



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0040710
(43) 공개일자 2012년04월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25J 3/02 (2006.01) F25J 3/06 (2006.01)
B01D 53/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7003576
(22) 출원일자(국제) 2010년07월12일
심사청구일자 2012년02월10일
(85) 번역문제출일자 2012년02월10일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/059971
(87) 국제공개번호 WO 2011/006862
국제공개일자 2011년01월20일
(30) 우선권주장
09165304.8 2009년07월13일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
알스톰 테크놀로지 리미티드
스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7
(72) 발명자
그라니에르, 프랑수아
프랑스 에프알-90300 비뜨리 체민 데 소스 8
(74) 대리인
장훈

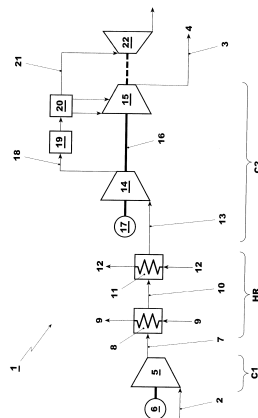
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 가스 처리를 위한 시스템

(57) 요약

화석 연료의 연소로부터 발생하는 연도 가스의 처리를 위한 시스템(1)을 갖는 전기 에너지의 발생을 위한 발전소는, 본 발명에 따르면, 연도 가스의 제 1 저압 압축을 위한 단일 압축기(5) 및 제 2 다단 저압 연도 가스 압축 시스템(14) 및 다단 고압 CO₂ 압축 시스템(15)을 포함하고, 저압 연도 가스 압축 시스템 및 고압 CO₂ 압축 시스템의 모두는 하나의 단일 기계(C2)에서 조합되고 하나의 공통 구동기(17)에 의해 구동된 하나의 공통 샤프트(16) 상에 배열된다. 열 교환기(8)는 단일식으로 압축된 연도 가스의 냉각으로부터 발생하는 열의 향상된 회수를 용이하게 한다. 본 발명은 이 처리 시스템과 일체화된 발전소의 전체 전력 효율의 향상 뿐만 아니라 자본 비용의 감소를 허용한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

화석 연료의 연소로부터 발생하는 연료 가스의 처리를 위한 시스템을 포함하는 전기 에너지의 발생을 위한 화석 연료 연소식 발전소에 있어서,

상기 연도 가스 처리 시스템은:

- 인터쿨링이 없는 단열, 축방향 압축기인 제 1 저압 연도 가스 압축기(5),
- 상기 제 1 저압 연도 가스 압축기(5)로부터 하류측에 배열되고, 압축된 연도 가스로부터 발전소 또는 발전소와 연결된 시스템으로 열을 전달하기 위해 구성되고 배열되는 하나 이상의 열 교환기(8, 11),
- 상기 하나 이상의 열 교환기(8, 11)의 하류측에 배열되고, 하나 이상의 스테이지 및 하나 이상의 냉각기를 갖는 제 2 저압 연도 가스 압축기(14),
- 상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14)의 하류측에 배열된 연도 가스로부터 불활성 가스의 제거에 의한 연도 가스의 극저온 정화 유닛(20), 및
- 상기 극저온 정화 유닛(20)의 하류측에 배열되고 상기 극저온 정화 유닛(20)으로부터 발생하는 CO₂ 유동의 압축을 위해 배열되고, 복수의 스테이지 및 하나 이상의 냉각기를 갖는 고압 CO₂ 압축기 시스템(15)을 포함하고,
- 상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14) 및 상기 고압 CO₂ 압축기 시스템(15) 모두는 하나의 단일 기계(C2)로 조합되고, 하나의 공통의 구동기(17)에 의해 구동되는 하나의 공통 샤프트(16) 상에 배열되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 연도 가스 처리 시스템(1)은 상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14)의 하류측에 배열된 탈수 유닛(19)을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14)는 2개의 저압 압축기 스테이지를 포함하고, 상기 고압 CO₂ 압축기 시스템(15)은 하나의 단일 샤프트 상에 배열된 4개 내지 6개의 고압 압축기 스테이지를 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14)는 3개의 저압 압축기 스테이지를 포함하고, 상기 고압 CO₂ 압축기 시스템(15)은 하나의 단일 샤프트 상에 배열된 4개 내지 6개의 고압 압축기 스테이지를 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 열 교환기(8)는 열 회수를 위한 물 유동 시스템(9)과의 열 교환을 위해 구성되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 물 유동 시스템(9)은 증기 터빈 발전소의 물/증기 사이클의 부분인 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 물 유동 시스템(9)은 응축물 추출 펌프에 연결되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 단열 압축기(5)는 5 bar abs 내지 20 bar abs 범위의 압력의 연도 가스의 배출 압력을 위해 구성되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 단열 압축기(5)는 7 bar abs 내지 9 bar abs 범위의 압력의 연도 가스의 배출 압력을 위해 구성되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 단열 저압 연도 가스 압축기(5) 및 상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14)는 상기 제 2 저압 연도 가스 압축기(14)의 제 1 스테이지의 배출 압력에 대한 상기 제 1 단열 압축기(5)의 배출 압력의 비가 1.5 내지 2.5 범위에 있도록 구성되는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

