(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
F25J 3/04

(45) 공고일자 1999년06월01일
(11) 등록번호 10-0190258
(24) 등록일자 1999년01월19일

(21) 출원번호 10-1991-0006113
(22) 출원일자 1991년04월17일
(65) 공개번호 특1991-0018064
(43) 공개일자 1991년11월30일

(30) 우선권주장 9008752.9 1990년04월18일 영국(GB)
(73) 특허권자 더 비오씨 그룹 피엘씨 마이클 위크햄
영국 지유20 6에이치제이 서리 윈들햄 셔트시 로드
(72) 발명자 앙드레아부틀
영국 티더블류9 3엔비서리큐샌디콤브로드 빅토리아파라드2에이
(74) 대리인 장성구

심사관 : 장정숙

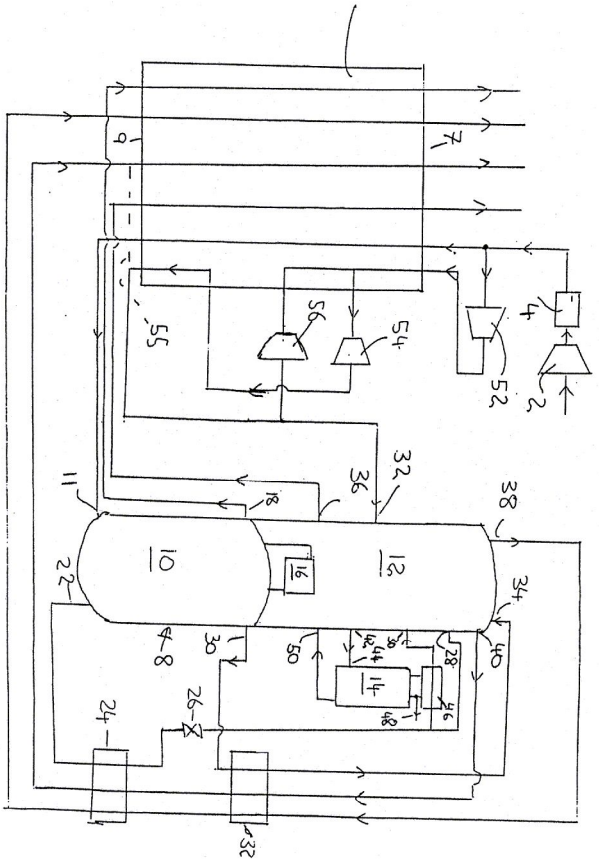
(54) 공기분리방법

요약

본 발명은 공기로부터 산소 생성물을 분리하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

압축된 공기류는 고압단(10) 및 저압단(12)을 갖는 이중 정류관(8)에서 분리된다. 저압단(12)은 상승 증기와 하강 증기 사이에 물질 전달을 수행하기 위하여 이론적인 단 당 400 Pa 이하의 압력강하를 갖는 저압력강하 액체-증기 접촉수단(13), 예를들면, 구조화된 팩킹을 함유한다. 기체 산소류 생성물은 유출구(36)를 통해 저압단(12)로부터 회수되고, 압축된 공기류(냉각을 유발함)와 향류 관계로 열교환기(6)에서 주위 온도 근처로 가온된다. 이러한 방법에 대한 냉각은 유입공기 일부를 팽창시킴으로써 일어난다. 저압단(12)에서 저 압력강하 액체-증기 접촉수단(13)을 사용함으로써, 고압단에서 얻어진 작동 압력은 유입 공기를 저온으로 압축(예를들면, 5 내지 6 bar 범위의 압력)할 수 있는 종래의 공정보다 낮게 할 수 있다. 이러한 압력에서, 열교환기(6)를 효율적으로 작동시키기 위해서는 2 개의 팽창 터어빈(54 및 56)을 사용한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

공기 분리방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 첫번째 방법 및 장치를 나타내는 공정 흐름도이다.

제2도는 본 발명에 따른 두번째 방법 및 장치를 나타내는 공정 흐름도이다.

제3도는 이중 정류관의 저압단에서 저 압력강하 액체-증기 접촉 수단을 사용하여 종래의 공기 분리장치의 열교환기에 대한 온도에 대하여 도시된 열부하의 그래프이다.

