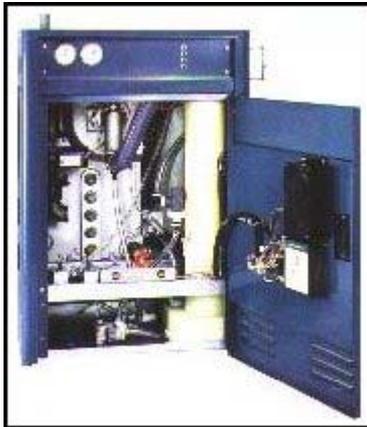
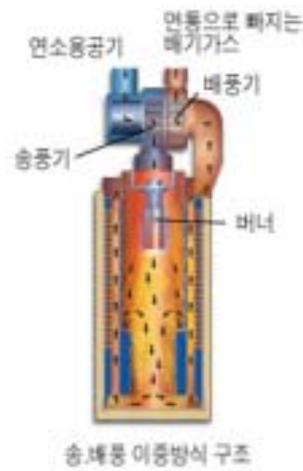
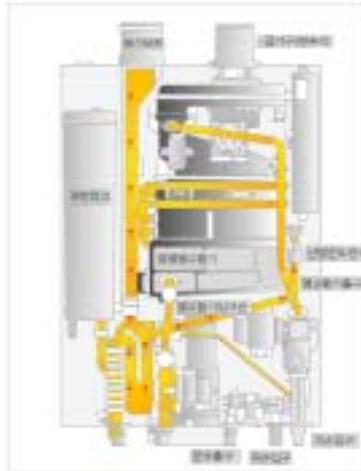


Recuperative Gas Boilers

배열회수 가스보일러



Recuperative boilers recover additional heat from flue gases.



Definition

A boiler that recovers the sensible and/or latent heat in flue gases through condensation.

정의

응축과정을 통해 배기가스에서 현열 또는 잠열을 회수하는 보일러.

Building Use

- highrise office
- lowrise office
- highrise apartment
- lowrise apartment
- retail
- food service
- institutional
- arena

Building Type

- new
- retrofit

Development Status

- new technology

사용건물

- 고층 사무실
- 저층 사무실
- 고층 아파트
- 저층 아파트
- 소규모 상점
- 음식점
- 교육기관
- 경기장

건물종류

- 신축
- 리트로핏

개발단계

- 신기술

Description

Standard gas boilers have a maximum energy efficiency of only 83% because flue gases are discharged at temperatures above 60°C (140°F). Boiler efficiency can be increased by recovering sensible and latent heat from flue gases. This is accomplished by cooling and condensing flue gases. Flue gas cooling requires the use of a stainless steel heat exchanger because the steel will not corrode when in contact with the condensed gases.

개요

표준적인 가스보일러는 배기가스가 60°C (140°F) 이상으로 방출되기 때문에 최대 에너지 효율이 단지 83%에 지나지 않는다. 보일러 효율은 배기가스에서 현열과 잠열을 회수함으로써 증가시킬 수 있다. 이는 배기가스를 냉각하여 응축함으로써 가능해진다. 철재는 응축된 가스와의 접촉하였을 경우 부식되기 쉽기 때문에 배기가스 냉각에는 스테인레스 스틸 열 교환기를 사용할 필요가 있다.

A requirement of the use of recuperative

열회수 보일러를 사용하기 위한 필요조건으로는

boilers is that the heating system must be designed to cool flue gas temperatures to achieve condensation. This requires that the inlet or return water temperature is below 50°C. The simplest approach is to operate the boiler hot water loop at a temperature below 50°C. A second approach is to combine space and water heating systems; in these systems, the boiler is supplied with water at a lower temperature (mains water) rather than with the high temperature water used in a heating-only boiler. Several manufacturers offer a combination heating system that uses a condensing-type boiler. These systems can have efficiencies of over 90%. Recently, a boiler has been developed that recovers the sensible and latent heat from the flue gases to preheat combustion air, which is usually cool outdoor air. Such systems offer efficiencies of up to 95% and reduced NOx and CO emissions.