저압 정화된 CO₂ 가스를 위한 제 1 라인은 상기 극저온 정화 유닛(20)으로부터 상기 고압 CO₂ 압축 시스템(15)의 제 1 입구로 이어지고, 중간 압력 정화된 CO₂ 가스를 위한 제 2 라인은 상기 극저온 정화 유닛(20)으로부터 상기 고압 CO₂ 압축 시스템(15)의 중간 스테이지로 이어지는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연도 가스 처리 시스템(1)은 상기 연도 가스 압축기(5, 14)의 상류측의 저압 연도 가스 처리 시스템에 또는 상기 단열 압축기(5) 후에 배열되는 SO_x 및 NO_x의 제거 또는 감소를 위한 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발전소는 가스, 석탄, 산소 연소식 석탄에 의해 연소되는 설비이고, 또는 가스 터빈 발전소인 것을 특징으로 하는 화석 연료 연소식 발전소.

명세서

기술 분야

본 발명은 전기 에너지의 발생을 위한 화석 연료 연소식 발전소로부터 발생하는 가스를 처리하기 위한 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 특히 이산화탄소의 운반 및 저장을 용이하게 하기 위해 이러한 가스를 정화하기 위한

[0001]

가스 처리용 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 온실 가스 이산화탄소(CO_2)의 대기 내로의 배출을 감소시키는 건지에서, 전기 에너지의 발생을 위한 화석 연료 연소식 설비의 연도 가스는 통상적으로 소위 CO_2 -포획 시스템을 구비한다. 연도 가스 내에 포함된 CO_2 가스는 먼저 분리되고, 이어서 압축되고, 건조되고, 냉각되고, 따라서 영구 저장 또는 향상된 오일 회수와 같은 추가의 사용을 위해 조절된다. 안전한 운반, 저장 또는 추가의 사용을 위해, CO_2 는 특정 품질을 갖도록 요구된다. 예를 들어, 향상된 오일 회수를 위해, 가스는 적어도 95%의 CO_2 농도, 50°C 미만의 온도 및 13.8 MPa의 압력을 갖게 된다. 화석 연료 연소식 발전소로부터의 연도 가스는 CO_2 뿐만 아니라 CO_2 의 운반 및 저장을 위한 환경적 규제 및 요구를 충족시키기 위해 제거되어야 하는 수증기, 산소, 질소, 아르곤, 뿐만 아니라 SO_3 , SO_2 , NO, NO_2 와 같은 다수의 다른 오염물을 포함한다. 모든 이들 오염물 및 CO_2 자체는 화석 연료의 유형, 연소 파라미터 및 연소기 디자인에 따라 다양한 농도로 나타날 수 있다. 연도 가스 내에 포함된 CO_2 의 백분율은 가스 터빈에 대한 가스의 연소의 경우에 4%로부터 연소 프로세스에 부가의 산소를 제공하는 공기 분리 유닛을 갖는 석탄 연소식 보일러의 경우에 60% 내지 90%의 범위일 수 있다. 연도 가스로부터의 오염물의 제거는 기술적인 장벽에 의해서가 아니라, 오히려 부가의 비용 및 에너지 요구 및 전체 발전소 효율의 후속의 감소에 의해 제한된다.