제4도 및 제5도는 이중 정류관에서 종래의 트래이(tray)로 보편적으로 작동된 공기 분리장치(제4도), 이중관의 저압단에서 저 압력강하 액체-증기 접촉수단을 보편적인 사이클을 작동시키는 장치(제4도 및 제5도), 및 수반된 도면의 제1도에 나타난 바와 같은 장치(제5도)에 대한 열부하에 대하여 가온된 류(stream)와 냉각된 류사이의 온도차이의 도시도이다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 공기 분리방법, 특히 산소 생성물을 생성시키기 위한 공기 분리방법에 관한 것이다.

기체 산소 생성물을 생성시키고자 극저온에서 정류시킴으로써 공기를 분리하는 것은 널리 공지되어 있는 통상적인 방법이다. 보편적으로 수행되는 방법은 산소 또는 질소에 비하여 비교적 낮은 휘발성을 갖는 이산화탄소 및 수증기등과 같은 성분들을 제거하기 위하여 압축된 공기를 정화시킴을 포함한다. 이때, 공기는 통상적인 압력에서 대략 그의 포화 온도를 열교환기내에서 냉각된다. 수득된 냉각 공기는 고압단 및 저압단을 포함하고 있는 이중 정류관의 고압단에 도입된다. 이러한 단들은 둘다 하강 액상과 상승 증기상을 균질 접촉시켜 이들 사이의 물질 교환을 일으키게 하는 액체-증기 접촉수단을 함유하고 있다. 이중 정류관의 저압단 및 고압단들은 고압단의 상부에서 질소 증기가 저압단의 기부에서 액체 산소의 비등에 의해 냉각되는 냉각기-리보일러(reboiler)에 의해 결합된다. 고압단은 저압단에 산소가 풍부한 액체 공급물 및 액체 질소 환류를 제공한다. 저압단은 산소 생성물 및 전형적으로는 질소 생성물을 생성한다. 보편적으로 질소 생성물은 저압단의 상부로부터 얻어지며, 폐기 질소류는 질소 기체가 그의 최대 순도 수준에 있을때보다 다소 적은 수준으로 회수된다. 산소 및 질소 생성물 류 및 폐기 질소류는 유입 압축된공기류에 향류로 열교환기를 통해 돌아오므로, 압축된 공기류가 냉각함에 따라 가온된다.

필요하다면, 이들 방법도 불순한 아르곤 생성물을 생성 시키는데 사용할 수 있다. 이러한 생성물이 필요하다면, 아르곤에 풍부한 산소 증기류를 저압단의 중간 높이에서 회수하고, 액체-증기 접촉 수단을 함유

한 제3정류관에서 분별한다. 이러한 관에는 그의 상부에 냉각기가 장착되어 있으며, 고압단으로부터 회수된 산소-풍부한 액체의 일부는 상기 냉각기에 냉각을 제공하는데 사용할 수도 있다. 아르곤 생성물은 아르곤 분리관의 상부로부터 회수되고, 액체 산소는 아르곤 관의 기부에서 이중 정류관의 저압단으로 돌아올 수도 있다.

공기의 정류는 극저온에서 일어나므로, 냉각 공정을 수행하는 것이 필요하다. 이것은 적합한 저온에서 일부의 냉각 공기류를 수득하고, 그것을 터어빈내에서 외부일의 수행으로 팽창시킨 다음, 이중 정류관의 고압단 또는 저압단에 도입시킴으로써 보편적으로 수행된다. 때때로, 액상에서 일부의 산소를 생성시키려면, 압축된 공기류를 분리하고, 소량의 공기류를 추가로 압축하고, 열교환기내에서 냉각한 다음, 터어빈에서 팽창시키고, 정류관의 저압단에 도입시킨다. 예를들면, US-A-4 746 343 및 DE-B-2854508을 참조하기 바란다. 정류를 제공하는데 널리 공지된 또 다른 방법은 이중 정류관의 고압단으로부터 질소 증기류를 수득하여 열교환기를 통해 상기류를 회수한 다음, 그것을 터어빈의 외부일의 수행으로 팽창시켜, 열교환기의 냉각 말단부에 들어오는 전압 질소류로 질소를 복귀시키는 방법이다. 이러한 사이클은 종래 기술의 EP-A-321 163 및 EP-A-341 854에 기술되어 있다.

