

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ B01D 53/34	(45) 공고일자 1997년06월25일	(11) 공고번호 특1997-0010329
(21) 출원번호 특1993-0000160	(24) 등록일자 1997년06월25일	(65) 공개번호 특1993-0016137
(22) 출원일자 1993년01월08일	(43) 공개일자 1993년08월26일	
(30) 우선권주장 7/819,248 1992년01월10일 미국(US)		
(73) 특허권자 더 뱁콕 앤드 윌콕스 컴퍼니	로버트 제이. 에드워즈	
(72) 발명자 미합중국 70160 루이지애나 뉴올리안즈 피 오 박스 60035 커몬스트리트 1010 제롤드 토마스 앙레인		
	미합중국 44641 오하이오 루즈빌 오팔 애비뉴 1966 스텔리 존 베치	
	미합중국 44601 오하이오 이스톤 스트리트 엔 이 13077 존 마틴 레클리	
(74) 대리인 김윤배, 이범일	미합중국 44601 오하이오 얼라이언스 페드럴 애비뉴 1870	

심사관 : 임창수 (책자공보 제5084호)

(54) 화로의 배기물에서 엔오엑스와 에스오엑스의 제거를 동시에 개선시키는 방법 및 장치

요약

내용없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

화로의 배기물에서 NO_x와 SO_x의 제거를 동시에 개선시키는 방법 및 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 방법을 실시하는데 사용되는 시스템을 나타낸 개략도이다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 화로와 연소후 방출조절기술에 관한 것으로서, 특히 SO_x와 NO_x 모두를 동시에 감소시키기 위한 새롭고 유용한 방법 및 장치에 관한 것이다.

선택적 비촉매성 감소(SNCR)는 연소대역의 하류로 화로에 암모니아를 주입시켜서 NO_x를 조절하는 기술로 잘 알려져 있다.

석회석주입 건조세척(LIDS)은 석회석이나 다른 흡수제를 연소대역의 하류로 화로에 주입시키고, 화로 시스템의 출구에 설치되어 있는 건조 세척탑 시스템으로 칼슘을 기본으로 하는 흡수제를 주입시켜서 SO_x를 감소시키는 기술로 잘 알려져 있다. 오늘날까지, 이 두 기술은 전혀 조합된 적이 없으며, 이들의 조합으로 인한 잇점에 대해 전혀 게재되어가 제안된 바가 없었다.

본 발명의 목적은 제1주입대역에 칼슘을 기본으로 하는 흡수제를 충분한 양으로 주입하여 연소대역에서 발생된 적어도 SO_x 일부를 흡수하는 단계와, 제2주입대역에 암모니아를 충분한 양으로 주입하여 연소대역에서 발생된 적어도 NO_x 50%와 반응시켜서 감소시키고, 가스와 입자를 포함하는 배기물을 생성시키는 단계와, 상기 배기물을 건조 세척탑에 공급하여 배기물에 있는 미반응된 암모니아를 미흡수된 SO_x와 반응시키는 단계와, 상기 건조 세척탑으로부터의 출력물을 입자 포집기로 공급하여 가스에서 입자를 분리시키는 단계로 이루어진 연소대역, 약 1093.3℃ 내지 1315.6℃의 제1주입대역과 약 871.1℃ 내지 1093.3℃의 제2주입대역을 갖는 화로의 배기물에서 NO_x와 SO_x를 동시에 제거하기 위한 방법을 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 입자의 일부를 슬러리 탱크로 재순환시켜서 미사용된 칼슘을 함유하는 흡수제를 물과 혼합시키고, 건조 세척탑으로 반송시켜서 미흡수된 SO_x를 보다 많이 제거하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 입자 포집기에서 제거된 입자에 물을 첨가하여 암모니아를 재생시키고, 재생된

암모니아를 건조 세척탑이나 화로로 반응시키는데 있다.

