

1T/D Bench급 석탄가스화 복합 발전용 고온·고압 집진 공정 설계

최 주홍, 박 영철, 정 진도*, 김종영*
경상대학교 화학공학과, *한전기술연구원 전력연구실

Design of 1 Ton/Day bench scaled- Particulate Removal Process for IGCC at High Temperature High Pressure

JooHong Choi, Youngchul Park, Jindo Chung*, and Chongyoung Kim*
Dept. of Chem. Eng., Gyeongsang National University,
*Research Center, Korea Electric Power Corporation.

가. 요약

석탄 가스화 복합발전 시스템(IGCC)에서 집진은 가스 터빈의 입자에 의한 마모와 침식으로부터의 보호와 분진 배출의 환경 규제를 만족하기 위한 필수 공정이다. 특히 고온고압에서 집진이 수행되면 시스템의 열효율 향상은 물론 가스정제 시스템을 간단히 함으로써 건설비와 운전비의 절감에도 큰 효과를 거둘 수 있다.

석탄 가스화 공정에서 평균 입경이 2 - 3 μm 의 입자가 10g/m³이상으로 발생하는 농도를 10mg/m³이하로 처리하기 위하여 많은 집진 시스템이 제안되고 있지만 IGCC에 도입하기 위한 집진시스템으로서 세라믹 캔들 필터가 제일 타당하다. 세라믹 캔들 필터로 절대 집진 입경이 5 μm 이하이고 전체 집진 효율을 99.6% 이상 수행할 수 있다. 세라믹 필터를 이용한 상용화 개발 현황은 현재 세계적으로 bench급, pilot급, 그리고 상용화급 IGCC공정에 도입되어 그 성능이 검증되고 있으며 본 시스템의 내구성과 안정성이 상용화에 충족한 것으로 판명되고 있다. 본 연구에서는 고온고압용 세라믹 필터 집진 시스템을 개발하기 위하여 제작된 bench급 집진 공정 및 세라믹 필터설계의 기술적 문제점을 소개하였다.

나. 내용

여러 실험 변수들의 영향을 측정 하기 위해서 전체 실험을 3단계로 나누어 집진, 역세 및 집진·역세 연속 실험이 행하여 질 것이다. 먼저 Phase I의 집진 실험에서는 상압에서 여러 온도 변화 조건에서 여과 속도와 분체 투입농도를 달리 하면서 세라믹 필터의 집진 효율과 압력 손실 등에 관한 실험이 이루어지고, 이 상압 자료를 바탕으로 고압 실험이 여러가지 압

력 조건에서 이루어질 것이다. Phase II에서는 역세 실험이 행하여지며 먼저 상압 조건에서 여러가지 온도에서 탈진 제트기류의 영향에 대한 실험이 행하여지고, 이어서 고압조건에서 역세 실험이 행하여진다. 이와 같은 Phase I, II의 실험 결과를 바탕으로 Phase III에서는 3개의 세라믹 필터를 사용하여 연속적으로 집진과 역세가 이루어 질때의 필터 효율과 재생 사용성, 이때의 필터 매체의 견고성 및 장기 사용성 등에 관한 실험이 행하여 질 것이다.

다. 결과 및 논의

설계기준

본 실험에 사용된 세라믹 필터는 독일 Schumacher사의 Schumalith 20을 제품을 기준으로 하여 설계를 하고자 한다. 필터의 길이 1000mm 짜리를 3개 설치하는 것을 기준으로 하여 전체 물질수지 및 에너지 수지를 세웠다. 실험조건은 압력 3kg/cm^2 온도 400°C 까지 이며 장치 설계 기준 조건은 압력 5kg/cm^2 , 온도 500°C 를 기준으로 한다. 분진 농도는 분류층 가스화 반응기의 경우 $3\sim 5\text{ g/Nm}^3$ 의 범위이지만 최악의 조건을 가정하여 20 g/Nm^3 을 기준으로 한다.