그러므로, 일반적으로 공기의 극저온 정류에 의해 산소 기체 생성물의 생성시, 냉각 공정을 제공하기 위해서는 단일 터어빈을 사용한다, 그러나, 산소 생성물의 생성시 필요한 냉각을 발생시키는데는 하나 이상의 터어빈을 사용하는 것도 제안되어 있다. 먼저, 산소 생성물이 전적으로 액체 상태인 것이 필요하다면, 2개의 분리 터어빈을 사용하는 것이 제안되어 있다. 이러한 상황하에 이러한 2개의 터어빈을 사용하는 것은 모든 산소를 액체상태로 발생시키기 위한 필수조건이 냉각 공정의 전체 필수조건에 상당히 부가하는 것이므로, 혁신적인 것은 아니다. GB-A-1 520 103 에서는 제1팽창기(17)가 -136°F(180K)에서 냉각 공기류를 생성시키고, 제2팽창기(22)가 -159°F(161K)의 온도에서 공기를 수득하며, 팽창에 의해 그의 온도를 -271°F(105K)로 줄여 공기를 정류관의 고압단에 도입시킨다. 유사한 공정은 US-A-4 883 518에 기술되어 있다. 또한, 대부분의 냉각이 정류관의 저압단에 공기를 직접 공급하는 제2터어빈을 부가함으로써, 정류관의 저압단에 공기를 직접 공급하지 않는 제1공기 터어빈에 의해 제공되는, 공기 분리 사이클을 개선시키는 방법 또한 제안되고 있다. 예를들면, EP-A-260 002를 참조하기 바란다. 그러나, 이러한 수단은 110K 미만의 유출온도를 갖는 두개의 터어빈이 모두 필요하다.

공기 분리 방법의 설계시, 이중관의 저압단의 조건은 특히 중요하다. 전형적으로, 대기압에서 저압단으로부터 기체 생성물을 생성시키는 것이 바람직하다. 생성물이 열교환 시스템을 통해 흐르기에 적절한 압력을 얻기 위해서는 이중관의 저압단의 상부에서 압력을 분별적으로 대기압 이상으로 하는 것이 바람직하다. 이때, 관의 저압단 기부에서의 압력은 저압관에 대해 선택된 이론적인 분리 단수 및 일론적 단당 압력 강하에 따라 변화한다. 고압단의 상부에서 기체 질소는 냉각기-리보일리가 적당히 작동하기 위하여 저압단의 기부에서 액체 산소의 온도보다 약 2K 높게 유지시키는 것이 전형적으로 필요하므로, 저압단의 기부에서의 압력은 이중관의 고압단의 상부에서 압력을 효과적으로 결정한다. 그러므로, 이중관의 고압단의 기부에서 압력은 단의 상부에서의, 이중관의 고압단에서 이론적인 분리 단수 및 이론적인 단당 압력강하에 따라 변화한다. 고압단 관의 기부에서 압력은 유입 공기를 압축시키는데 필요한 압력을 결정한다. 일반적으로, 이중관의 적어도 저압단에서 이론적인 액체-증기 접촉 트래이 당 평균 압력강하는 보편적으로 500 Pa(0.075 psi)보다 높다. 액체-증기 접촉을 수행하기 위하여 관 팩킹(packing)을 트래이 대신에 사용할 수도 있다는 것은 당해 기술분야에 널리 공지되어 있다. 이러한 팩킹의 하나의 특징은 현대의 트래이 설계시 공기 분리관들이 이론적인 트래이 당 압력강하를 전형적으로 사용되어온 수준 이하로 감소시키는 경향이 있을지라도, 상기 패킹들이 트래이보다 이론적인 분리 단당 압력강하를 낮게하는 경향이 있다는 것이다. 저압단은 저압 액체-증기 접촉수단을 갖는 저압단을 설계하고 있는 많은 이론적인 분리 단수(전형적으로 50개의 단수이상)를 함유할 수도 있으므로, 팩킹 또는 다수의 트래이는 공기 분리 사이클의 작동 변수에 상당한 영향을 미치며, 특히 유입 공기를 압축시키는데 필요한 압력의 감소를 가능하게 한다. 유입 공기를 압축시킬 수도 있는 압력의 전체적인 감소가 전형적으로 0.5 내지 1 bar일지라도, 이러한 압력강하는 공정내에서 열교환 시스템의 열열학적 효율에 상당한 영향을 미치므로 사용된 냉각 시스템에 대해 실질적인 바람직한 변화를 일으킬 수 있다는 것을 발견하였다. EP-A-321 163 및 EP-A-341 854 둘다 증류관의 저압단에서 저 압력강하 액체-증기 접촉 수단의 사용을 기술하고 있을지라도, 이중관과 함께 사용되는 냉각 사이클은 저압관의 존재하에 고압관으로부터 돌아온 질소류를 팽창시키는데 한개의 터어빈을 사용하는 종래의 특성과 같다.