Contributing Expert:

Stephen Carpenter, P.Eng
Enermodal Engineering Ltd.
650 Riverbend Drive
Kitchener ON
Canada N2K 3S2
tel 1 519 743 8777
fax 1 519 743 8778
scarpenter@enermodal.com

Benefits

- increases combustion efficiency
- simplifies venting

Limitations

- higher cost

Application

Recuperative boilers can be used in all building types, however, the heating load needs to be large enough to justify the higher cost of these systems. Boiler installation in recuperative systems is easier than the

난방 시스템이 배기가스가 응축되도록 배기가스 온도를 냉각할 수 있게 설계되어야 한다. 이는 입구 또는 회수되는 냉수 온도가 5°C 이하가 되도록 하는 것이 필요하다. 가장 간단한 방법은 보일러 온수회로가 50°C 이하에서 운전되도록 하는 것이다. 두 번째 방법은 난방과 급탕 시스템을 혼합하는 것이다; 이러한 시스템에서는 난방 위주의 보일러에서 사용되는 고온의 물을 대신하여 낮은 온도의 물을 공급한다. 몇몇 제조업체는 응축 타입 보일러를 사용하는 혼합 난방 시스템을 공급한다. 이러한 시스템은 90% 이상의 효율을 나타낼 수 있다. 최근에, 연소 공기를 예열하기 위한 배기가스로부터 현열과 잠열을 회수하는 보일러를 개발하여왔다. 이는 일반적으로 외기를 냉각시킨다. 이러한 시스템은 95% 이상까지 효율을 나타낼 뿐만 아니라 NOx 와 CO 방출도 줄여준다.

공급업체

Stephen Carpenter, P.Eng
Enermodal Engineering Ltd.
650 Riverbend Drive
Kitchener ON
Canada N2K 3S2
tel 1 519 743 8777
fax 1 519 743 8778
scarpenter@enermodal.com

장 점

- 연소효율 향상
- 단순화된 배기

제 한

- 가격이 고가임

적용

열회수 보일러는 모든 건물 유형에 적용 가능하지만, 고가인 이 시스템을 적용하기 위해서는 난방부하량이 충분히 커야 한다. 열회수 시스템에 보일러를 설치하는 것은 기존 보일러를 설치하는 것에 비해 더욱 간단하다. 배기가스가 쿨러이고

installation of conventional boilers. Because flue gases are cooler, plastic vent pipe can be used, and this often simplifies installation. In most cases, condensing boilers have sealed combustion so that there is no chance of back drafting.

Experience

Recuperative boilers have a long lifetime provided that a corrosion-proof heat exchanger is used. In some cases, these boilers do not achieve the rated efficiency because the heating system and/or load does not allow for condensing conditions in the boiler.

Cost

The smallest recuperative boilers (under 30 kW) cost about C\$2500 (installation extra).

Example Manufacturers

American Water Heater Company
1100 E Fairview Avenue
Johnson City TN
USA 37605
tel 1 423 434 1500
www.americanwaterheater.com

A.O. Smith
324 Burrill Street
Stratford ON
Canada N5A 4W9
tel 1 519 271 5800
www.hotwater.com

Dunkirk Radiator
85 Middle Road
Box 32
Dunkirk NY
USA 14048
tel 1 716 366 5500
fax 1 716 366 1209
www.dunkirk.com

플라스틱 배기 파이프를 사용하기 때문에 설치가 단순해진다. 대부분의 경우 응축 보일러는 역류가 되지 않도록 봉인된 연소를 한다.

시공경험

열회수 보일러는 부식방지 열교환기를 사용하여 긴 수명을 갖는다. 이 보일러는 난방 시스템과 부하가 보일러 내에서 응축 조건이 이루어지지 않아 표시된 효율을 얻을 수 없는 경우도 있다.

비 용

가장 작은 열회수 보일러 (30kW 이하)의 비용은 C\$2500이다 (설치비용별도).