- [0003] 미니시 엠. 샤아(Minish M. Shah)의 "미분탄 보일러로부터의 CO_2 포획을 위한 산소 연료 연소(Oxyfuel combustion for CO_2 capture from pulverized coal boilers)", GHGT-7, 밴쿠버, 2004년에는 화석 연료 연소식 보일러로부터 발생하는 연도 가스를 처리하기 위한 시스템의 예가 개시되어 있다. 시스템은 공기 분리 유닛으로부터의 산소와 함께 석탄 연소식 보일러로 복귀될 연도 가스의 부분에 대한 재생 라인을 포함한다. 연도 가스는 직물 필터 또는 정전 석출기와 같은 재(ash) 및 먼지의 제거를 위한 필터를 통해, 더욱이 SO_x 의 제거를 위한 연도 가스 탈황 유닛을 통해, 마지막으로 CO_2 정화 및 압축을 위한 가스 처리 유닛을 통해 유도된다. 이 유닛은 O_2 , N_2 및 Ar과 같은 비응축성 가스의 제거를 위한 시스템, 수증기용 탈수 시스템 및 일련의 압축 및 냉각 시스템을 포함한다. 이들은 미정화 연도 가스의 제 1 저압 압축 시스템 및 정화된 CO_2 의 고압 압축 시스템을 포함하고, 이들 시스템 각각은 일체화된 냉각기를 갖는다.
- [0004] 압축을 위해, 이러한 시스템은 예를 들어 2개의 다단 원심 압축기, 저압 압축기 및 고압 압축기, 및 저압 및 고압 압축기 사이에 배열된 불활성 가스의 탈수 및 극저온 제거용 장치를 포함한다. 다단 원심 압축기는 압축의 전력 소비를 최소화하기 위해 각각의 압축기 스테이지 후의 인터쿨러(intercooler)를 갖는다. 다단 원심 압축은 통상적으로 4 내지 6개의 압축 스테이지를 포함한다. 다수의 압축기 스테이지에 기인하여, 저압 및 고압 압축기는 개별 구동기를 갖는 독립적인 샤프트 상에 각각 배열된다. 인터쿨러로부터 발생하는 열은 통상적으로 회수되지 않고 대신에 발전소의 냉각수 시스템 내에 소산되는 70°C 내지 80°C 의 저레벨 열이다. 불활성 가스의 제거를 위한 극저온 시스템은 통상적으로 적합한 터빈 내에서 팽창되는 압력 하에서의 불활성 가스 유동을 발생시키고, 이 터빈은 이어서 발전기를 구동하고 또는 압축기를 구동하기 위한 기계적 동력의 부분을 제공하도록 배열된다.
- [0005] 더욱이, 빈 수(Bin Xu), 알. 에이. 스톱스(R. A. Stobbs), 빈스 화이트(Vince White), 알. 에이. 월(R. A. Wall)의 "캐나다 시장에서 미래의 CO_2 포획 기술(Future CO_2 Capture Technology for the Canadian Market)", 사업 기업 및 규제 개혁부(Department for Business Enterprises & Regulatory reform), 보고서 No. COAL R309, BERR//Pub, URN 07/1251, 2007년 3월에는, 페이지 124 내지 129에 탈수, 압축, 냉각 및 극저온 처리를 포함하는 연도 가스를 처리하기 위한 시스템을 개시하고 있다. 사용된 압축기는 전력 소비 및 냉각 요구의 건지에서 향상을 허용하는 단일 압축기이다.
- [0006] US 6,301,927호는 자동 냉각(autorefrigeration)에 의해 공급 가스로부터 CO_2 를 분리하는 방법을 개시하고, 여기서 공급 가스는 먼저 터빈 내에서 압축되고 팽창된다. 공급 가스 내에 포함된 CO_2 는 이어서 액화되고 증기-액체 분리기 내에서 그 가스 성분으로부터 분리된다.
- [0007] US 4,977,745호는 연도 가스를 압축하는 것과 이를 물 세척기 및 건조기를 통해 마지막으로 CO_2 분리 유닛으로

유도하는 것을 포함하는 연도 가스로부터 저순도 CO₂를 회수하기 위한 방법을 개시하고 있다.