본 발명에서 특징으로 하는 새로운 각종 특징은 이러한 개시의 일부를 형성하고 여기에 첨부된 특허청구의 범위에서 특히 지적하고 있다. 본 발명의 이해를 돕기 위해 작동 잇점과 특정한 목적은 이를 사용함으로써 달성되며, 참고로 본 발명의 바람직한 구현예를 예시하기 위해 첨부하는 도면에 의거 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 방법은 잠정적으로 저렴한 비용과 효율적으로 NO_x/SO_x 를 동시에 제거하는 방법을 제공하기위한 것으로서, 보일러 가열사이클의 효율을 개선시키게 된다. 이러한 저렴한 비용, 낮은 위험성, 효율적인 NO_x/SO_x 시스템은 1990년 11월의 Clean Air Act로 통과된 오염조절기준에 일치해야만 유용한 것으로 관심을 갖게 될 것이다.

이 방법은 선택적 비촉매성 감소(SNCR)과 석회석주입 건조세탁(LIDS)의 기술을 조합한 것이다. 그 결과, 예측할 수 없는 상호작용을 통해 각각의 기술상의 문제를 해결할 수 있는 새롭고 우수한 방법이 얻어졌다. 이 방법은 NH_3/NO_x 의 몰비율이 1에 가깝고, Ca/S 의 몰비율이 1과 1.5 사이인 화로에서 NO_x 를 50%이상 감소시키고, SO_2 를 95% 감소시킬 수 있어야 한다. 또한 보일러 가열사이클의 효율을 1.5%만큼 개선시킬 수 있게 된다.

본 발명의 방법이 제1도에 개략적으로 나타나 있다. 전체 화학반응은 표 1에 기재되어 있다. 이 도면과 표와 관련하여, SNCR과 LIDS의 단독공정에 대해 간단히 설명하고, 이어서, 조합공정에 대해 설명하기로 한다.

SNCR 시스템은 NO_x 를 조절하게 되고, 화로(10)의 상부대역(12)으로 부호 14를 통해 암모니아(NH_3)나 어떤 암모니아 전구물질이 주입되는 것을 포함하고 있다. 이것은 표 1에서 반응식(I)를 발생시킨다. NO_x 를 감소시키기 위한 최적 온도는 982.2°C 이다. 만일 이보다 높은 온도에서 주입을 하면, 암모니아가 NO_x 로 분해되어 NO_x 감소가 SNCR의 목적이므로 바람직스럽지 못하다. 반대로 너무 낮은 온도로 주입을 하면, 암모니아 슬립(slip)이 증가하게 된다. 암모니아 슬립은 SNCR 공정에서 원하는 것이 아니다. 그 이유는 이것이 황산수소암모늄(NH_4HSO_4)의 형성을 유도하기 때문이다(반응식 IV). 황산수소암모늄은 부식성이 매우 강하며, 대부분의 공기 가열기(17)에서 볼 수 있는 바와 같이, 176.7°C 보다 낮은 온도에서 응축되는 것으로 알려져 있다. 황산수소암모늄의 형성은 SO_3 농도를 감소시키거나 암모니아를 과잉되게 함으로써 조절할 수 있다. 암모니아를 과잉되게 하면 공기 가열기를 오염시키지 않는 황산암모늄[(NH_4) SO_4] 형성에 유리하다(반응식 V). SNCR 공정에서 암모니아 슬립의 다른 해로운 효과는 냄새문제와 퇴적물에서 하얀재를 야기한다고 보고되고 있다.

[표 1]

[중요한 화학반응]

화로(바람직한 경우) $871.1^\circ\text{C} \sim 1204.4^\circ\text{C}$	
$4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	(I)
가열	
$\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2$	(II)
가열	
$\text{CaCO}_3 + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2$	(III)
공기 가열기 $<176.7^\circ\text{C}$	
$\text{NH}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4$ (바람직하지 못함)	(IV)
황산수소암모늄	
$2\text{NH}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (바람직함)	(V)
황산암모늄	
건조 세척탑(바람직한 경우) $<148.9^\circ\text{C}$	
$2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$	(VI)
또는, 황산암모늄	
$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_3$	(VII)
황산수소암모늄	
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	(VIII)
황산칼슘	
백하우스(바람직한 경우) $\sim 60^\circ\text{C}$	
반응식(VI), (VII), (VIII)을 볼 것.	
암모니아 재생(바람직한 경우) 앰비언트(ambient)	
알칼리 용액에서,	
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{HSO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{NH}_3(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	(IX)
황산수소암모늄	
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + 2\text{NH}_3(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	(X)
황산암모늄	

