

Bajar la temperatura de los gases de combustión hasta 25 °C para “reducir el efecto” del cambio climático

Caldera de 1.200 kWt para calentar agua de 80 °C ÷ 150 °C, presión de agua saturada a 150 °C (4,757 bar) con un caudal másico de 15.000 kg/h., el calor de condensación se aprovechará para calefacción y/o aire acondicionado

La compañía Mar5.0 Agua y Energía SLU ha desarrollado en estos años algunas aplicaciones que se irán publicando mensualmente en la revista Ingeniería Química. En primer lugar, se publicarán los resúmenes de las calderas de gas natural que no necesitan desgasificador, y, posteriormente, otras calderas de gas natural, biomasa y otros combustibles que calientan vapor y necesita desgasificador.

Mar 5.0 Agua y Energía, SLU

Todos los combustibles al quemarse generan agua (vapor de agua), CO₂, otros productos y energía térmica. Además del agua que se forma en la combustión del combustible, hay un agua que entra con la humedad del aire (oxígeno), necesario para la combustión del combustible. Es importante medir la humedad del aire que varía a lo largo de las horas del día hasta las estaciones del año.

Para conocer la cantidad de agua que entra en la caldera, hay que medir lo que se denomina humedad específica en gramos de agua por kilogramo de aire, así como los kilogramos de aire necesarios en la combustión que entran en el quemador. Se trata de rebajar la temperatura de los gases de combustión que, en el inicio de la salida de la caldera hacia la chimenea, tienen una temperatura superior a los 150 °C y una cantidad importante de vapor de agua (el agua que se ha formado en la combustión y el agua que ha entrado con la humedad del aire necesario para la combustión).

Esta caldera está diseñada para calentar un producto entre 130 °C a 150 °C. Si no rebajamos la temperatura del agua saturada hasta los 85 °C, tendremos que trabajar siempre como equipos a presión entre los 2,7 bar y 4,757 bar; si empezamos a calentar a 85 °C, podemos trabajar con equipos a presión atmosférica.

La bomba podría ser de 20 m³/h., con un motor de 5,5 kWe para que pueda dar una presión de 6 bar como mínimo. El motor eléctrico de la bomba llevaría un variador de frecuencia para intentar ahorrar energía eléctrica.

El proceso consiste en colocar cinco economizadores en serie en la chimenea y un extractor de los gases de combustión sobre los 25 °C al inicio de la chimenea para mantener la presión de los gases de combustión constante y que la caldera trabaje de la misma manera que trabajaba sin los economizadores.

Este tipo de calderas se emplean en la industria farmacéutica, en la industria de la química fina, en la industria de la

alimentación, en donde hay que “cocer” los alimentos a una temperatura superior a los 100 °C y luego enfriarlos hasta una temperatura cercana a la del ambiente.

Los consumos y producción será la siguiente:

- Cantidad de gas natural consumido: 86 kg/h.
- Cantidad de aire necesario para la combustión: 1.885,68 kg/h., incluido el 5 % de exceso de aire.
- Cantidad de gases de combustión generados: 1.774 kg/h.
- Cantidad de agua generada en la combustión del gas natural: 223,2 kg/h. de agua (gas natural).
- Cantidad de agua máxima que ha entrado con la humedad del aire: 95,9 kg/h.

ECONOMIZADORES

A. El primer economizador E – 09 (en el lado gases de combustión serán 1.774 kg/h) permitiría aprovechar la temperatura de los gases de combustión para precalentar el agua saturada que tiene que “entrar” en la caldera y rebajar la temperatura de los gases de combustión que se “tirán” por la chimenea.

Lado gases de combustión: al inicio del economizador E – 09 la temperatura es de 230 °C y a la salida 150 °C; lado agua: el agua entra a 85 °C a contracorriente y sale a 87 °C, que será la temperatura de entrada a la caldera.

B. El segundo economizador E – 15 (en el lado gases de combustión serán 1.774 kg/h.) rebaja la temperatura de los gases de combustión de 150 °C a 120 °C y, por el lado agua, eleva la temperatura del agua saturada de 80 °C a 120 °C.