본 발명에 따라서, 열교환수단에서 열교환에 의해 압축된 공기류의 온도를 정류에 의한 분리에 적합한 값으로 감소시키고, 그 결과로 냉각된 공기류를 공기 분리를 위해 이중 정류관(상기 이중 정류관은 저압단 및 고압단을 포함하고 있음)의 고압단에 도입시키고, 관의 고압단을 사용하여 저압단에 액체 질소 환류 및 산소가 풍부한 공기 공급물을 제공하고, 저압단으로부터 산소 생성물을 회수하는 것을 포함하는, 공기로부터 산소 생성물을 분리하는 방법이 제공되며, 이 방법으로, 70% 이상의 산소 생성물은 이중 정류관으로부터 기체로서 얻어지며, 최소한 저압단은 균질 접촉에 의해 액체와 증기사이에 물질 전달이 일어나도록 저 압력강하 액체-증기 접촉수단(차후에 정의함)을 포함하는 것이 바람직하고, 상기 방법을 위한 냉각은 외부일의 수행으로 2 개이상의 유체 분리 팽창의 수행에 의해 2 단계를 통해 일어나며, 이때 상기 제1팽창은 고온에서 열교환 수단으로부터 유체를 얻은 다음, 저온에서 유체를 상기 열교환 수단에 회수하고(상기 두개의 온도는 열교환 수단의 냉각 말단부의 공기류의 온도와 가온 말단부에서 공기류의 온도사이에 있음), 상기 제2팽창은 상기 압축된 공기류가 열교환 수지의 냉각 말단부를 나가는 온도 또는 그 이하의 가장 낮은 온도에서 유체를 생성한다.

본문에서, 저 압력강하 액체-증기 접촉수단 이란 보편적인 조건하에 이론적인 분리 단당 400 Pa 미만의 압력강하를 갖는 액체-증기 접촉수단을 의미한다. 액체-증기 접촉 트래이의 경우에 이론적인 분리단 이란 이론적인 트래이를 의미한다. 액체-증기 접촉관에 사용된 이론적인 트래이 수는 사용된 실제 트레이 수와 각 트래이의 평균 효율을 곱한 것이다. 팩킹, 예를들면 배열 또는 구조화된 팩킹의 경우, 이론적인 분리단은 이론적인 트래이 또는 판과 동일한 분리를 제공하는 팩킹과 같은 높이이다. 이러한 변수는 때때로 HETP로서 공지되어 있다. 저압단에서 배열 또는 구조화된 팩킹을 사용함으로써 고압단의 동압력(단의 중간이상의 지점에서)은 5.5 bar 미만으로 유지될 수도 있다. 고압단의 작동압력을 더욱 낮추려면,

저압단으로부터 재비등시켜 고압단에 한류를 제공하는 냉각기-리보일러의 가온 말단부 및 냉각 말단부사이의 온도차이를 극속화시키면 된다.

또한, 본 발명은, 주공기 압축기, 주공기 압축기로부터 압축된 공기류를 정류에 의한 분리에 적합한 온도로 감소시키는 열교환 수단, 저압단과 고압단을 갖는 이중 정류관(여기서, 고압단은 열교환 수단으로부터 압축된 공기류에 대한 출구와 통하고 있으며, 최소한 저압단은 균질 접촉에 의해 액체와 증기 사이에 물질전달을 수행하기 위한 저 압력 강하 액체-증기 접촉수단(상기 정의된 바와 같음)을 포함한다), 저압단기부로부터의 산소가 풍부한 유체 및 고압단 상부로부터의 액체 질소를 저압단에 각각 이동시키기 위하여 저압단에서 고압단까지 연결된 도관, 저압단으로부터 열교환 수단의 냉각 말단부에 다시 산소 생성물 질소를 인도함으로써 산소 및 질소를 유입 공기에 대한 향류 열교환 관계로 열교환 수단을 통해 다시 통과시킬 수 있게 하는 도관, 사용시 고온에서 열교환 수단으로부터 유체를 수득하고 저온에서 그 유체를 상기 열교환 수단으로 회수하는 장치에 냉각을 발생시키는 제1팽창 터어빈(여기서, 상기 두개의 온도는 열교환 수단의 냉각 말단부 및 가온 말단부에서 공기기류의 온도사이에 있음), 및 사용시 압축된 공기류가 열교환 수단의 냉각 말단부에서 배출되는 온도 또는 그 이하의 유출온도를 가짐으로써 기체로서 산소 생성물의 최소한 70%를 취할 수 있는 제2팽창 터어빈을 제공한다.