LIDS는 SO 조절기술이다. 이것은 부호 16을 통해 석회석(CaCO)을 화로에 주입하고, 부호 18에서 건조 세척하는 것을 포함한다. SO의 제거는 전체 효율을 높이기 위해서 두 단계에서 일어난다(반응식 II, III, VIII). 석회석을 주입하기 위한 최적의 온도는 화로(10)의 상부대역(20)이 약 1,204.4℃일때이다. 주입온도가 더 높을 경우에는, 연소가 일어나지 않아 흡수제의 반응성이 감소하게 된다. 주입온도가 낮을 경우에는 소성이 억제되어 역시 흡수제의 반응성이 떨어지게 된다. LIDS의 주된 특징중의 하나는 화로를 떠나는 미반응된 흡수제의 일부가 탱크(28)에서 슬러리화 될 수 있다는 것이다. 특히 백하우스(baghouse)를 사용하면, SO의 제거가 입자조절장치(24)에서 추가로 일어나게 된다.

이들의 조합공정(이하, A-LIDS라 칭함)은 부호 16을 통해 상부화로로 건조 석회석을 주입하는 것부터 시작되며, Ca/S의 화학양론적 비율은 약 1 내지 1.5이다. 화로에서 과잉의 칼슘은 SO는 물론 SO도 흡수하여(반응식 II, III), 공기 가열기에서 황산수소암모늄의 형성을 방해하고, 산 이슬점을 낮추게 된다. 미반응된 칼슘은 시스템을 통과해서 입자 포집기(24)로 간다. 여기서, 일부는 부호 26으로 재순환되어 탱크(28)에서 건조 세척탑(18)을 위한 슬러리를 만든다. 건조 세척탑과 입자 포집기에서 추가로 SO가 제거되어 제거효율과 흡수제 이용율을 증가시킨다(반응식 VIII).

화로에 석회석의 주입에 이어서 부호 14를 통해 NO를 조절하기 위해 과잉의 암모니아를 부가한다(반응식 I). A-LIDS 공정에 암모니아를 주입하기 위한 최선의 온도는 NO로 분해되는 것을 방지하는 SNCR 공정의 최적온도보다 약간 낮을 것이다. 화로에서 과잉의 암모니아는 NO 제거를 증가시키고, 황산암모늄[(NH)SO] 형성에 유리하므로 황산수소암모늄의 형성이 억제된다(반응식 V).

미반응된 암모니아는 시스템을 통과하여 건조 세척탑(18)이나 이와 유사한 시스템으로 가게 된다. 여기서 두 기술을 조합한 잇점이 실현되게 된다. 암모니아가 정량적으로 SO와 반응을 하여 전체 제거효율이 증가함을 실험결과 알 수 있다(반응식VI, VII). 이 반응은 SO가 남아 있는 한 거의 100%에 가깝게 극히 높은 암모니아 이용율을 나타내게 된다. 따라서, SO의 제거가 높은 수준으로 달성될 수 있으므로 인해 되직물에서 암모니아의 방출은 없게 된다.

암모니아 재생실(30)에서 애쉬(ash)를 부호 32에서 소량의 물과 혼합시켜 하우스애쉬로부터 암모니아를 회수할 수 있다. 알칼리 조건하에서, 암모니아 가스를 방출하는 암모늄염의 암모니아가 칼슘으로 대체된다(반응식 IX, X). 이 시스템은 암모니아를 부호 34를 통해서 세척탑이나, 부호 36을 통해서 흡수제의 이용율을 더 개선시키기 위해 화로로 재순환시키게 된다.

다음에, SNCR과 LIDS에서 나타난 문제와 이 기술을 조합함으로써 상기 문제를 해소시키는 방법에 대해 기재하고자 한다. 또한, 다른 비자명한 잇점도 포함되어 있다.

[SNCR-NO 제거]

석탄의 연소는 산성비의 전구물질로 판명된 질소산화물을 생성하는 것으로 알려져 있다. 공공사업들은 NO 방출을 조절하여야만 하고, 엄격한 NO 방출제한에 어긋나는데 데에 벌칙이 부과되어야 한다.