여과 속도는 일반적인 세라믹 필터의 여과속도가 $2\sim 3\text{ cm/sec}$ 이므로 실험 범위를 넓게 잡아야 하지만 이 경우 실험 장치 규모가 커지므로 2.5 cm/sec 기준으로 하여 설계를 하고 $4\sim 5\text{cm/sec}$ 범위의 실험을 할 경우에는 3개의 세라믹 필터 중 1개 또는 2개를 제거하는 방법으로 실험하고자 한다.

세라믹 필터 설계의 핵심은 캔들의 설치와 역세기술이다. 본 연구에서는 집진시의 현상관찰을 세밀하게 하고, 필터 설계와 실험조건을 자유롭게 변경시킬 수 있도록 전체 장치를 설계하였다

공정설명

고온고압 집진 장치는 Fig.1의 flow diagram과 같이, 전기 히터, 시험 분진 저장조, 시험 분진 공급장치, 혼합조, 사이클론, 세라믹 필터 및 배출기체 감압부로 구성되어 있다.

먼저 고압 공기는 11Kw의 왕복동 공기 압축기에서 만들어져 저장 탱크에 저장된다. 저장 탱크에서 일부 수분과 오일이 제거 되고 다시 압력 조절기와 유수 분리기를 거쳐 히터로 유입된다. 용량 10Kw 매몰형 히터 3개로 구성되어 있는 전기 가열로에서 공기는 500°C 까지 가온 된 뒤 시험 분진과 혼합을 위하여 혼합조로 들어간다. 시험 분진 저장조는 고압 기체 흐름에 분진 입자를 주입하기 위하여 가압 공기관이 설치되어 있고 2개의 호퍼를 순차적으로 조작하여 고압의 저장조에 시험 분진이 투입되도록 하였다. 시험 분진 저장조 아래에는 스크류 피더가 설치되어 V/S 모터와 연결되어 정량적으로 시험 분진이 혼합조에 투입되도록 설계하였다. 시험 분진으로는 삼천

포 화력 발전소 전기 집진기에서 집진된 fly ash 입자를 분진으로 사용 할 예정인데, 이 경우 JIS Z-8901의 시험용 분진에 비하여는 큰 입자가 많이 혼합되어 있으므로 사이클론에서 큰 입자는 제거 된 뒤 시험 분진을 함유한 기체는 세라믹 필터로 들어간다. 세라믹 필터의 하부에는 포집 입자를 제거 하기 위한 호퍼가 설치되어 있다. 배출 기체는 온도 400℃ 근처의 고온 고압의 기체이므로 온도를 상온으로 낮추기 위하여 공기 압축기에서 들어오는 공기와 이중관을 거쳐 열교환 되도록하여 온도를 50℃ 이하로 낮춘 뒤 감압 밸브를 통하여 압력도 낮추어 진 뒤 소음 제거를 위하여 silence room을 거친 뒤 대기로 방출되도록 하였다. 주입되는 공기량은 전기 히터 앞 부분에 mass flowmeter를 설치하여 측정하였고, 각 흐름에 K형 열전대를 설치하여 온도를 측정하고, 압력계와 차압계를 설치하여 각 흐름의 압력을 조정하였다.