[0008] US 7,416,716호는 이산화탄소를 정화하기 위한, 특히 석탄 연소식 연소 프로세스로부터 발생하는 CO₂ 연도 가스로부터 SO₂ 및 NO_x의 제거를 위한 방법 및 장치를 개시하고 있다. 이를 위해, 연도 가스 또는 원료 CO₂ 가스는 압축된 가스의 냉각을 위한 인터쿨러를 갖는 압축 트레인에 의해 상승된 압력으로 압축되고, 여기서 압축의 일부는 단열적으로 수행된다. 수증기, O₂, SO_x 및 NO_x를 포함하는 압축된 가스는 다음에 SO_x 및 NO_x의 제거를 위해 물로 가스 CO₂를 세척하기 위한 가스/액체 접촉 디바이스 내로 유도된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 전술된 배경 기술의 견지에서, 본 발명의 목적은 발전소를 위한 화석 연료의 연소로부터 발생하는 연도 가스의 처리를 위한 향상된 연도 가스 처리 시스템에 의한 전기 에너지의 발생을 위한 화석 연료 연소식 발전소를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 따르면, 화석 연료 연소식 발전소는 연소후 연도 가스 처리 시스템을 포함하고, 이 시스템은
- [0011] - 인터쿨링이 없는 단열, 축방향 압축기인 제 1 저압 연도 가스 압축기,
- [0012] - 제 1 저압 연도 가스 압축기로부터 하류측에 배열되고 압축된 연도 가스로부터 발전소 또는 발전소와 연결된 시스템으로의 열의 전달을 위해 구성되고 배열되는 하나 이상의 열 교환기,
- [0013] - 하나 이상의 열 교환기의 하류측에 배열되고 하나 이상의 스테이지 및 하나 이상의 냉각기를 갖는 제 2 저압 연도 가스 압축기,
- [0014] - 제 2 저압 연도 가스 압축기의 하류측에 배열된 연도 가스로부터 불활성 가스의 제거에 의한 연도 가스의 극저온 정화 유닛, 및
- [0015] - 극저온 정화 유닛의 하류측에 배열되고 극저온 정화 유닛으로부터 발생하는 CO₂ 유동의 압축을 위해 배열되고, 다수의 스테이지 및 하나 이상의 냉각기를 갖는 고압 CO₂ 압축기 시스템을 포함하고,
- [0016] - 제 2 저압 연도 가스 압축기 및 고압 CO₂ 압축기 시스템의 모두는 하나의 단일 기계로 조합되고 하나의 공통의 구동기에 의해 구동되는 하나의 공통 샤프트 상에 배열된다.
- [0017] 본 발명에 따른 연소후 연도 가스 처리 시스템을 갖는 발전소는 단열 압축기의 일체화에 기인하여, 연도 가스 압축을 위해 필요한 총 전력 소비의 감소를 허용한다. 더욱이, 인터쿨러가 없는 단열 압축기는 산업 소비자 또는 열을 필요로 하는 다른 소비자와 같은 발전소와 연결된 시스템 또는 발전소에서의 연도 가스 및 그 사용으로부터 열의 회수를 허용한다. 이에 의해, 예를 들어 발전소로부터 다른 방식으로 추출될 수 있는 공급수 예열을 위한 요구된 열은 이제 압축된 연도 가스로부터 흡수될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 시스템은 압축기 기계의 수의 증가 없이, 연도 가스 처리 시스템과 이와 같이 일체화된 발전소의 전체 효율의 향상을 용이하게 한다.
- [0018] 부가적으로, 본 발명에 따른 연도 가스 처리 시스템은 시스템에 대한 초기 자본의 감소를 허용한다. 시스템은 2개의 구동기 및 2개의 샤프트, 즉 한편으로는 단열 연도 가스 압축기 및 다른 한편으로는 고압 CO₂ 다단 압축기를 갖는 제 2 저압 연도 가스 압축기의 조합을 갖는 총 단지 2개의 압축 기계를 포함한다. 단열 압축기의 추가에도 불구하고, 시스템의 기계의 총 수는 여전히 동일하다. 마지막으로, 제 2 저압 연도 가스 압축기 및 고압 CO₂ 압축기의 하나의 기계로의 조합은 자본 비용의 감소를 야기할 뿐만 아니라 발전소 구성의 공간 효율을 허용한다.
- [0019] 본 발명의 특정 실시예에서, 하나의 샤프트 상에 배열된 하나의 기계로 조합된 제 2 저압 연도 가스 압축 시스템 및 고압 CO₂ 압축 시스템은 2개의 저압 압축기 스테이지 및 4개 내지 6개의 고압 압축기 스테이지를 포함한다.