(터어빈) 팽창중의 적어도 하나의 압축된 공기류로부터 수득된 압축 공기상에서 수행되는 것이 바람직하다. 필요에 따라서, 압축된 공기류는 두개의 팽창을 위한 유체 공급원일 수도 있다. 압축된 공기류가 하나의 팽창만을 위한 유체의 공급원인 공정의 실례에 있어서, 다른 팽창을 위한 이중 정류관의 고압단의 상부로부터 회수된 질소류로부터 수득하는 것이 바람직하다. 이러한 류는 전형적으로 이중 정류관의 저압단의 상부로부터 열교환 수단을 통해 돌아오는 저압 질소류의 압력으로 팽창된다.

제1팽창을 위해 공기는 이중관의 고압단에 도입된 상기 압축된 공기류보다 높은 압력으로 압축되는 것이 바람직하다. 따라서, 압축된 공기류는 열교환 수단의 가온 말단부의 상류로 분리되고, 분리된 공기류의 한부분은 또다른 압축기로 더욱 냉각된 다음, 주공기류의 평행하게 열교환 수단을 통해 통과된 다음, 팽창을 위하여 적합한 중간 온도에서 회수된다.

제1(터어빈)팽창은 120 내지 160K 범위의 온도에서 유체를 생성시키는 것이 바람직하다. 또한, 제2팽창을 위한 유체는 120 내지 160K 범위의 온도에서 열교환 수단으로부터 회수되는 것이 바람직하다.

압축된 공기를 두개의(터어빈) 팽창을 위한 유체의 공급원으로서 사용할 경우, 터어빈은 서로 평행하게 연결되는 것이 바람직하다. 그러나, 제1또는 고온 팽창으로부터 팽창된 유체를 열교환 수단에 회수하고, 그것을 열교환수단으로 열교환수단의 가온 말단에서 압축된 공기류의 온도보다 적은 온도로 재가온한 다음, 제2 또는 저온 팽창을 위하여 유체의 공급원으로서 재가열된 공기류를 사용하는것 또한 가능하다.

저온 팽창을 압축된 공기상에서 수행할 경우, 결과의 팽창된 유체는 유체의 압력에 따라서 정류관의 고압단 또는 저압단에 도입될 수도 있다.

본 발명에 따른 방법 및 장치는 공기 분리장치의 작동에 사용하여 기체로서 산소 생성물을 전적으로 생성하거나, 또는 액체로서 30부피% 이하(특히 10 부피% 이하)의 산소 생성물을 생성하는데 적합하다. 후자의 실례에서, 공정에 대한 냉각 필수조건은 특히 일정 비율의 산소 생성물이 액체로서 생성될 경우, 액체로서 수득된 산소 생성물 비율이 증가함에 따라 증가된다. 제1 및 제2 팽창에 대한 유체의 공급원으로서 공기를 사용하는 공정의 실례에 있어서, 그것은 제1팽창에 대하여 얻은 것보다 높은 압력에서 제2팽창에 대하여 전형적으로 얻어진다.

본 발명에 따른 방법은 이중 정류관의 저압 및 고압단에서 액체-증기 접촉수단, 및 냉각기-리보일러의 가온말단부와 냉각 말단부사이의 온도 차이에 의해 야기된 압력강하로 인해 고압단이 45 내지 5.5 bar 범위의 압력에서(이론적인 중간단에서) 작동할 경우 특히 유용하다.