약 982.2℃의 화로에 암모니아 또는 암모니아 전구물질을 주입하면, NO 방출을 50% 감소시킨다고 알려져 있다. 그러나, SNCR은 공기 가열기를 오염시키는 황산수소암모늄의 형성과 악취와 현재의 원인인 암모니아 슬립 등의 몇가지 문제점을 갖고 있다. SNCR과 LIDS를 조합시킴으로써 해서 이하에 기재한 바와 같이 SNCR의 문제는 제거될 수 있고, NO 감소효율을 고농도의 암모니아주입에 의해 증가시킬 수 있다.

[황산수소암모늄 생성 및 응축에 의한 SNCR-공기 가열기 오염]

황산수소암모늄은 NH 대 SO의 상대적 비율이 1에 가깝거나 그 이하일 때 SNCR 공정이 10℃ 이하일때, 형성되는 것으로 알려져 있다(반응식 IV). 만일, 이 비율을 1 이상으로 유지할 수 있다면 즉, 암모늄 농도를 증가시키거나 SO 농도를 감소시킴으로 인하여 상기 반응은 황산암모늄의 생성에 유리하게 된다(반응식 V). 황산암모늄은 공기 가열기 표면을 오염시키지 않는다.

암모니아가 나중에 SO 제거과정에서 필요하기 때문에, 화로에 과량의 암모니아 주입도 A-LIDS의 구성부분이다. 982.2℃에서 과량의 암모니아를 주입하는데 대한 비자명한 특징은 황산수소의 생성가능성을 감소시키는 반면 화로에서 NO를 증가시킨다는 것이다. 이 기술에 대해서는 NO 감소가 50% 이상으로 기대된다. 화로에 주입된 칼슘을 기본으로 하는 흡수제는 대부분의 SO를 흡수하기 때문에 황산수소암모늄의 생성가능성은 더욱 감소하게 된다.

[SNCR-암모니아 이용 및 슬립]

암모니아 슬립은 악취, 현재재생 및 황산수소생성에 대한 위협때문에 SNCR에 주의를 기울이는 공공사업에서 대단한 관심거리이다. 현재 사용되는 방법으로는 슬립을 방지하기 위해 1 이하의 NH/NO비율로 SNCR 시스템을 작동하거나 최대값 이상의 온도에서 주입하여 과량의 암모니아를 NO로 분해되도록 하는 것이다. 두 방법 모두 시스템의 효율을 떨어뜨리고 실제 NO감소능을 약 50% 정도로 제한한다. SNCR과 LIDS의 조합은 SNCR의 최대 단점을 중요한 장점으로 전환시킨다. A-LIDS는 세척단계에서 암모니아를 필요한데, 그럼으로 해서 최대온도 근처의 화로에 과량의 암모니아를 주입한다. 화로중의 과량의 암모니아는 NO 감소와 암모니아의 이용률을 증가시키고 황산수소 생성가능성을 감소시킨다.

[SNCR-복합 주입 시스템]

근래의 SNCR 주입 시스템은 복잡한 다단계의 고에너지주입 노즐과 적재량에 따라 보일러에서 적절한 단계에 인헌서를 함유하는 다양한 농도의 암모니아 용액의 정확한 양을 주입하도록 고안된 이용가능한 단기의 잔류시간내에 암모니아 슬립을 방지하고 NO 감소를 극대화하기 위한 계량시스템으로 이루어져 있다. 이 시스템은 고가이며 많은 양의 미세한 튜닝이 필요하다.

암모니아는 후에 SO 제거과정에서 필요하기 때문에 화로에 과량의 암모니아를 주입하는 것은 A-LIDS의 구성부분이다. 이것은 암모니아주입 시스템을 간소화한 것으로, 과량의 암모니아를 주입하는 것이 정확한 양을 주입하는 것보다 용이하기 때문이다. 또한, 암모니아유속이 증가할수록 제트투과와 연도가스혼합을 증가시키는 제트운동량은 더욱 증가된다. 계획된 결과는 단기 잔류시간에서 NO 제거와 암모니아 이용율을

증가시켰다.

고수준의 SO의 제거를 유지하기 위해 전형적인 제어체계를 칼슘이용율을 최대화하고 충분한 암모니아만을 사용하는 것에 기초할 수 있다. 몇개의 요인이 이러한 유형의 제어체계를 명명한다. 먼저, 암모니아는 두개의 시료중 더 고가이므로 절약하여 사용하여야 한다.