- [0020] 본 발명의 다른 특정 실시예에서, 연도 가스 처리 시스템은 제 2 저압 연도 가스 압축기의 하류측에 배열된 탈수 유닛을 포함한다. 이는 최종 CO₂의 취급 및 사용의 더 큰 가능성을 허용한다.
- [0021] 본 발명의 다른 특정 실시예에서, 연도 가스 처리 시스템은 단일 압축기로부터 하류측의 연도 가스의 냉각을 위한 하나 이상의 열 교환기를 포함하고, 여기서 열 교환기(들)는 발전소 또는 발전소와 연결된 시스템 내의 열 회수를 위한 발전소 또는 임의의 다른 물 유동 시스템의 물/증기 사이클의 부분일 수 있는 물 유동과 열 교환을 위해 구성된다. 이 실시예에서, 단일 연도 가스 압축기는 선택된 압력 범위의 연도 가스의 배출 압력을 위해 구성된다. 이 압력 범위는 예를 들어 발전소의 물/증기 사이클과 연계하여 최적의 열 회수, 단일 압축기의 최적으로 최소화된 전력 소비 및 단일 연도 가스 압축기로부터 하류측의 저압 및 고압 압축 스테이지의 일체화를 고려하여 선택된다.
- [0022] 실시예에서, 단일 연도 가스 압축기 배출 압력은 7 내지 9 bar abs로 설정될 수 있다. 이 압력 범위를 초과하면, 단일 압축은 인터쿨링된 원심 압축기 내에서의 압축보다 더 많은 전력 소비를 필요로 할 것이다. 이 배출 압력에서, 단일 압축기의 배출부에서의 온도는 170 내지 280℃의 범위이다. 이는 예를 들어 전용 열 교환기의 사용을 통해 발전소 증기/물 사이클로부터 응축물을 가열함으로써 효율적인 열 회수를 허용한다. 열 회수 후에, 연도 가스는 약 50℃의 온도에 있다. 이 연도 가스는 이어서 열이 소산되는 제 2 열 교환기 내에서 더 냉각된다. 이 연도 가스는 이어서 제 2 저압 연도 가스 압축기, 인터쿨러를 갖는 원심 압축기의 2개의 스테이지에 의해 30 내지 40 bar abs로 압축된다. 이들 2개의 스테이지는 예를 들어 6개 내지 8개의 스테이지를 갖는 하나의 일체형 기어 압축기의 사용에 의해 4개 내지 6개의 스테이지를 갖는 고압 CO₂ 압축기와 용이하게 조합될 수 있다. 단일 압축기는 압축된 연도 가스의 냉각으로부터 발생하는 열의 향상된 회수를 용이하게 한다. 이는 이 유형의 연도 가스 처리 시스템과 일체화된 발전소의 전체 효율을 더 향상시킬 수 있다. 본 발명에 따른 발전소의 추가의 장점은 단일 및 원심형인 연도 가스 압축기의 수가 단지 원심 압축기만을 갖는 종래의 발전소에 비교하여 일정하게 유지된다는 점에 있다.
- [0023] 본 발명의 다른 특정 실시예에서, 제 1 저압 연도 가스 압축기 및 제 2 저압 연도 가스 압축기는 저압 연도 가스 압축기의 제 1 스테이지의 배출 압력에 대한 단일 압축기의 배출 압력의 비가 1.5 내지 2.5의 범위에 있도록 구성된다.
