

배기가스 중 질소산화물 제거를 위한 저온탈질시스템 KoNOx

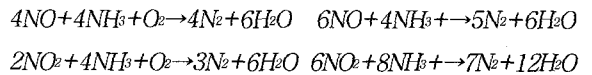
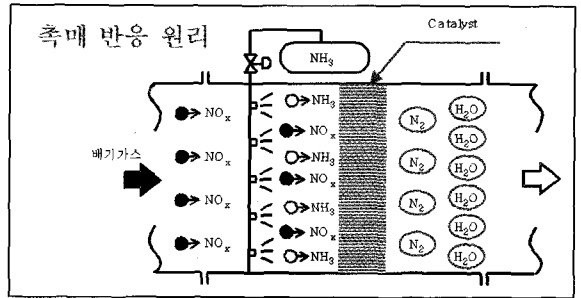
환경신기술지정 제41호, 산업자원부 한국신기술인증 제2003-015호, 발명특허 제0275301호 외 3건

한국전력기술(주) | <http://www.kopec.co.kr>

1. 기술현황

기술명	LOW TEMPERATURE SCR PROCESS (KoNOx)
기술분야	대기분야
기술적용분야	LNG 복합화력발전소, 석유석탄화력발전소, 화학산업플랜트, 소각시설의 질소산화물 처리

〈삽도1〉 촉매 반응 원리



2. 기술의 개요 및 원리

가. 저온탈질시스템 KoNOx의 개요

본 저온탈질시스템 KoNOx는 TiO₂/Mn계 금속산화물로 압출 성형 제조된 촉매를 다단으로 장착하여 배기가스 온도 170~300℃의 운전조건에서 선택적 촉매 환원반응에 의해 배기가스 중 일산화질소, 이산화질소(가시매연) 및 기타 질소산화물을 저감시키는 기술이다.

나. 기술원리

저온탈질시스템 KoNOx는 연소 과정에서 발생하는 배기가스 중의 질소산화물을 저온촉매의 존재하에 환원제인 암모니아를 사용하여 선택적 촉매 환원반응(SCR, Selective Catalytic Reduction)시켜 제거하는 기술이다.

일반적인 SCR 촉매의 반응온도가 350℃ 전후인데 비해 KoNOx 시스템에서 사용하는 촉매는 발명특허 제0275301호(천연망간광석을 이용한 질소산화물제거방법)와 산업자원부 한국신기술인증 제2003-015호(LNG 보일러 배출가스 중 질소산화물 제거를 위한 저온용 TiO₂/Mn계 촉매)에 의해 제조된 Honeycomb 압출 성형 제품으로서 반응온도가 170~300℃인 저온 촉매이다.

3. 기술의 내용

가. 저온탈질 KoNOx 촉매의 제조

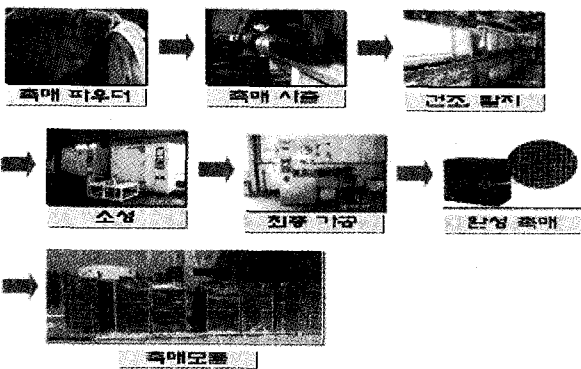
일반적인 SCR 설비에서 사용하는 촉매는 티타늄(Ti), 바나듐(V), 백금(Pt) 등 희귀 금속을 주원료로 하여 고가이며, 주로 350℃ 내외에서 선택적 촉매 환원반응을 일으키는 것

으로 알려져 있다. 그러나 본 저온탈질시스템 KoNOx는 TiO₂와 저온에서 촉매로서의 활성이 우수한 천연망간광석(NMO, Natural Manganese Ore)을 원료로 하고 있기 때문에 촉매 제조 가격이 저렴하고 일반 촉매에 비해 저온영역인 170~300°C에서도 질소산화물 제거성능이 우수하다는 장점을 가지고 있다. 일반 SCR의 고온촉매는 배기가스의 온도가 350°C 부근에서 촉매 성능을 나타내므로 복합화력발전소의 경우, 배출되는 연소가스를 재가열 해야 하는 설비를 필요로 하고 이에 따른 추가 연료 사용 등의 운영 경비가 소요된다.

그러나 KoNOx 촉매는 촉매활성 온도가 낮고 범위가 넓어 연소가스 재가열 공정이 필요하지 않으므로 기존의 질소산화물 배출 시설의 개조범위가 최소화된다.

따라서, 건설비, 운영비를 크게 절감할 수 있고 본 설비 초기 가동시에 발생하는 다량의 NO₂에 의한 가시매연을 효과적으로 제거할 수 있다. KoNOx 촉매의 생산 공정은 다음과 같다.