터어빈 팽창을 위한 유체의 공급원이 고압단으로부터의 질소인 경우, 고압단 상부로부터의 질소류는 그의 냉각 말단부에서 가온 말단부로 열교환 수단을 통해 통과된 다음, 적어도 일부분의 결과의 가온된 질소는 재압축되고, 열교환 수단을 통해 주공기류와 병류로 돌아온 다음, 적합한 중간 온도에서 상기 교환 수단으로부터 회수되고, (터어빈) 팽창 된다. 이때, 결과의 팽창된 질소류는 전형적을 이중 정류관의 저압단으로부터 열교환 수단을 통해 회수된 질소류와 결합된다.

본 발명에 따라서 외부일의 수행으로 유체의 2개의 분리 팽창을 사용함으로써 열교환 수단의 길이 전체에 효율적인 열교환을 유지하는 것이 가능하다.

본 발명에 따른 방법 및 장치는 수반된 도면을 참조하여 이하에 기술할 것이다.

도면의 제1도 및 제2도에서 유사한 부품들을 도일한 도면 부호로 나타나 있으며, 제1도에 관한 기술은 제2도에 다시 기술되지 않는다.

도면의 제1도에 있어서, 유입 공기류는 5 내지 6 기압 범위의 압력으로 압축기(2)에서 압축된다. 압축기(2)는 그것과 함께 결합된 후 냉각시(도시되어 있지 않음)를 갖고 있어 압축 후 공기의 온도를 주위공기의 값과 근접한 값으로 되돌린다. 그다음, 결과의 압축된 공기류는 수증기, 이산화탄소 및 비교적 저휘발성인 기타 불순물을 흡착에 의해 공기로부터 제거하는 정제장치(4)를 통해 통과된다. 전형적으로, 다수의 흡착층중에서 일부의 몇개의 층은 한번에 공기를 정제하는데 사용되고, 이외의 층은 고온 기체에 의해 재생된다. 그 다음, 결과의 정제된 공기류는 가온 말단부(7)에서 (주위온도 주변에서) 열교환 수단(6)을 흐르고, 열교환기를 통해 공기의 포화온도에서 그의 냉각 말단부(9)를 나간다.

냉각된 공기는 열교환기(6)의 냉각 말단부(9)에서 유입구(11)를 통해 이중 정류관(8)의 고압단(10)의 기부로 흐른다. 또한, 정류관(8)은 측면 아르곤 정류관(14)에 아르곤이 풍부한 산소를 공급하도록 되어 있는 저압단(12)를 포함하고 있다. 정류관(12 및 14)은 두개 모두 균질 접촉으로 하강 액상과 상승 증기상 사이에 물질 교환을 수행하기 위한 저 압력강하 액체-증기 접촉수단(13 및 15)(예를들면 구조화된 팩킹)을 함유한다. 상시 설명한 바와 같이, 이중 정류관(8)의 저압단(12)의 상부에서 작동압력, 정류관(8)의

고압단(10) 및 저압단(12)에서 이론적인 분리단수 및 정류관(8)의 단(10 및 12)의 각각에서 이론적인 단당 평균 압력강하는 유입 공기를 압축기(2)에서 압축하는 압력을 결정한다(이러한 압력은 정류관(8)의 단들(10 및 12)에 사용된 액체 증기 접촉수단의 이론적인 단당 평균 압력을 덜 저하시키는 경향이 있음).

저 압력강하 액체-증기 접촉수단의 사용이외에도, 정류관(8)은 종래의 것과는 다른점을 갖고 있다. 이중 정류관(8)의 저압단(12) 및 고압단(10)을 연결하고 있는 냉각기-리보일러(16)는 고압단(10)의 액체 질소 환류를 제공한다. 그리하여, 하강 액상은 상승 증기상과 접촉하여 그 결과 그 사이에서 물질 교환이 일어나게 된다. 이러한 증기-액체 접촉은 고압단(10)에서 사용된 액체 증기 접촉수단(도시되어 있지 않음)(예를들면, 종래의 씨브 트래이(sieve tray) 또는 구조화된 팩킹)의 표면상에서 일어난다. 따라서, 정류관(8)의 고압단(10)을 하강하는 액상은 점진적으로 산소가 더욱 풍부해지며, 고압단(10)을 상승하고 있는 증기상은 점진적으로 질소가 더욱 풍부해진다. 그러므로, 실제적으로 순수한 질소 증기는 고압단(10)의 상부에서 제공된다. 약간의 질소 증기는 냉각기-리보일러(16)로 통과된 다음, 냉각된다. 그 나머지 질소는 유출구(18)을 통해 정류관(8)을 나와, 열교환기(6)을 통해 그의 냉각 말단부(9)에서 가온 말단부(7)까지 다시 통과한다. 이에 의해 가온된 질소류는 생성물로서 수득될 수 있다. 그러나, 필요에 따라서, 모든 질소 증기는 냉각될 수 있으며, 질소 생성물은 고압단(10)으로부터 수득되지 않는다. 이러한 방법은 아르곤을 최대로 생성하는 것을 돕는다.

