

잠열회수형 고효율 급탕난방기의 개발

전문연구위원 오창섭

1. 기술의 개요

- 가스 급탕난방기는 가스 중앙집중식 급탕난방시스템의 열원기로서 샤워나 부엌 등에 급탕용으로 보급되어 왔으며 목욕탕에서 목욕탕 욕조 물을 재 가열하거나 바닥 난방 등의 난방기기용의 온수공급 등의 기능으로 시장에 공급되어왔다.
- 급탕 또는 난방은 가정에너지소비의 대부분을 점유하고 있으며 이러한 급탕이나 난방용 가정에너지 절약은 CO₂ 감소 등 환경문제에 공헌할 수 있으며 여기서 소개하는 고효율 급탕난방기는 잠열회수 기술을 이용한 고효율 급탕난방기로 4개 회사가 공동으로 개발하였다.
- 또한 보급을 촉진하기 위해서 단독주택뿐만 아니라 집합주택에 대한 설치도 가능하도록 하는 것이 필요하므로 설치할 때 파이프 축을 설치하여야 하는 점을 고려해서 종래기기와 동일한 크기가 되도록 면의 두께를 초소형으로 한 플레이트식 기체-액체 열교환기를 개발하여 상용화 하였다.
- 이 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 에너지를 절약할 수 있는 특성이 있으며 환경오염 물질 배출 저감에 기여함으로써 향후 가스 중앙집중식 급탕난방시스템에 열원기로서 주력 상품이 될 것으로 기대한다.

2. 기술의 내용

- 잠열회수 형 급탕 난방기의 개요
 - 잠열회수형 고효율 급탕난방기에서는 잠열회수 기술을 이용하고 있는데 잠열회수라 함은 배출가스 중에 들어있는 수증기를 물로 응축하여 되돌려 보내는 것으로 이 때에 나오는 열을 회수하는 것을 말한다. 수증기가 물로 변할 때는 잠열인 응축열을 방출하기 때문에 이

열도 회수한다면 더욱더 효율을 높일 수 있을 것이다.

- 기존의 비잠열회수형 기기에서는 급탕을 사용할 때 약 200℃의 배출가스를 그대로 외부로 방출하였지만 잠열회수형 고효율 급탕난방기에서는 잠열을 회수하기 때문에 배기가스의 온도를 약 50℃정도까지 내려서 배출시키는 것이 가능하였다.
- 기존의 비잠열회수형 기기와 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기의 작동 원리를 서로 비교해 보면 기존의 비잠열회수형 기기는 단순히 공급한 물을 가스로 가열하여 가열된 물을 단지 일차열 교환기를 통해서만 사용하기 때문에 배기가스가 약 200℃로 배출되고 있지만 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 공급된 물을 가스로 가열하여 가열된 물을 일차열교환기에서는 급탕으로 제공하고 수증기를 이차열교환기를 통해서 응축하고 일부는 물로서 탱크에 저장하여 필요에 따라 배출시키고 일부는 약 50℃의 배기가스로 배출시키기 때문에 비슷한 생성열에서 사용열의 효율은 아주 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.
- 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 외형이 75cm(H) x 48cm(W) x 24cm(L)이고 설치 대상 건물은 단독주택 집합주택 모두 가능하고 중량은 54kg이다. 개발된 24호의 급탕능력은 42kw이고 난방능력은 14kw이다. 그리고 최대출력시 급탕은 약 95%이고 저온난방시 난방은 약 89%이다.

□ 잠열회수형 기기의 특징

- 에너지절약 및 경제성
 - 기존의 비잠열회수형 급탕난방기는 급탕 능력 42kw에서 급탕 시 열효율이 80.7%이고 난방능력 14kw에서 80.2%의 열효율을 보이고 있지만 새로 개발된 잠열회수형 급탕난방기는 같은 급탕능력 42kw에서 열효율이 95.2%이고 같은 난방능력 14kw에서는 89.2%의 열효율을 나타내고 있어 새로 개발된 잠열회수형 급탕난방기는 열효율을 대폭적으로 향상시켰음을 알 수 있다.
 - 이는 기존의 비잠열회수형에 비하여 약 13% 정도의 에너지를 절약하게 되어 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기 한대 당 연간

1069kWh 정도의 에너지절약을 할 수 있게 된다. 운전비에서도 마찬가지로 약 13%의 경비를 절감할 수 있다.

