del Depto. de Ingeniería Química de la Universidad de Chile, y se utiliza para desarrollar experimentos docentes de Generación de Vapor y proveer de vapor a otros experimentos como fuente de potencia.

Metodología

El procedimiento consiste en poner en régimen el equipo desde una presión de 0 lb/in² hasta una presión de trabajo de 75 lb/in², para una misma masa de agua inicial, controlada por el controlador de Nivel automático de agua del Generador, indicada por la posición media exacta del nivel, conseguida por la acción automática sobre la bomba de alimentación de agua.

Se mide la temperatura inicial del agua, se registra el marcador del medidor de gas ALM 425 N° serie AX0007059232001, exclusivo del Generador de Vapor instalado por Metrogas, y se enciende el quemador, se registra el tiempo de funcionamiento del quemador desde el encendido de la llama hasta que el quemador se detiene automáticamente por acción del controlador de Presión en la cámara de vapor ajustado en 75 lb/in².

Se realizan 2 ensayos el primero con el generador en su condición original y el segundo con el aparato magnético suministrado por el cliente instalado en la línea de gas al quemador a 60 cms. lineales sobre la cañería entre el tren de gas y los controladores de presión de gas del quemador. Previamente a la segunda ensayo se realiza, por solicitud del cliente, un ajuste del exceso de aire del quemador desde un 2% a un 3% (Anexo I). Para el efecto se utiliza un analizador de gases marca Testo Modelo 350M.

Resultados

Tablas de Resultados

Ensayo 1 Generador de Vapor en estado original

P vapor	inicial	final
lb/in2	0	75

Nivel caldera medio exacto

T agua cald 59°C

P gas natural 34 mbar T gases chimenea 186,9°C

hora	gas			0.01 m3	0.05 m3
12:31	lectura inicial	351	m3	7	80
13:34	lectura Final	363	m3	40	30

Ensayo 2 Generador de Vapor con Magneto el Línea de gas Natural

P vapor	inicial	final
lb/in2	0	75

Nivel caldera medio exacto

T agua caldera 57°C

P gas natural 34 mbar T gases chimenea 200,0°C

hora	gas			0.01 m3	0.05 m3
13:10	lectura inicial	386	m3	1	40
14:16	lectura Final	398	m3	82	97

Velocidad gases Chimenea
(Sonda de Pitot, distintas
posiciones)

veloc 1 <i>mls</i>	veloc 2 <i>mls</i>
3.68	3.4
3.54	2.97
3.26	3.42
3.54	3.28
3.93	3.42
3.41	3.07
4.17	3.95
4.05	3.56
3.41	4.25
3.55	3.7
3.08	3.56
4.06	3.96
3.26	3.28
3.55	3.56
4	3.8
3.27	3.83
3.04	3.95
3.12	3.7
4.04	3.43
3.41	3.95
3.55	3.91

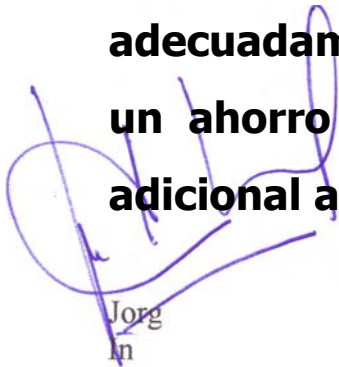
De acuerdo a las pruebas realizadas se puede observar lo siguiente:

En el primer ensayo, con el Generador de Vapor en su estado original, el equipo llegó a su estado de operación, desde 0 a 75 lb/in² , desarrollando una potencia promedio de 108.870 Kcal/h.

En el segundo ensayo, una vez instalado el aparato magnético de ahorro y realizada la calibración del quemador registradas en Anexo 1, la caldera llegó al mismo régimen desarrollando una potencia promedio de 104.595 Kcal/h.

En el primer ensayo la temperatura del agua inicial en la Caldera era de 59°C, contra 57 ° en el segundo ensayo, por lo que llevando la Potencia a la misma base energética, se obtiene una Potencia Promedio de 10 1.266 Kcal/h. **Lo que representa un ahorro directo de 7,0% de Potencia para el mismo trabajo.**

Por otra parte se observa un aumento de la T° . de los gases de salida por la chimenea desde 186,9 $^{\circ}\text{C}$ a 200,0 $^{\circ}\text{C}$, lo que para el caudal de gases promedio estimado en 1.218 Kg/h, representa una Potencia disponible de 3.992 Kcal/h, la que reutilizada adecuadamente en el proceso podría transformarse en un ahorro indirecto, de un máximo nominal de 4% adicional al anterior.



Jorge
In

e Castillo Guzmán
Ingeniero Civil Químico
Profesor de Laboratorios de Ingeniería Química

Departamento de Ingeniería Química
Facultad de Ciencia Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

Anexo 1: Análisis de gases

Descripción del Equipo

Analizador de gases de marca Testo Modelo 350M. Para medir el caudal de gases se utilizó un Tubo Pitot tipo L, ambos provistos por el experto en regulación de combustión, don Patricio Opazo Alliendes, Ingeniero de Ejecución Mecánico de la USACH ".

Ensayo 1 (Instalación Original)

186.9	°C Temp humos %
0.4 7	Oxigeno
15.2	ppm CO
1.02	%C02
93.7	Exceso de Aire
26.8	%REN
15.5	°C Temp. Amb. %
2	C02max
0.88	ppm 802
O	l/m Caudal bomba
	ppm H2

Ensayo 2 (Con Magnetos)

200.0	°C Temp humos %
0.7 O	Oxigeno
15.0	ppm CO
1.03	%C02
93.2	Exceso de Aire
30.4	%REN
15.5	°C Temp. Amb. %
O	C02max
0.89	ppm 802
3	l1m Caudal bomba
	ppm H2

Cálculos

Consumo promedio combustible = $12,03 \text{ m}^3 / (1,05 \text{ h}) = 11,46 \text{ m}^3/\text{h}$ Potencia

promedio ensayo 1 = $11,46 \text{ m}^3/\text{h} * 9.500 \text{ Kcal}/\text{m}^3 = 108.870 \text{ Kcal}/\text{h}$

Factor de corrección por agua más fría:

$$\text{Factor} = (T_v - T_1) / (T_v - T_2) = (120 - 57) / (120 - 59) = 0,9683$$

$$\text{Potencia igual base} = 104.595 \text{ Kcal/h} * 0,9683 = 101.266 \text{ Kcal/h}$$

$$\begin{aligned} \text{Caudal másico gases chimenea 1} &= (3,1416 * (0,4)^2 / 4) \text{ m}^2 * 3,57 \text{ m/s} * 0,75 \text{ Kg/m}^3 * \\ &3.600 \text{ s/h} = 1.210,5 \text{ Kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dif Potencia Gases Chimenea 1/2} &= (1.211 + 1.227) / 2 \text{ Kg/h} * 0,25 \text{ Kcal(Kg*oC)} * \\ &(200 - 186,9) \text{ °C} = 3.992 \text{ Kcal/h} \end{aligned}$$