다음으로, 칼슘이용율은 일반적으로 60% 이하이므로 칼슘이용율을 최대화하는 조건(예를 들면, 낮은 세척탑입구온도, 높은 슬러리고체등)에서 시스템을 작동하는 것이 중요하다. 끝으로, 암모니아의 이용율은 항상 거의 100%이므로 가능한 한 적게 사용하는 것이 최선이다.

이러한 유형의 제어체계는 시료에 대한 비용을 최저로 보장한다. 이것은 모든 시스템을 알려진 조건에서 칼슘이용율이 최대가 되도록 작동시키고 화로의 암모니아 유출량을 SO제거가 95%를 유지하도록 조절하므로 해서 이루어질 수 있다. 임의로 연통에서의 암모니아를 관찰하여 공급속도를 조절하여야 할 것이다.

[LIDS-SO 제거]

석탄의 연소는 산성비의 전구물질로 판명된 황산화물을 생성하는 것으로 알려져 있다. 공공사업의 SO 배출을 억제하여야만 하고 엄격한 SO 배출제한에 어긋나는데 대해 벌칙이 부과되어야 한다.

LIDS 방법은 1.8MW 견본설비로 제시되었다. Ca/S의 비율이 2인 화로중의 황함량이 높은 석탄과 포화온도(T) -6.7°C인 세척탑입구, 특별한 제어에 백하우스를 사용하여 SO가 90% 이상 제거되는 결과를 나타냈다.

LIDS와 SNCR를 결합하는 것은 세척탑에서 발생하는 NH-SO 반응(반응식 VI, VII) 때문에 SO제거효율은 95% 이상 증가시키고 칼슘 이용율은 60% 이상 증가시켰다(반응식 IX, X).

[LIDS-세척탑 표면의 고체침전]

건(乾)세척탑 시스템의 디자인과 작동에 있어서 가장 어려운 점은 내부세척탑 표면에 고체침전을 억제하고 취급하는 것이다. 침전은 물 또는 슬러리방울이 증발이 완료되기 전에 세척탑 표면에 충돌할 때 생긴다. 침전은 고수준의 SO 제거를 위해 필요한 낮은 포화온도로의 접근을 크게 악화시킨다.

유입구가스유량이나 온도분포의 불량, 재순환부위, 불량한 분무화, 불충분한 지속시간, 직접적인 제트밀착 및 제트스프레이분배장해등의 많은 침전원인들이 있다. B W사의 초기 건세척탑은 4.4°C Tas에서 안정하게 작용시킬 수 있다. 최근의 B W 제품은 -6.7 내지 -1.1°C T에서 안정하게 작동되나 사용자들에게 위험한 것으로 인식되고 있다.

최근의 시험에서는 건세척탑 앞쪽에 암모니아의 첨가가 T가 높고 화로의 Ca/S 비율이 낮을 때 SO제거효율을 90 내지 95%로 유지하기 위해 사용될 수 있는 것으로 나타났다. 전형적인 견본 LIDS 데이터는 화로의 공칭 Ca/S가 2이고 -6.7°C T에서 90%의 SO제거를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 세척탑의 NH/S비가 0.4이고 화로의 Ca/S비가 2일 때 암모니아 첨가의 예비데이터는 세척탑가 6.1°C T에서 작동될 수 있는 반면 90% SO 제거를 유지하는 것으로 나타났다. SNCR과 LIDS를 결합하는 것은 비슷한 결과를 나타내고 세척탑가 -6.7°C T 근처에서 안정하게 작동된다면 매우 높은 제거를 얻을 수 있다.

[LIDS-적은 양의 흡수제 이용]

파일롯-스케일 LIDS는 칼슘이용이 화로Ca/S 비율에 관한 것임을 보여주는 것이다. Ca/S의 비율이 1.2인 시험에서는 61%의 칼슘이용에 대해 SO 제거가 74%를 기록하였다. Ca/S의 비율이 1.9인 경우는 48%의 칼슘이용에 대해 SO 제거가 92%를 기록하였다. 여기서, 명확한 것은 Ca/S의 비율이 증가할수록 칼슘이용이 감소한다는 것이다.