○ 환경적인 문제

- 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 에너지절약을 향상시켜 에너지소비를 감소하기 때문에 CO₂ 배출량을 역시 약 13% 감소시키는 효과가 있다. CO₂ 배출 감소량은 잠열회수형 고효율 급탕난방기 신개발품 한대 당 연간 197kg- CO₂ 정도가 되어 자동차 공회전 시간으로 계산하면 매일 약 16분 동안 공회전 시키는 것에 해당된다.
- 또한 사용하지 않고 있는 대기전기를 저감시키기 위해서 전기절약을 위한 모드를 설치하거나 버너를 개량해서 추가적으로 NO_x를 줄이는 데도 대책을 강구하였다. 포장 시에도 스티로폼을 사용하지 않는 등 환경문제에 각별히 신경을 썼다.

○ 설치에 관한 사항

- 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기에서 잠열을 회수하기 위해서 일차열교환기 외에 첨가되는 이차열교환기로는 자동차에서 사용되고 있는 열교환기를 응용해서 두께가 얇은 “초소형 적층 플레이트 식 기체-액체 열교환기”를 개발하였다. 소형화를 위해서 기존에 뱀의 배 모양으로 된 관을 사용하던 기존의 열교환기에서 층층이 쌓는 적층 타입으로 바꾸었다. 그리고 가공하는데 드는 비용을 고려해서 재질을 기존에 사용하던 티타늄에서 스테인리스로 변경하였다. 이렇게 하여 급탕에 이용되는 이차열교환기의 체적을 기존에 일반적으로 사용되던 열교환기에 비해 체적을 약1/3로 줄일 수 있었다.
- 층층으로 된 적층 타입 구조는 물이 통과하는 플레이트 부분과 배출가스가 통과하는 핀 부분이 겹쳐서 쌓은 모양으로 되어 있다. 물이 통과하는 부분은 방향이 서로 나란하게 평행으로 흐르고 물이 지나가고 있는 플레이트 내부에도 핀을 설치하였으며 핀 형상을 개선해서 물과 배출가스 모두 접촉 면적을 크게 해서 효율을 높였다. 물이 통과하는 부분의 재질로는 부식이 잘 되지 않는 SUS316L을 채택해서 내구성이 강한 것을 사용하였다.
- 이와 같이 하여 비잠열회수형인 기존의 열원기와 동일한 외형의 크기로 잠열회수 형 고효율 급탕난방기를 제작하여 잠열회수가 가능하도록 해서 효율을 높이는데 성공하였다. 외형의 크기가 기존의 비잠열회수 형과 같기 때문에 시설을 설치하는데 기존의 급탕난방기를

설치할 때와 별로 다르지 않다.

○ 개발의 주요 요지

- 잠열을 회수할 때는 배출가스 중에서 수분을 응축하기 때문에 산성의 배수가 발생하게 된다. 이러한 산성배수의 배출을 방지하기 위한 대책은 다음과 같다.
- 이차 열교환기의 물이 통과하고 있는 부위에 SUS316L을 재료로 선택해서 부식하지 않고 잘 견디도록 하였다.
- 잠열을 회수하는 이차열교환기에서 발생하는 배출배수를 중화할 수 있도록 중화기를 응축상태의 유체가 흘러가는 통로에 설치하도록 개선하여 일반적으로 보통 사용할 때 15년 정도는 유지보수 수선 없이 사용할 수 있도록 하였다. 그 외에도 막힌 곳을 발견해 낼 수 있는 기능도 설치하였다.
- 중화기는 pH 2.8인 응축 배출수(Drain)가 들어가서 내부에 탑재된 CaCO_3 을 통과시켜 pH 5.8 이상의 배출수로 조절하여 내보낸다. 또한 이차 열교환기가 추가로 설치되어 압력손실이 증가하면 급탕의 물이 잘 나오지 않게 될 수도 있다. 그러므로 열교환기 내부에 유체가 흘러가는 통로를 적층 플레이트 사이로 평행으로 흐르게 함으로써 압력 손실을 감소 시켰다.