- [0024] 발전소는 석탄 연소식 보일러를 갖는 증기 터빈 발전소를 포함하는 임의의 종류의 화석 연료 연소식 발전소일 수 있고, 이 보일러는 공기 분리 유닛에 의해 제공된 부가의 산소를 갖거나 갖지 않고 작동될 수 있다. 화석 연료 연소식 발전소는 또한 가스 터빈 또는 조합 사이클 발전소를 포함할 수 있다.
- [0025] 다른 실시예에서, 본 발명에 따른 시스템은 SO_x 및 NO_x의 제거 또는 감소를 위한 시스템을 추가로 포함한다. 이러한 시스템은 저압 연도 가스 처리 시스템, 즉 연도 가스 압축의 상류측 또는 단일 압축기로부터 하류측에 배열될 수 있다. SO_x 및 NO_x 제거 시스템이 단일 연도 가스 압축기로부터 하류측에 배열되면, 제안된 발명은 연도 가스 압축을 위해 요구된 잔류 원심 스테이지와 하나의 구동기에 의해 구동된 하나의 기계 내의 CO₂ 압축을 위해 요구된 스테이지를 조합함으로써 여전히 실현될 수 있다. SO_x 및 NO_x 제거 반응 동역학 뿐만 아니라 반응기 크기 설정은 단일 압축기 배출 압력의 선택에 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 배출 압력은 이어서 대략 15 bar abs로 상승될 수 있어, 따라서 하나의 다단 원심 압축기 내의 CO₂ 압축과 조합되도록 연도 가스 압축의 일 스테이지를 방지한다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 전기의 발생을 위해 발전소 내에 일체화될 수 있는 본 발명에 따른 연도 가스 처리 시스템의 실시예의 다이어그램.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 도 1은 화석 연료 연소식 발전소로부터 발생하는 연도 가스의 처리를 위한 연도 가스 처리 시스템(1)을 도시한다. 발전소 자체는 터빈을 구동하기 위해 작동 매체의 발생을 위한 화석 연료의 연소로부터 발생하는 연도 가스를 안내하는 라인(2)을 제외하고는 도시되어 있지 않다. 처리 시스템(1)은 본질적으로 언급된 순서로 직렬로 배열된 제 1 압축기 시스템(C1), 열 회수 시스템(HR), 제 2 압축기 시스템(C2)으로 연도 가스를 안내하는 연도 가스 라인(2)과, 미래의 사용을 위한 설비로 분리된 CO₂를 안내하기 위한 CO₂-라인(3)을 포함한다. 연도 가스 라인(2)은 발전소로부터, 단일 연도 가스 압축기(5)를 포함하는 제 1 압축기 시스템(C1)으로 이어진다. 열 회