테네시 대학에서의 최근 시험에서, B W의 E-SO 파일롯과 B W의 파일롯 LIDS 설비에서 암모니아 이용이 거의 100%임을 보여주고 있다. 단기간 동안, LIDS 파일롯에서의 비정류상태 시험결과는 Ca/S의 비율이 1.0인 공칭화로와 NH/S의 비율이 0.2인 공칭세척탑에서 SO 제거가 90%로 유지되었다. 이러한 결과는 보다 좋은 흡수제이용을 위해 가장 적당한 Ca/S 비율에서 암모니아가 SO 제거를 높히는데 사용될 수 있음을 제언하게 된다. 칼슘이용은 또한, 암모니아 재생이 실시되는 반응에 의해 증가되게 된다(반응식 IX, X).

[LIDS-처리 또는 선택적인 사용]

LIDS는 입자조정장치와 애쉬 취급 및 처리시스템에 부하를 주는 고체의 양을 상당히 증가시키게 된다. 비록 배기물질이 위험성이 없다고 할지라도, 이 재료에 대해 발견된 선택 사용을 상당히 증가시킬 필요가 있다. 여러가지 프로젝트들이 잠재적인 선택 사용에 투자되고 있다.

예비결과에서는 암모니아 첨가가 두개의 인자에 의해 화로에 첨가된 천연 석회석의 양을 감소시키는 잠재력을 갖고 있음을 보여주고 있다(상기에서 볼 수 있음). 이것은 입자 포집기에 부하를 주는 분진과 시스템에 의해 발생하는 배기물의 양을 상당히 감소시키게 된다.

암모니아는 건조 세척탑에서 반응을 하여 황산암모늄과 황산수소암모늄을 생성한다(현시점에서 정확한 메카니즘은 명확하지 않음). 이러한 암모니아 화합물은 칼슘과 마그네슘 화합물에 따라 화학비료의 구성성분과 유사하다.

결국, 암모니아를 배기물로부터 회수하고 재사용할 수 있는 데이터를 나타낸 것이 있다. 테네시 대학에서의 조사에 따르면, 물을 혼합할 경우 폐기물질에서 암모니아 가스가 방출된다고 시사한 바 있다(반응식 IX, X). 퍼그 밀(pug mill)과 같은 별도용기가 백하우스 애쉬를 소량의 물과 혼합시키는데 사용되고 있다. 배기가스 용기에서 빠져나와 건조 세척탑이나 화로에 재주입되게 된다. 습한 애쉬는 슬러리탱크로 처분 또는 재순환될 수 있게 더욱 안전하게 취급되게 된다.

[LIDS-증가된 부하와 다량의 미세물로 인한 입자 포집기 성능의 감소]

위에서 언급한 바와 같이, LIDS는 입자제어장치에 부하를 주는 분진을 상당히 증가시키게 된다. 또한, 암모니아의 단독 주입은 포집하기가 어려운 극히 미세한 연기의 아황산염과 황산염 화합물을 생성하는 것으로

로 알려져 있다. SO를 흡수하기 위한 칼슘의 첨가는 정전 집진기(ESP)에 모으기가 어려운 애쉬를 만드는 애쉬 비저항을 낮추게 된다.

앞에서 언급한 바와 같이, 이 결과는 암모니아 첨가는 두가지의 인자에 의해 요구되는 석회석의 양을 감소시키도록 하는 포텐셜을 갖고 있음을 보여주게 된다. 또, 이와 동일한 시험에서, 정제된 암모니아 화학물은 이보다 큰 입자와 혼합되기 때문에 백하우스에 쉽게 모아질 수 있음을 보여주고 있다. SNCR과 LIDS의 조합에 따른 효과는 애쉬 부하를 감소시킴으로써 일어나는 포집효과의 상승이다. 가슴처리는 ESP에서의 SO 소모를 위해 실시하는 것으로 알려져 있다. 경험상, ESP 성능은 낮은 수준의 가슴처리로 유지될 수 있음을 보여주고 있다. A-LIDS 공정에서 건조 세척탑은 충분한 가슴처리를 제공하여 ESP 성능을 유지시키게 된다.