3. 결론

- 잠열회수형 고효율 급탕난방기 개발에서는 여러 가지 기술을 채택하였다. 또한 기존의 비잠열회수형 급탕난방기와 같은 크기의 잠열회수형 고효율 급탕난방기를 제작 개발하여 상용화 하였다.
- 잠열회수형 급탕난방기는 잠열회수 기술을 이용한 고효율 급탕난방기로서 에너지를 절약할 수 있어 CO_2 저감에도 도움이 되기 때문에 환경 문제에도 공헌한다고 할 수 있다.
- 잠열회수는 배출가스 중의 수증기를 물로 응축하여 잠열인 응축열을 회수하는 것이며 기존의 비 잠열회수 형 급탕난방기에서는 배출 가스 온도가 약 200°C 이었으나 새로 개발 된 잠열회수 형 고효율 급탕난방기에서는 배출가스 온도가 약 50°C 정도로 낮추어졌다.

- 기존의 비 잠열회수형 급탕난방기는 열효율이 급탕 시에는 80.7%, 난방 시에는 80.2%이었으나 개발된 잠열회수형 급탕난방기에서는 급탕 시에는 95.2%, 난방시에는 89.2%로 열효율을 상승시켰다.
- 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기의 열효율 상승으로 에너지절약에 의한 CO₂ 배출이 약 13% 정도 감소시키는 효과가 있으며 잠열회수형 급탕난방기 한대 당 연간 197kg- CO₂ 정도의 감소량이 된다.
- 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기에서 잠열회수를 위한 이차 열교환기는 새로운 기술을 도입해서 “초소형 적층 플레이트 식 기체-액체 열교환기”를 개발하여 크기를 소형화하는데 성공하였다.

◁ 전문가 제언 ▷

- ☐ 단독주택 및 집합주택에 설치할 수 있는 고효율 급탕난방기를 잠열회수 기술을 이용하여 잠열회수형 고효율 급탕난방기가 개발되어 상용화되고 있다. 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 배출 가스 중에 들어 있는 수증기를 물로 응축하여 잠열인 응축열을 회수하였기 때문에 기존의 비 잠열 회수 형 급탕난방기보다 사용 열효율이 대단히 높다.
- ☐ 일반적으로 수증기가 포화 온도보다 낮은 고체 표면에 접촉하면 응축하여 액화가 일어나는데 이 때 응축열이 고체 표면에 전달되고 응축열은 응축 열전달 계수에 면적과 온도차의 곱이 된다. 응축 잠열은 비등 잠열의 역으로 작은 온도차로도 다량의 열이 이동하고 응축 열전달 계수도 대단히 크다. 산업에서 응축 열전달은 스팀을 이용한 증류탑의 가열이나 역으로 콘덴서를 이용한 액화 등에 이용된다.
- ☐ 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 이차 열교환기를 이용하여 잠열을 회수하였기 때문에 배출가스의 외부 방출온도가 기존의 비 잠열 회수 형 급탕난방기는 약 200℃ 정도였으나 잠열 회수 형 고효율 급탕난방기는 약 50℃로 낮추어 배출시키고 있다. 또한 열효율 면에서도 비잠열회수형 급탕난방기가 급탕할 때나 난방 할 때 모두 약 80% 정도이었지만 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 급탕 시에는 약 95% 정도, 난방시에는 약 89%의 열효율을 보이고 있어 열효율을 크게 향상시켰음을 알 수 있다.
- ☐ 열효율 향상은 에너지 사용을 절약할 수 있어 에너지 소비를 감소시키며, 이것은 CO₂ 배출량을 감소시키는 효과가 있다. 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 기존의 비잠열회수형 급탕난방기보다 한대당 CO₂ 배출 감소량이 연간 197kg- CO₂ 정도가 되는 것으로 산출되었다.
- ☐ 일본에서 새로 개발된 잠열회수형 고효율 급탕난방기는 국가에서 “주택 건축물 고효율 에너지시스템 도입촉진 사업비 보조금”의 대상 기기로 지정되어 향후 에너지 절약형 급탕난방기로 크게 보급될 것으로 사료된다.