수 시스템(HR)은 압축기(C1)에 의해 방출된 압축된 연도 가스의 냉각 및 연도 가스로부터 발전소로의 열의 전달을 위한 열 교환기를 포함한다. 제 2 압축기 시스템(C2)은 연도 가스의 저압 압축 및 정화된 CO₂의 고압 압축을 위한 조합된 다단 및 인터쿨링된 압축기 시스템을 포함한다. 마지막으로, 라인(3)은 CO₂의 운반, 저장 또는 향상된 오일 회수와 같은 미래의 사용을 위해 시스템(1)으로부터 이격하여 다른 시스템(4)으로 정화되고 압축된 CO₂를 유도한다.

[0028] 연도 가스는 라인(2)을 경유하여 도시된 바와 같이 시스템(1)으로 유도되고, 여기서 연도 가스는 예를 들어 석탄 연소식 보일러로부터, 가스 연소 챔버 또는 산소 연소식 석탄 연소식 보일러로부터 발생할 수 있다. 이와 같이, 이들은 연도 가스 재순환이 있거나 없는 가스 터빈 발전소의 경우에 4% 이상 또는 증기 터빈 발전소용 산소 연소식 석탄 연소 보일러의 경우에 최대 60 내지 90%와 같은 다양한 농도의 CO₂ 가스를 포함할 수 있다. 보일러 또는 연소 챔버 다음에, 연도 가스는 정전 석출기 또는 직물 필터와 같은 필터 또는 황의 제거를 위한 임의의 다른 프로세스 유닛 내에서 전처리되어 있을 수 있다. 더욱이, 연도 가스는 NO_x 또는 수은의 제거를 위한 장치 내에서 처리되어 있을 수 있다.

[0029] 연도 가스 라인(2)은 구동기(6)에 의해 구동되고 5 내지 20 bar abs의 배출 압력으로 연도 가스를 압축하도록 구성된 저압 단열 연도 가스 압축기(5)로 CO₂ 함유 연도 가스를 이송한다. 압축을 위한 최소화된 전력 소비가 5 내지 8 bar abs, 예를 들어 7 bar abs의 배출 압력을 위한 구성으로 달성될 수 있다. 단열 압축기(5)는 20 bar 이하의 배출 압력으로 압축을 위해 구성된다. 이 한계보다 높은 배출 압력으로의 압축은 전력 소비를 증가시킬 수 있어 단열 압축기의 사용으로부터 임의의 이득이 더 이상 존재하지 않게 될 것이다. 이는 대략 8 bar abs의 압력 후에, 단열(축방향) 전력 소비가 인터쿨링된 원심 압축기의 것보다 높게 되는 사실에 기인한다. 이 압력 후에, 축방향 기계 내의 더 효율적인 휠을 갖는 이점은 인터쿨링의 부재시에 가스 온도 증가에 기인하는 전력 소비의 증가에 의해 더 많이 보상된다는 것이다. 압축기 배출부에서, 압축된 연도 가스는 ca. 200℃ 내지 280℃의 온도를 가질 수 있다. 단열 압축기의 최적 배출 압력은 전력 소비의 최소화에 의해, 뿐만 아니라 물/증기 사이클 적분, 존재하는 경우 SO_x 및 NO_x의 중간 제거, 뿐만 아니라 기계 선택과 같은 부가의 파라미터에 의해 설정될 것이다.

[0030] 라인(7)은 저압 연도 가스 압축기(5)의 배출부로부터 제 1 열 교환기(8)로 이어지고, 이를 통해 압축된 고온 연도 가스가 물 또는 다른 냉각 매체의 유동으로 역류로 유동한다. 냉각 매체는 열 교환기(8)로부터 라인(9)을 경유하여, 발전소와 연결된 시스템 또는 발전소 내의 시스템에서의 열 회수를 위한 시스템으로 안내된다. 단열/축방향 연도 가스 압축기(5)는 원심 압축기가 이 위치에서 대신에 사용되는 경우에 비교하여 고온(170 내지 240℃)에서 연도 가스로부터의 열의 회수를 허용한다. 이 열은 발전소에서 효율적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 도시된 실시예에서, 열 회수 시스템은 증기 터빈 시스템의 물/증기 사이클(9)이다. 특정 예에서, 이 물 유동은 공급수 예열기에 또는 응축물 추출 펌프에 연결된다. 응축물의 일부는 연도 가스에 의해 직접 가열될 수 있어, 따라서 저압 히터를 바이패스한다. 저압 히터의 증기 소비는 감소되고, 그 결과 더 많은 증기가 사이클 증기 터빈 내에서 팽창되고 설비는 더 많은 전력을 생성할 수 있다. 단열/축방향 연도 가스 압축기의 사용에 기인하여, 0.5% 내지 1%의 발전소의 총 전력 출력의 이득은 단지 원심 연도 가스 압축기만을 갖는 발전소의 총 출력에 걸쳐 성취될 수 있다. 본 발명에 따른 발전소는 단지 원심 압축만을 갖는 발전소와 동일한 수의 압축기 기계를 가짐에도 더 큰 출력을 성취한다.