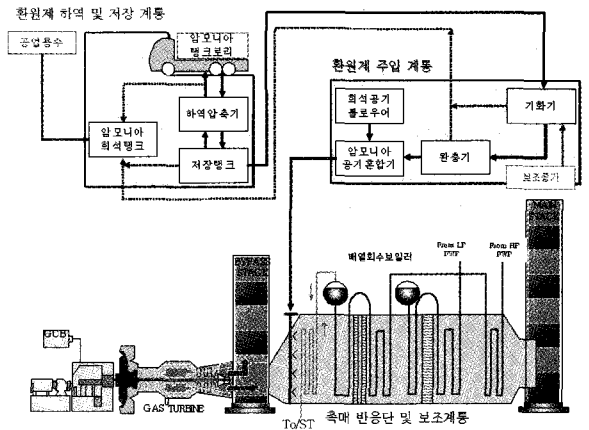
〈사진 1〉 KoNOx 촉매 생산 공정



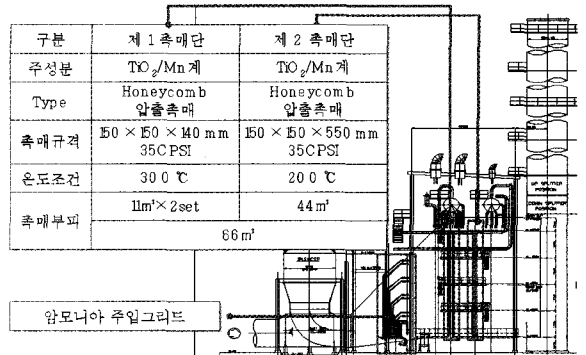
나. 저온탈질시스템 KoNOx

분당복합화력발전소 6호기 배열회수보일러에 설치된 상용규모 저온탈질시스템 KoNOx의 공정도와 배열회수보일러 내에 다단으로 장착된 촉매 반응단의 위치 및 온도조건은 다음과 같다.

〈삽도 2〉 분당복합화력발전소 6호기 상용 KoNOx 공정도

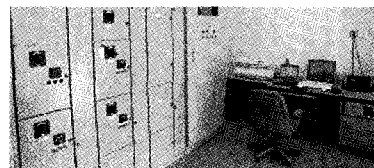


〈삽도 3〉 저온탈질촉매반응단의 위치 및 온도조건



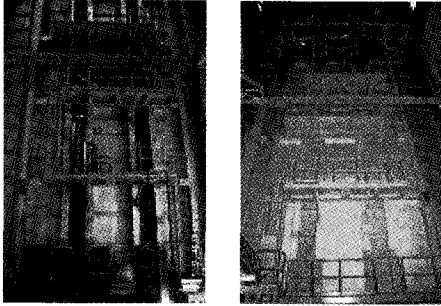
〈사진 2〉 상용저온탈질시설

- 환원제 저장 및 공급시설 / 전기 및 제어실

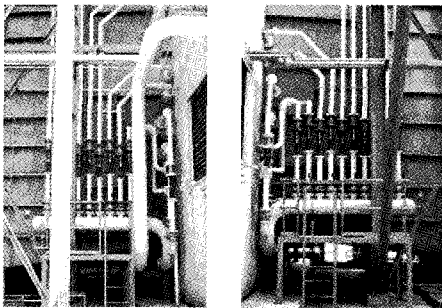


【신제품 · 신기술】

〈사진3〉 분당복합화력발전소에 설치된 상용 저온탈질시설
- 촉매 모듈 장착 과정 및 완료 후의 배열회수보일러 외관



〈사진4〉 분당복합화력발전소에 설치된 상용 저온탈질시설
- 암모니아 주입그리드 좌, 우



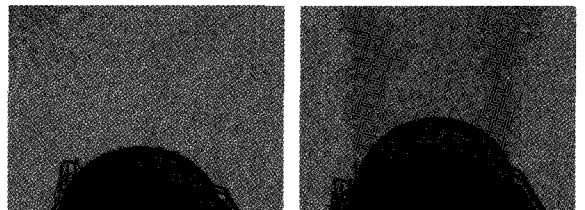
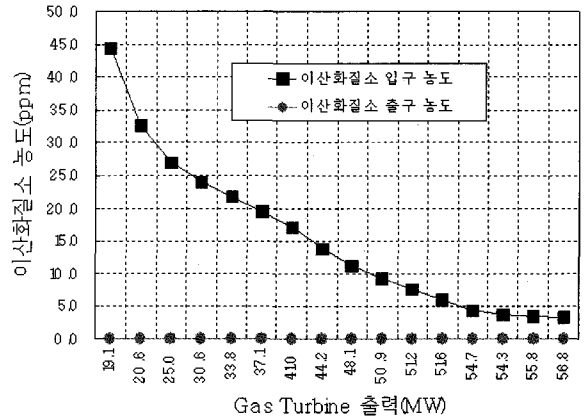
4. 저온탈질시스템 KoNOx의 성능

경기도 성남시 분당구에 위치한 분당복합화력발전소 제6호기 배열회수보일러에 설치된 상용 저온탈질시스템 KoNOx의 성능을 가스터빈 가동시에 발생하는 이산화질소에 의한 가시매연 제거와 정상운전시의 질소산화물 저감에 대한 종합적인 설계조건 및 결과는 다음과 같다.

