

廢가스로부터 무공해열을 회수하는 기술개발

단일공정으로 SOx, NOx등 산성가스 동시제거 가능

한국에너지기술연구소 · 대우엔지니어링 공동으로 개발

한국에너지기술연구소(所長 崔壽鉉) 산업에너지연구부의 김재설(金在尙)박사팀은 대우엔지니어링(社長 南正鉉)과 공동으로 연소(燃燒) 배출(排出)가스로부터 산성(酸性)가스제거 및 폐열회수(廢熱回收)를 위한 Microwave응용 시스템을 개발했다.

이는 단일공정으로 SOx, NOx 등의 산성가스를 동시에 제거하고, 중급의 석탄계 흡착제 및 유향 등을 부산물로 얻을 수 있는 등 매우 획기적인 기술이라 할 수 있다.

연료 연소기로부터 배출되는 산성가스(SOx, NOx)는 환경적으로 유해하기 때문에 이를 제거해야 하는데, 기존의 습식 및 촉매사용법 등 보다 더욱 경제적이고 2차적 오염을 일으키지 않는 기술 개발이 필요하고, 또한 배출되는 가스로부터 현열을 회수하기 위한 기술로서는 산성가스 응축온도범위내 부식에 강한 신소재 열교환기 개발과 저온 폐열을 회수하기 위해 전열성을 높이는 기술개발도 동시에 요구되고 있는데 이를 해결하기 위해 연구팀에서 개발한 주요 기술내용은 다음과 같다.

산성가스(SOx, NOx) 제거공정 개발

산성가스 제거용 PDU(Process Demonstration Unit)는 [그림 1]에 보여주는 바와 같

이 이동층 공정으로 설계 제작되었다. 1500 ℓ/min의 보일러 연소가스중에는 SOx 및 NOx가 각각 300ppm과 150ppm을 함유하고 있으며, 폐가스 온도는 250℃를 유지하고 있다.

이 가스는 신소재(teflon)로 만들어진 내식성 열교환기에 의해 150℃ 정도로 온도를 낮춘 다음 흡착탑으로 도입된다. 여기에서 대부분의 SOx가스와 일부 NOx가스가 흡착되어 Char와 함께 분해반응부로 도입된다. 일부 흡착되지 않은 NOx가스는 제2의 분해반응탑에서 직접 분해된다.

고정층실험 결과에 의하면 NOx는 microwave에 의해 거의 완전한 분해가 이루어지며, SOx의 경우 char에 대부분이 흡착되므로 이러한 공정을 거친 배출가스는 산성가스가 거의 제거된 상태가 된다. 여기서 배출되는 청정가스는 약 120℃의 온도를 유지하는데, 이는 물유동층 저온회수용 열교환기에 의해 열이 회수되고 50℃로 낮추어져 대기중에 방출된다.

산성가스 분해로 발생하는 가스는 CO₂, N₂, S 등인데, 여기서 S는 수조를 통과시키므로서 회수하여 산업원료로 활용할 수 있다. 또한 분해공장에서 char-산성가스간의 열화학반응에 의해 char내 기공이 발달하고 비표면적이 확대되어 흡착제로서의 성능이 향상되는 잇점이 있다.

신소재 열교환기 개발

신소재열교환기는 산성가스를 함유한 연소 배기가스로부터 열을 회수하기 위해 개발되었다. 산성가스는 일반적으로 130℃ 부근에서 응축되어 산성용액을 형성하는데, 이로부터 전열관을 보호하기 위해 전열성이 뛰어난 고분자 물질인 teflon으로 코팅한다. 이렇게 제작된 열교환기는 일부 산성가스를 제거할 수 있는 기능을 갖게 된다.

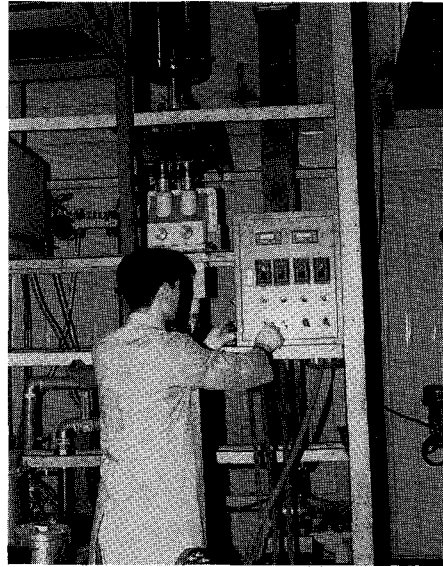
물유동층 열교환기 개발

저온폐열을 회수하기 위해 가장 필요한 것은 전열성 증대기술이다. 이를 위해 개발한 장치가 물유동층 열교환기이다.

물유동층이란 전열관의 배기가스 통로 하부에 다공판을 설치하여 그들 사이에 물을 공급함으로써 배기가스가 다공판을 통과하면서 유동층을 형성하게 만드는 것이다. 이는 직접접촉방식으로 배기가스에 함유된 다량의 잠열 및 현열을 회수할 수 있기 때문에 저온의 폐열을 회수하기에 적합하며, 설치면적도 크게 줄어드는 장점이 있다.

일반 목욕탕의 1ton/hr 가스보일러에 설치하여 운용하고 있는 경우를 살펴볼 때 120℃의 배가스와 27℃의 급탕수가 공급되어 1일 16시간 가동하였을 경우 약 320,000Kcal/day의 에너지를 회수할 수 있었다.

이를 도시가스량으로 환산하면 약 30m³정도가 되는데, 열교환기 설치비를 600만원으로 할 경우 연간 160,000m³의 가스를 사용하는 이 목욕탕의 경우 투자회수기간은 약 2년정도가 된다. 일반적으로 배출되고 있는 보일러배가스 온도는 그 보다 훨씬 높은 데, 온도가 높



폐가스 처리 PDU Flow Diagram

을수록 회수되는 열량은 많을 것으로 물유동층 열교환기의 효용성은 증대될 것이다.

이 기술의 개발에 따라 앞으로 기대되는 효과로는 일반적으로 폐기되고 있는 250℃ 미만의 폐열 회수공정 개발로 저온 폐열을 회수 이용가능(투자회수기간 2년 미만)하고, 산업체 보일러, 소각로, 발전소 등의 연소배가스로부터 산성가스 90%이상 제거로 환경오염 방지와 함께 부생 황성탄 및 유황 등의 자원화가 가능하여 환경오염 저감 외에도 부수적 효과가 기대되고 있다.

또한 분해된 산성가스의 전환 및 고정화를 위한 물질로서 값싼 석탄계 가스(可燒)물질인 Calcined Char를 사용하는데, 이는 반응이 진행될수록 흡착성이 증대되며, 나아가 이를 국산 무연탄으로 대체하는 것도 가능하므로 침체된 석탄산업의 활성화에도 기여할 것으로 예견되고 있다. ☞