제조업체

American Water Heater Company
1100 E Fairview Avenue
Johnson City TN
USA 37605
tel 1 423 434 1500
www.americanwaterheater.com

A.O. Smith
324 Burrill Street
Stratford ON
Canada N5A 4W9
tel 1 519 271 5800
www.hotwater.com

Dunkirk Radiator
85 Middle Road
Box 32
Dunkirk NY
USA 14048
tel 1 716 366 5500
fax 1 716 366 1209
www.dunkirk.com

콘덴싱이란

콘덴싱(condensing)이란 말은 기체를 액체로 응축한다」는 의미의 영어식 표현이다. 실제로는 가스보일러의 배기가스에 포함된 많은 분량의 수증기를 응축시키면서 응축열을 유용한 열로 흡수하여 사용함을 뜻한다고 볼 수 있다. 대부분의 가스보일러는 도시가스(LNG)를 연료로 사용하고 있는데, 이 도시가스의 주성분은 메탄(CH₄)으로 되어 있다

메탄 1분자를 연소시키면, 아래의 화학식과 같이, 연소열과 함께 이산화탄소(CO₂) 1분자와 수분(H₂O) 2분자가 생성된다. 즉, 보일러 배기가스의 2/3 정도가 수분임을 알 수 있다.

$CH_4 + O_2 \Rightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{열}(9,520 \text{ kcal/Nm}^3)$ 물이 액체에서 기체로 증발할 때는 열을 가해야 하지만, 반대로 수증기로부터 열을 빼앗으면 수증기인 기체가 액체로 응축된다. 일반보일러의 배기가스 온도는 대부분 150℃~200℃ 정도로 높지만, 콘덴싱보일러는 50℃~70℃ 정도의 낮은 온도로 가스를 배출시킨다. 또한 배기가스 중의 수증기를 응축시켜 그 열마저도 흡수할 수 있는 기술이 적용되고 있다.

따라서, 콘덴싱보일러는 일반보일러보다 배기가스에 포함되어 있는 응축열 11%를 더 많이 이용할 수 있고, 열교환부와 배기가스의 온도가 상대적으로 낮아 배기손실과 방열손실을 낮춤으로써 획기적으로 열효율을 높일 수 있게 되었다. 콘덴싱보일러의 콘덴싱 원리를 단적으로 표현하자면, 배기가스로 버려지는 높은 온도의 열을 대부분 흡수하면서 배기가스에 포함된 수증기를 물로 응축시키는 과정에서 발생하는 응축열 즉, 숨어있는 열까지도 흡수해 난방과 온수로 사용하는 것이라고 할 수 있다.

콘덴싱보일러의 특징 및 장점

콘덴싱보일러는 버려지는 열을 흡수하여 사용할 수 있도록 설계되어 있는 첨단 보일러이다. 특히 에너지절약, 환경개선 및 안전성에 대한 콘덴싱보일러의 기술은 다음의 세 가지로 요약될 수 있다.

- 1) 열교환기 : 콘덴싱보일러의 열교환기는 일반보일러와 동일한 역할을 하는 순동으로 제작된 「현열 열교환기」와 배기가스 중의 수증기에 숨어 있는 응축잠열을 회수할 수 있는 스텐레스 재질로 제작된 「잠열 열교환기」로 구성되어 있다. 동열교환기를 이용하여 배기가스로부터 1차 열을 흡수한 후, 스텐레스 열교환기에서 추가로 열을 흡수해 배기가스의 온도를 60℃ 정도까지 낮춘 후 달아나는 수증기를 응축시켜 응축열을 추가로 흡수하게 된다. 이와 같은 열교환기 설계기술로 콘덴싱보일러는 버려지는 대부분의 열을 잡아 유용한 열로 사용함으로써 에너지 절감 즉, 가스비를 줄일 수 있게 되는 것이다.
- 2) 버너 : 버려지는 열의 회수기능과 응축수의 효과적인 처리를 위하여 버너를 열교환기 상부에 설치하게 되며, 가스가 위에서 아래방향으로 연소되도록 설계되었다. 연소 시 상부에서 하부로의 안정적인 연소를 위해서는 최근에 개발된 「메탈화이버 버너」를 적용하였으며, 예혼합연소 시스템으로 설계되었다. 특수 내열 스텐레스 화이버로 제작된 버너는 기존 분젠식 버너보다 과잉공기가 적어 연소효율이 높고, 연소성능을 향상시켜 유해 배기가스인 일산화탄소(CO)와 질소산화물(NOx)이 현저하게 줄었다. 바로 이 부분이 유럽의 엄격한 환경규제에도 통과될 수 있는 환경친화적 제품으로 인정받는 중요한 설계 기술이다.
- 3) 공기비제어 : 시스템 비례제어는 온수의 온도를 일정하게 유지시킬 수 있도록 컨트롤하는 시스템을 말하는데, 그 편리성 때문에 최근의 가정용 가스보일러는 대부분 이 방식을 쓰고 있다. 일반 비례제어 시스템은 가스와 공기를 따로따로 컨트롤하면서 보일러에 공급하고 있지만, 콘덴싱보일러