Lado gases de combustión: al inicio del economizador E – 15 la temperatura es de 150 °C y a la salida 120 °C; lado agua: el agua entra a 80 °C a contracorriente y sale a 120 °C, que será la temperatura de entrada a la caldera

C. El tercer economizador E – 17 (en el lado gases de combustión serán 1.774 kg/h.) rebaja la temperatura de los

gases de combustión de 125 °C a 95 °C y, por el lado agua, eleva la temperatura del agua saturada de 80 °C a 95 °C.

Lado gases de combustión: al inicio del economizador E – 17 la temperatura es de 120 °C y a la salida 95 °C; lado agua: el agua entra a 80 °C a contracorriente y sale a 95 °C, que será la temperatura de entrada a la caldera.

D. El cuarto economizador E – 20 (en el lado gases de combustión serán 1.774 kg/h.) rebaja la temperatura de los gases de combustión de 95 °C a 60 °C y, por el lado agua, eleva la temperatura del agua saturada de 50 °C a 60 °C.

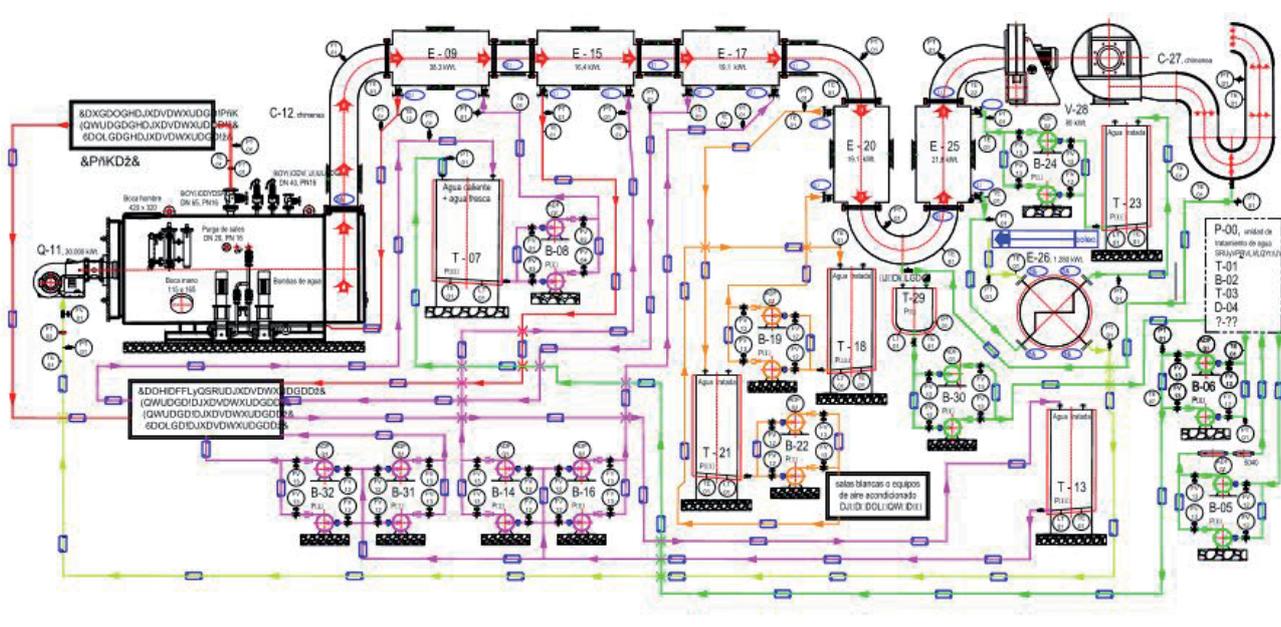
Lado gases de combustión: al inicio del economizador E – 20 la temperatura es de 95 °C y a la salida 60 °C; lado agua: el agua entra a 50 °C a contracorriente y sale a 60 °C, que será la temperatura de entrada a la caldera.