[0031] 열 교환기(8)를 통해 통과된 후에, 연도 가스는 예를 들어 50℃의 온도를 갖는다. 연도 가스측에서, 열 교환기(8)는 라인(10)을 경유하여 추가의 열 교환기 또는 냉각기(11)에 연결되고, 여기서 연도 가스는 예를 들어 30℃의 온도로 더 냉각된다. 이 냉각으로부터 발생하는 열은 낮은 등급을 갖고 소산될 수 있다.

[0032] 라인(13)은 냉각기(11)로부터, 구동기(17)에 의해 구동되고 저압 연도 가스 압축기(14) 및 샤프트(16) 상에 배열되고 구동기(17)에 의해 구동되는 고압 CO₂ 압축기(15)를 포함하는, 조합된 압축 시스템(C2)으로 이어진다. 저압 연도 가스 압축기는 예를 들어 인터쿨러를 갖는 원심 압축기의 2개의 스테이지를 가질 수 있고, 반면에 고압 CO₂ 압축기는 예를 들어 인터쿨러를 갖는 4개 내지 6개의 스테이지를 가질 수 있다. 단열 압축기의 배출 압력이 낮으면, 즉 5 내지 20 bar abs로 제공된 배출 압력 범위 내에 있으면, 원심 저압 연도 가스 압축기는 또한 2개의 스테이지 대신에 3개의 스테이지를 가질 수 있다. 저압 압축기(14)에 의해 예를 들어 30 bar abs의 압력으로 압축된 연도 가스는 라인(18)을 경유하여 탈수 유닛(19)으로, 그 후에 극저온 유닛(20)으로 안내된다. 극저온 유닛에서, 연도 가스는 분리되어 정화된 CO₂ 가스 유동 및 질소, 산소 및 아르곤과 같은 불활성 가스를 포함하는 통기 가스를 생성한다. 통기 가스는 라인(21)을 경유하여, 동일한 샤프트(16) 상에 장착되거나 독립 사

프트 상에 장착될 수 있는 팽창기(22)로 송출된다. 본 발명에 따른 연도 가스 처리 시스템에서, 저압 연도 가스 압축 시스템(14) 및 고압 CO₂ 압축 시스템(15)은 동일한 샤프트 상에 배열되고, 반면 저압 연도 가스 압축 시스템은 극저온 정화 시스템의 상류측에 배열되고, 고압 CO₂ 압축 시스템은 정화 시스템으로부터 하류측에 배열된다.

[0033] 다음에, 주로 운반 및 저장을 위해 충분한 농도의 CO₂를 포함하는 극저온식으로 정화된 연도 가스는 110 bar abs의 압력으로 추가의 압축을 위해 유닛(20)으로부터 고압 압축기 시스템(15)으로 유도되고, 그로부터 CO₂의 추가의 사용을 위해 마지막으로 라인(3)을 경유하여 시스템(4)으로 유도된다. 극저온 프로세스는 정화된 CO₂-가스가 2개의 다른 압력에서 각각 압축기 시스템(15)으로 2개의 개별 유동으로 공급된다는 점에서 최적화될 수 있어, 이에 의해 압축기 전력 소비가 최소화된다. 하나의 제 1 저압 라인(1)은 정화된 CO₂ 가스를 압축기 시스템(15)의 전방 입구로 공급하고, 제 2 매체 압력 라인(2)은 정화된 CO₂ 가스를 압축기 시스템(15)의 중간 스테이지로 공급한다.

부호의 설명

[0034]

1: 연도 가스 처리 시스템	2: 연도 가스 라인
3: CO ₂ -라인	5: 단일 연도 가스 압축기
7: 라인	8: 열 교환기
9: 라인	10: 라인
11: 냉각기	13: 라인
14: 저압 연도 가스 압축기	15: 고압 CO ₂ 압축기
16: 샤프트	17: 구동기
18: 라인	19: 탈수 유닛
20: 극저온 유닛	C1: 제 1 압축기 시스템
C2: 제 2 압축기 시스템	HR: 열회수 시스템

도면

도면1