에 적용된 공기비례제어 시스템은 가스와 공기를 자동적으로 연동시켜 공급하고 있다. 이 방식을 통해 역풍이나 연도에 이물질이 유입되는 등 갑작스런 상황이나 전반적인 설치환경에 문제가 발생했을 경우에도 항상 일정한 공연비로 가스와 공기를 공급하게 된다.

에너지절약 효과

컨덴싱보일러는 스텐레스로 제작된 잠열 열교환기를 이용하여 배기가스로 버려지는 열의 대부분을 흡수하고, 배기가스 중의 수증기를 응축시켜 응축잠열을 회수하는 기술에 의해 연료와 가스비를 절약하는 구조로 되어 있다. 일반보일러의 경우는 열교환기의 재질이 응축수에 견디지 못하므로 일정효율 이상의 효율을 올리는 것이 불가능한 구조이지만, 컨덴싱보일러는 응축수에 견딜 수 있는 안전한 구조로 설계되어 있기 때문에 열기기가 올릴 수 있는 한계치에 가까운 열효율이 가능하다.

에너지 절약에 대한 실증적인 자료 중 한국에너지기술연구소의 연구조사 결과를 보면 실제사용조건에서 20% 이상의 가스비 절감효과가 있음을 확인할 수 있다.

구분	22평형	27평형		31평형		
	7동	1동	6동	2동	3동	5동
비컨덴싱	36.111	46.807	44.635	72.872	65.383	71.725
컨덴싱	28.762	30.498	30.550	46.942	16.178	41.051
사용료 차이	7.348	11.310	14.086	25.930	19.206	30.749
차이(%)	20.3%	24.2%	31.6%	35.6%	29.4%	42.9%

위 [표]의 자료는 서울의 모 아파트 479세대를 대상으로 1999년 11월~2000년 4월에 고지된 가스 사용료를 조사한 결과를 정리한 것으로, 그 결과는 컨덴싱보일러의 우수성에 대해 시사하는 바가 매우 크다고 볼 수 있다. 22평, 27평 및 31평 각각에 대한 일반 가스보일러 대비 컨덴싱 가스보일러의 가스사용료 평균 절감비율이 각각 20.3%, 27.6%, 35.9%로 나타났음을 보여주고 있으며, 총 평균값은 27.0% 정도에 최소 20.3% 이상 차이가 있음을 알 수 있다.

이 자료는 조사대상 가정이 사용하는 전체 가스비로 난방용과 취사용이 모두 포함된 자료이다. 한국 가스공사의 통계에 의하면 도시가스 판매량 중 가정 취사용 및 가정 난방용이 전체의 60% 정도를 차지하고 있으며, 가정용 도시가스 판매량 중 난방용이 85% 이상이다. 따라서, 위의 실제 가스비 조사 자료는 우리나라 아파트들의 유사한 생활패턴을 고려할 때 상당한 신뢰도가 있다고 판단된다.

환경보호 효과

컨덴싱보일러는 유럽의 독일이나 네덜란드와 같이 환경에 대해 엄격한 기준을 적용하고 있는 선진국에서도 사용을 적극 권장하고 있는 제품이다. 컨덴싱보일러의 주요 환경친화적인 측면은 지구온난화 방지에 대한 기여와, 유해배기가스의 배출을 크게 감소시키는 것으로 요약될 수 있다.