[LIDS-튜브오염으로 인한 보일러효율 감소]

LIDS에 의해 보일러 튜브의 오염이 일어나거나 더욱 악화가 될 수 있다. 상부 화로로 석회석을 첨가하는 것은 그을음 송풍을 증가시키고 가열사이클의 효율을 떨어뜨리게 되는 튜브 오염을 일으킬 수 있는 것에 대해 유용하다.

최근, 오하이오 에디슨의 엣지워터 스테이션(Ohio Edison's Edgewater Station)에서의 LIMB 시험에서는, 튜브 오염이 분쇄물 크기와 관련이 있다고 보고 하고 있다. 세가지 크기의 석회석 즉, 상업적인 분쇄물(중양의 직경이 30 μ), 미세 분쇄물(12 μ), 극초 미세 분쇄물(3.5 μ)을 시험하였다. 그 결과, 상업적인 재료가 실제로 튜브 오염을 억제하고, 그을음 송풍을 제거시킨다고 보고하고 있다. 중간 분쇄물은 다소의 오염을 일으키지만, 보통보다는 높지 않았다. 극초 미세 분쇄물은 약간의 오염을 일으키지만, 수화나트륨을 주입해서 관찰된 것보다는 다소 적다. 각각의 화로에서의 SO 제거효율은 약 25%, 35%, 45%이었다. 관련 비용은 상업적인 등급에 대한 저가 내지 극초 미세재료에 대한 매우 고가의 범위에 있다. 이들의 결과는 SNCR과 LIDS의 조합에 의해 상업적인 등급의 석회석으로 전체 SO 제거수준을 높게 유지할 수 있음을 제시하고 있는 것이다. 이것은 가열사이클의 효율을 증가시키고 그을음 송풍기 유지비용을 낮추는 것 이외에 저렴한 시약에 따른 추가 잇점도 있다. 하지만, 튜브 부식을 증가시키는 석회석 분쇄물크기를 선택하지 않는 것에 주의하여야 한다. LIDS와 SNCR의 조합은 흡수제의 사용을 줄이는데도 기대되어 오염에 대한 포텐셜을 감소시키게 될 것이다.

[일반사항-SO응축에 의한 가열기 오염과 부식]

공기 가열기의 오염과 부식은 공기 가열기 가스온도가 산의 이슬점 밑으로 떨어졌을 때 일어난다. 현재의 관행으로는, SO가 응축되지 않게 공기 가열기 출구가스온도를 약 148.9 $^{\circ}$ C 이상으로 유지시키고 있다.

칼슘은 화로 온도에서 SO와 반응하는 것으로 알려져 있다. 따라서, A-LIDS 공정은 SO 응축을 감소시키고 공기 가열기의 오염 우려와 산 응축에 의한 부식을 제거하는 추가 잇점을 갖고 있다. 산 이슬점의 감소로 인하여, A-LIDS는 낮은 출구가스온도에서 공기 가열기를 작동시키는데 이용할 수 있을 것이다. 그로 인해, 보일러 가열사이클의 효율을 증가시킬 수 있다. 공기 가열기 출구가스온도에서 6.7 $^{\circ}$ C를 낮추면 약 1/2%를 증가시킬 수 있다.

A-LIDS 공정은 두가지 기술의 병합에 의해 일어나는 예측할 수 없고 유용한 특징을 많이 갖는다. 이 잇점은 개개의 기술로 무엇이 가능한지와는 상관없이 SNCR과 LIDS의 조합에 의해 얻어지며, 다음을 포함하게 된다.

1. 90% SO 제거;
2. A-LIDS로 50% NO 제거(추가로 낮은 NO버너와 조합한다면, 재연소 등);
3. 저가의 흡수제(예를 들면, 암모니아와 상업적인 등급의 석회석);
4. 공기 가열기의 황산수소염 오염이 없음;
5. 공기 가열기나 다른 도관장치에서의 SO 응축이 없음;
6. 화로 암모니아 슬립이 불리한 점에서 잇점으로 돌아간다.
7. 보다 간단한 암모니아 주입 시스템;
8. 필요하다면, 보다 높은 세척탑 접근 온도에서의 SO의 제거를 높게할 수 있는 능력;
9. 높은 흡수제의 이용;
10. 재생가능하고 값이 알맞은 폐기물의 생성이 가능;
11. 백하우스의 성능이 증가;
12. 대류적인 통과 튜브오염이 없음;
13. 추가적인 그을음 송풍이 없고, 그을음 송풍 사이클의 가능한 축소;
14. 증가된 가열사이클 효율; 및
15. 상대적으로 쉬운 리트로핏(retrofit).