E. El quinto economizador E – 25 (en el lado gases de combustión serán 1.774 kg/h.) rebaja la temperatura de los gases de combustión de 60 °C a 20 °C y, por el lado agua, eleva la temperatura del agua saturada de 10 °C a 20 °C.

Lado gases de combustión: al inicio del economizador E – 25 la temperatura es de 60 °C y a la salida 20 °C; lado agua: el agua entra a 10 °C a contracorriente y sale a 20 °C, que será la temperatura de entrada a la caldera.

CONSUMOS Y PRECIOS

- Coste de un kWt. de gas natural: 0,03 €.
- Consumo máximo inútil de combustible: 641.306 kWt año (19.239,18 € año).
- El ahorro de CO₂ viene expresado en la tabla y asciende a 232.101,17 kg/año de CO₂ (48.943,17€ año).
- Se recupera el 97 % de la energía térmica que se “tira-ba” por la chimenea.
- Se recuperan como máximo 2.767,25 kg/año de agua destilada pH 5.
- El retorno total sería de 167.962,85 € año para una caldera que puede tener un coste inferior a 100.000,0 €.



LA PATENTE

La patente de invención “Sistema para la recuperación de energía térmica de gases de combustión” fue solicitada el 29 de noviembre de 2018, presentada electrónicamente el 21 de agosto de 2019 y el título de patente de invención se otorgó el 3 junio de 2020, con el número ES.2.763.635 B2.

La patente es propiedad de Mar5.0 Agua y Energía SLU,

con la que, provisionalmente, se puede contactar por correo ordinario al Apartado de correos 56, 08760 Martorell, Barcelona y/o el correo electrónico ingeniería@mnmd.eu. La patente describe de forma muy genérica la recuperación de la energía térmica de los gases de combustión que salen por la chimenea después de usar cualquier combustible que puede ser sólido, líquido o gas.

TABLA RESUMEN			
Descripción	kWt. año	Euros año	Notas
Cálculo los kWe ahorrados			
Agua “torre” a 30 °C	?.???.???,0	???.???,0	Falta información
Frio de -5 °C ÷ 0 °C	?.???.???,0	???.???,0	Contra kWe de la torre de refrigeración
Frio de 0 °C ÷ 5 °C	?.???.???,0	???.???,0	Contra kWe. del aire acondicionado
Retorno anual energía eléctrica			???.???.???,00 € año , retorno
Para la caldera 01			
Economizador E – 09,	330.912,0	9.927,36	
Economizador E – 15,	141.696,0	4.250,88	
Economizador E – 17,	165.024,0	4.950,72	
Economizador E – 20,	165.024,0	4.950,72	
Economizador E – 25,	188.352,0	5.650,56	
“Energía” vapor ↔ agua	2.163.438,9	64.903,17	
“Energía total” caldera	3.154.446,9	94.633,41	
Ahorro desgasificador en kg/año	—————	—————	Al elevar el condensado de 20 °C a 110 °C
Consumo inútil de combustible	641.306,0	19.239,18	Pasar agua a vapor 95,924 kg/h
Retorno anual energía térmica	3.795.752,9	113.872,59	113.872,59 € año , retorno
Humos chimenea a 20 °C	94.432,82	2.832,98	
Agua m ³ /h año, caldera	2.767,25	5.147,09	Coste de 1 m ³ . de agua → 1,86 €
Suma de energía + agua + CO ₂			167.962,85 € año , retorno total
			Se recupera el 97,09 % de energía térmica
	kg año de CO₂ de ahorro		
Ahorro CO ₂ → 48.943,17 €	638.278,2214 kg. año de CO ₂		232.101,17 kg año gas natural ahorrado
	Pendiente de información		Agua refrigeración servicios comunes
	Pendiente de información		Agua refrigeración servicios turbina
			Total de CO₂ ahorrado

APLICACIONES DE ESTE TIPO DE CALDERAS

- Industria farmacéutica
- Industria química fina
- Industria alimentaria