배기가스량	800,000Nm ³ /hr	
촉매 설치량	66m ³ (1단 22m ³ , 2단 44m ³)	
공간속도	12,100hr ⁻¹	
Data 취득시간	가시매연제거성능	30분
	질소산화물저감성능	2시간 20분

가. 가시매연제거성능

분당복합화력발전소 제6호기 가스터빈 가동 초기에 배열회수보일러 입구에서 측정된 이산화질소의 농도가 최대 44.4ppm에 이르러 가시매연이 발생할 수 있는 상황(일반적으로 이산화질소의 농도가 15ppm 이상에서 가시매연이 관찰됨)이었으나 저온탈질시스템 KoNOx를 가동함으로써, 배열회수보일러 출구에서는 이산화질소가 검출되지 않았으며 연돌의 가시매연은 관측되지 않았다.

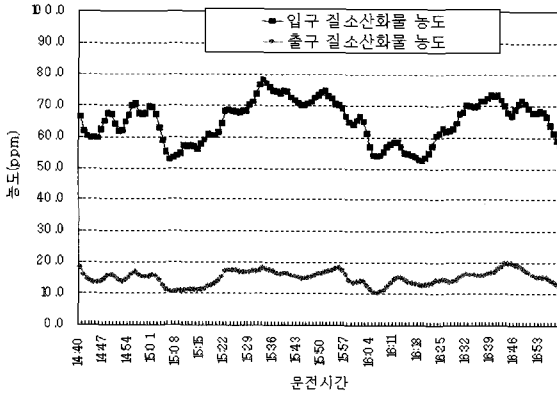


KoNOx 가동시

KoNOx 미가동시

나. 질소산화물 저감성능

2005년 1월 1일부터 적용되는 대기환경보전법 배출가스 허용기준에 의거, 분당복합화력발전소의 질소산화물 배출기준은 현재 500ppm(13% O₂기준)에서 150ppm(13% O₂기준)으로 강화될 예정이며, 오염물질의 총량규제를 근간으로 하는 수도권대기환경개선에 관한 특별법에 대비하여



성능시험일시	2003. 10. 8
배기가스유량(Nm ³ /hr)	790,147.0
제1촉매단 온도(°C)	305.0
제2촉매단 온도(°C)	219.0
입구일산화질소(ppm)	58.7
입구이산화질소(ppm)	6.5
입구질소산화물(ppm)	65.1
출구질소산화물(ppm)	15.1
질소산화물제거성능(%)	76.9

기체농도는 13% O₂ 기준임.

질소산화물의 저감이 시급한 실정이다. 이에 저온탈질시스템 KoNOx가 설치된 분당복합화력발전소 6호기 가스터빈은 설비의 개선과 연소 개선을 통해 질소산화물 발생량이 감소하여 평균 60~75ppm 정도로 유지되고 있는 상태이므로 현재 질소산화물 배출상태와 배출허용기준을 감안하여 KoNOx 촉매 설치량은 당초 설계기준에 비해 24m²가 적은 66m²만을 장착하였다. 그러나 종합성능시험결과 위의 표에서 보는 바와 같이 입구 질소산화물 농도 65.1ppm에 대하여 15.1ppm이 연동을 통해 배출되어 76.9%의 높은 질소산화물 제거효율을 나타내었다. 당초 계획에 따라 촉매를 전량 설치할 경우, 질소산화물 제거효율은 85% 이상으

로 예상된다.

5. KoNOx 촉매 적용 실적

시설명	용량	시설소재지	가동기간	시설구분	처리대상
서울화력 제5호기	145Nm ³ /h	서울 마포구	2000. 5 ~ 2001. 2	Pilot	질소산화물
분당복합화력 제2호기	180Nm ³ /h	성남시 분당구	2001. 8 ~ 2002. 5	Pilot	질소산화물
분당복합화력 제6호기	180Nm ³ /h	성남시 분당구	2002. 6 ~ 2002. 9	Pilot	질소산화물
분당복합화력 제6호기	960,000Nm ³ /h	성남시 분당구	2003. 2 ~	상용	질소산화물

6. 특허 및 인증현황

구분	특허명
미국 특허	· Method for Removing Nitrogen Oxides Using Natural Manganese Ores
중국 특허	· Method for Removing Nitrogen Oxides Using Natural Manganese Ores
국내 특허	· 천연망간광석을 이용한 질소산화물의 제거 방법 · 이산화황을 포함하고 있는 배출가스 중의 질소산화물을 저온에서 제거하기 위한 선택적 산화환원촉매 · 배출가스 내의 다이옥신 및 질소산화물 제거용 저온촉매 및 이를 이용한 연소배출가스의 처리방법 · 배출가스 내 다이옥신 배출 제어용 산화촉매, 이의 제조 방법 및 용도
신기술인증	· LNG 보일러 배출가스 중 질소산화물 제거를 위한 저온용 TiO ₂ /Mn계 촉매 (산업자원부) · 망간계 금속산화물이 코팅된 촉매를 이용한 LNG 열병합발전소의 배출가스 탈질기술 (환경부)