라. 결 론

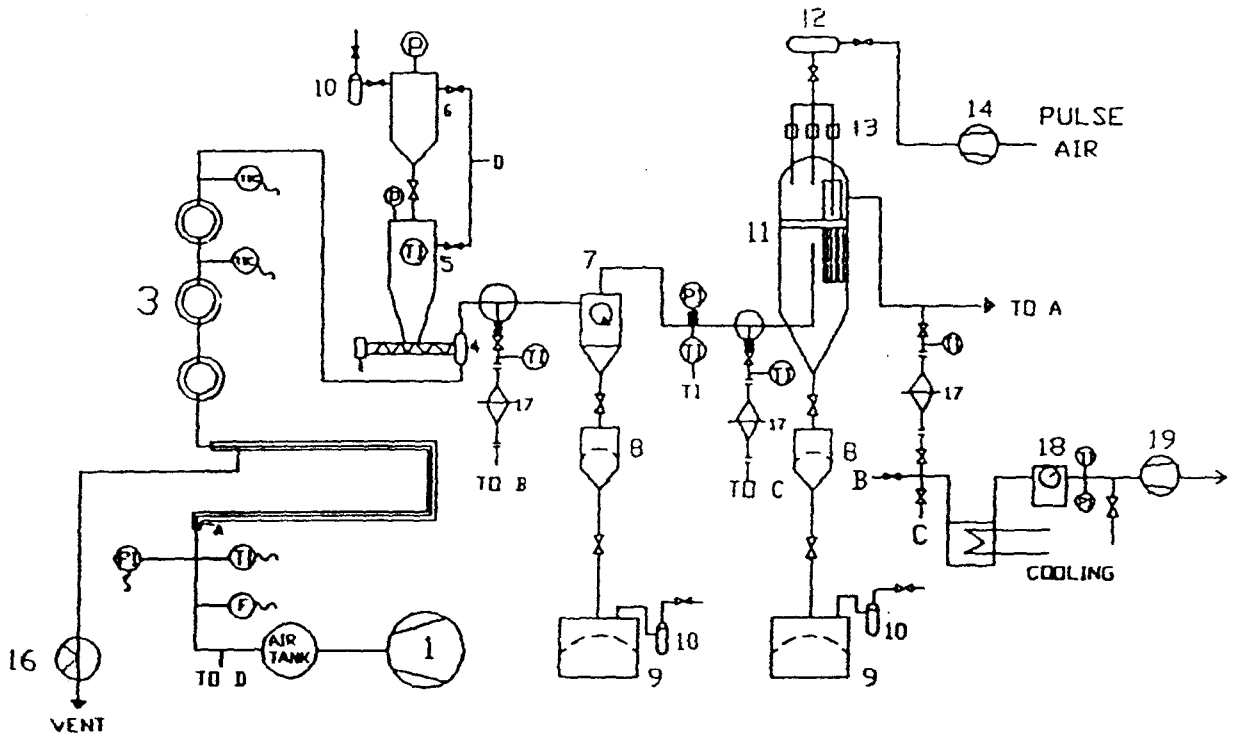
석탄가스화 복합발전용 고온고압 집진 시스템의 bench급 실험장치를 자체 설계 하여 일부분 시운전중이며 전체공정을 제작중이다. 공기를 산화제로 사용 할 경우 1Ton/day급 석탄가스화로에 해당하는 용량으로써 여러 조건에서 세라믹 필터의 운전특성 및 집진기의 개발에 활용할 설비이다. 본 시스템에서 얻는 자료는 pilot급 세라믹필터의 설계에 이용하며 부분 국산화에 운전코져 한다.

감사의 글

본 연구는 통상산업부의 자금지원으로 수행되는 G7프로젝트의 일부로서 관계자분들께 감사드립니다.

마. 참고문헌

- 1) 지평삼, 정진도, 이중범, 위영호 외, 석탄가스 고온정제 기술 개발, 한국전력공사 기술연구원, 통상산업부 년차보고서, pp.353-622, 1994. 12
- 2) 최주홍 외, 석탄가스화 복합발전용 고온고압 집진기술 개발(1), 한국전력공사 기술연구원보고서, pp.15-256, 1994.
- 3) Grimethorpe PFBC Establishment, EPRI TR-100499, Final report, September 1992.
- 4) H.-P. Schiffer, S. Laux, and U. Renz, EPRI GS-6489, Final report, 1992.
- 5) 정진도, 이중범, 김종영, 세라믹 캔들 필터를 이용한 석탄가스화 및 연소 가스용 집진장치 설계, 대한환경공학회춘계학술대회는문집, 1994. 5



- | | | |
|---------------------|--------------------|----------------------|
| 1. Air Compressor | 7. Cyclone | 13. Solenoid Valve |
| 2. Heat Exchanger | 8. Lock Hopper | 14. Pulse Compressor |
| 3. Electric Chamber | 9. Container | 15. Driffice |
| 5. Screw Feeder | 10. Bag Filter | 16. Pressure Switch |
| 6. Dust Hopper | 11. Filter Vessel | 17. Absolute Filter |
| | 12. Pulse-Jet Unit | 18. Gas Meter |
| | | 19. Vacuum Pump |

Fig. 1. Ceramic filter facilities flow diagram