본 발명의 특정한 구현에는 본 발명의 원리의 응용을 예시하기 위해 상세히 보여주고 기술한 것임과 동시에 본 발명은 이러한 원리를 벗어나지 없이 다른 방식으로 구현될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

제1주입대역에 칼슘을 기본으로 하는 흡수제를 충분한 양으로 주입하여 연소대역에서 발생하는 적어도 SO_x 일부를 흡수하는 단계와; 제2주입대역에 암모니아나 암모니아 전구물질을 충분한 양으로 주입하여 연소대역에서 발생하는 적어도 NO_x 일부와 반응시켜서 제거하여 가스와 입자를 포함하는 배기물을 생성시키는 단계와; 칼슘을 기본으로 하는 흡수제와 미반응된 암모니아를 미흡수된 SO_x 와 반응시키는 건조 세척탑에 상기 배기물을 공급하는 단계와; 상기 건조 세척탑에서의 출력물을 입자 포집기로 공급하여 가스에서 입자를 분리하는 단계와, 적어도 입자의 일부를 슬러리 탱크로 재순환시켜서 미사용된 칼슘을 포함하는 흡수제를 건조 세척탑으로 반송하여 부가적으로 SO_2 를 흡수하는 단계로 이루어진 NO_x 와 SO_x 가 형성되어 있는 연소대역, 약 1093.3℃ 내지 1315.6℃의 제1주입대역과 약 871.1℃ 내지 1093.3℃의 제2주입대역을 갖는 화로의 배기물에서 NO_x 와 SO_x 를 동시에 제거하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 입자 포집기에서 제거된 입자에다 물을 첨가하여 암모니아를 재생시키고, 건조 세척탑이나 화로에 상기 재생된 암모니아를 반송하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 충분한 흡수제를 주입하여 Ca/S의 몰비율이 1 내지 1.5가 되게 하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 제2주입대역에다 과잉의 암모니아나 암모니아 전구물질을 주입하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 5

제1주입대역에 칼슘을 기본으로 하는 흡수제를 충분한 양으로 주입하여 연소대역에서 발생하는 적어도 SO_x 일부를 흡수하기 위한 제1주입수단과; 제2주입대역에 암모니아나 암모니아 전구물질을 충분한 양으로 주입하여 연소대역에서 발생하는 적어도 NO_x 일부와 반응시켜 화로에서 가스와 입자를 포함하는 배기물을 생성시키기 위한 제2주입수단과; 배기물을 수용하기 위해 화로에 연결되어 있으면서 칼슘을 기본으로 하는 흡수제와 미반응된 암모니아를 미흡수된 SO_x 와 반응시켜 출력물을 생성시키기 위한 건조 세척탑과; 상기 건조 세척탑과 연결되어 있으면서 건조 세척탑의 출력물을 수용하고, 상기 출력물에서 가스로부터 입자를 분리시키기 위한 작용을 하며, 입자를 위한 출구, 가스를 위한 출구, 및 건조 세척탑에서 흡착제를 재생하기 위해 입자출구에 연결된 슬러리 탱크를 포함하는 입자 포집기 수단으로 이루어진 NO_x 와 SO_x 가 형성되어 있는 연소대역, 약 1093.3℃ 내지 1315.6℃의 제1주입대역과 약 871.1℃ 내지 1093.3℃의 제2주입대역을 갖는 화로의 배기물에서 NO_x 와 SO_x 를 동시에 제거하기 위한 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 포집기는 백하우스로 이루어진 장치.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 포집기는 입자출구와 가스출구, 애쉬출구에 연결된 암모니아 재생기, 물을 암모니아 재생기에 공급하여 재생된 암모니아를 생성시키기 위한 수단, 재생된 암모니아를 돌출의 한 시스템으로 순환시키기 위해 건조 세척탑이나 화로에 연결되어 있는 암모니아 재생기를 포함하는 장치.

도면

도면1