(1) 지구 온난화 방지에 기여

엘니뇨와 라니냐 등과 같은 이상기후의 원인인 지구온난화의 주범은 현재까지의 연구결과에 의하면 이산화탄소가 가장 영향이 큰 것으로 알려져 있다. 바로 이 이산화탄소는 대부분 탄소가 주성분인 화석연료(기름, 가스 등)의 연소에 의하여 발생되고 있다. 따라서, 기후변화협약에서는 이산

화탄소를 줄이기 위하여 자발적으로 에너지 사용량 자체를 줄이는 것으로 결론을 맺고 있다. 이러한 국제적 상황과 환경보전 노력을 감안하더라도 콘덴싱보일러의 부가가치는 실로 엄청나다고 할 수 있다. 콘덴싱보일러는 일반보일러와 비교해 볼 때 현저한 에너지 절약효과를 통해 근본적으로 이산화탄소의 발생을 에너지 절감비율만큼 줄이는 역할을 하고 있기 때문이다. 또한, 배기가스에 포함된 일부의 이산화탄소는 응축수에 녹아 생활하수로 배출되므로 그 만큼의 이산화탄소를 더 줄이게 되는 이중 효과를 얻고 있다.

(2) 유해 배기가스 배출 감소

콘덴싱 가스보일러는 대부분 가스연료와 연소용 공기를 미리 혼합시켜 연소하는 예혼합방식의 표면연소 가스버너를 사용하고 있기 때문에 유해배기가스인 질소산화물(NOx)과 일산화탄소(CO)가 기존의 일반 가스보일러의 경우보다 훨씬 적게 배출되고 있다. 최근 유럽을 중심으로 선진국들이 공해물질 배출 방지를 위해 갈수록 엄격한 규제를 적용하고 있음을 볼 때, 콘덴싱보일러는 이러한 규제에도 충분히 대응할 수 있음을 강조하고자 한다.

콘덴싱보일러 설치 시 유의사항

콘덴싱보일러는 배기가스로 버려지는 열을 잡아 가스비를 획기적으로 줄인 제품으로, 이러한 효과를 최대한 획득하기 위해서는 설치과정에서도 많은 주의가 필요하다. 일반보일러와 다른 한가지 특징이 있다. 배기가스 중에 포함된 수증기로부터 열을 회수할 때, 응축수가 발생하게 된다. 이 때 발생한 응축수를 처리하기 위해서는 보일러로부터 하수도로 연결시키는 배출관 설치가 필수적이다. 콘덴싱보일러의 내부 재질은 응축수에 내식성이 있는 재질로 되어 있으므로 일반보일러처럼 배기가스 연도 내에 생성되는 응축수를 연도를 통해 보일러 밖으로 유출시킬 필요가 없다. 보일러 내부를 거쳐 응축수 배출 호스를 통해 배출시키면 된다. 이때 응축수의 양이 그렇게 많지는 않으므로 배출 호스는 일반보일러의 오버플로우관과 같은 개념으로 설치하면 된다.

응축수는 배기가스의 일부가 용해되어 있어 산성을 띄고 있으므로 배출관은 플라스틱으로 된 관을 사용하면 되고, 시멘트관에 노출되는 것은 피해야 한다. 그러나 배출량이 생활하수에 비해 미미하고 생활하수가 대부분 약 알칼리성이므로 가정용 콘덴싱보일러의 응축수 배출은 수질환경에 문제가 없다. 오히려 생활하수의 알칼리성을 다소 중화시키는 장점이 있는 것으로 보고 되고 있다. 이렇게 설치된 콘덴싱보일러는 가동 순간부터 버려지는 열 및 배기손실분과 숨어있는 응축잠열까지 회수함으로써 가스비를 현저히 줄일 수 있는 「돈 버는 보일러」가 되며, 이를 직접 손으로 확인할 수도 있다.

보일러 앞판에 손을 대어 보면, 콘덴싱보일러는 보일러 외장이 그렇게 뜨겁지 않다. 외장을 통하여 버려지는 방열손실을 최소화하는 구조로 설계되었기 때문이다. 또 보일러 연도에 손을 대 보자. (주의 : 일반보일러의 연도는 손대면 화상을 입게 되니 주의해야 한다.) 일반보일러의 경우 배기가스 온도는 대부분 150℃ 이상이 되나, 콘덴싱보일러의 배기가스 온도는 60℃까지 내려가므로 손으로 확인할 수 있다. 화상을 입을 염려도 없다. 그리고, 응축수 발생여부를 확인해 보자. 일반보일러는 응축수가 발생할 수 없는 구조이지만, 콘덴싱보일러는 배기가스의 수증기에 숨어있는 응축잠열을 잡을 수 있도록 설계되어 있으므로 응축잠열을 회수할 때 발생하는 응축수의 배출을 눈으로 확인할 수 있다.