산소가 풍부한 액체류는 유출구(22)를 통해 정류관(8)의 압단(10)의 기부로부터 회수된 다음, 열교환기(24)를 통해 통과함으로써 차 냉각된다. 그 다음, 액체-산소가 풍부한 차 냉각된 공기는 주울-톰슨 밸브(26)를 통과한 다음, 정류관(8)의 저압단(12)으로 도입하는데 적합한 수준으로 압력이 감소된다. 다수의 수득된 유체류는 유입구(28)를 통해 정류관(8) 저압단(12)에 도입된다. 그 다음, 이러한 공기는 정류관(8)의 저압단(12)에서 하기 기술하는 바와 같이 산소 및 질소 생성물로 분리된다.

냉각기-리보일러(16)로부터의 액체 질소 냉각류는 유출구(30)를 통해 정류관(8)의 고압단(10)으로부터 회수되고, 열교환기(32)를 통해 통과함으로써 차 냉각된 다음, 유입구(34)를 통해 정류관(8)의 저압단(12) 상부로 통과한다. 그러므로, 정류관을 하강하고 있는 액체 질소는 액체 증기 접촉수단(도시되어 있지 않음)으로 하강 증기와 접촉한다. 정류관을 하강함에 따라 액체는 점진적으로 산소가 풍부하게 된다. 실질적으로 순수한 액체 산소는 단(12)의 기부에서 수집하고, 냉각기-리보일러(16)에서 질소 증기를 냉각시킴으로써 재비등되며, 이로인해 단(12)등 통해 증기의 상향 흐름이 일어난다. 상승 증기 및 하강 액체의 이러한 영역내로 유입구(28)를 통해 산소가 풍부한 공기를 도입시키면, 산소가 풍부한 공기를 산소 및 빌소로 분리할 수가 있다. 또한, 증기 상태에서 산소가 풍부한 제2공기류는 하기 기술되는 바와 같이 유입구(30)를 통해 정류관(8)의 저압단(12)에 도입되며, 팽창된 공기류도 하기 기술되는 바와 같이 유입구(32)를 통해 저압단(12)에 도입된다.

3개의 개별적인 생성물류는 정류관(8)의 저압단(12)으로부터 회수된다. 기체 산소 생성물류는 유출구(36)를 통해 단(12)의 기부 영역으로부터 회수되고, 냉각 말단부(9)에서 가온 말단부(7)로 열교환기(6)를 통해 통과한다. 기체 질소 생성물류는 유출구(38)를 통해 정류관(8)의 저압단(12)의 상부로부터 회수되고, 정류관(8)의 고압단(10)의 상부로부터 유출구(30)를 통해 회수된 액체 질소류에 대해 향류로 열교환기(32)를 통해 먼저 통과한 다음, 정류관(8)의 고압단(10)으로부터 유출구(22)를 통해 회수된 산소가 풍부한 액체에 향류로 열교환기(24)를 통해 흐른다음, 냉각 말단부(9)에서 가온 말단부(7)로 열교환기(6)를 통해 흐른다. 세번째로, 소량의 산소 불순물을 함유한 질소류는 유출구(40)를 통해 정류관(8)의 저압단(12)의 상부 근처로부터 회수되며, 열교환기(32, 24 및 6)을 통해 흐르고 있는 유출구(38)를 통해 회수된 질소류와 병류로 돌아온다. 이러한 질소류는 정제장치(4)의 흡착층을 재생하기 위한 기체 공급원으로서 사용될 수도 있다.

또한, 정류관(8)의 저압단(12)은 분리를 위해 아르곤관(14)에 아르곤이 풍부한 산소류를 공급하는데 사용한다. 따라서, 아르곤이 풍부한 산소류는 유출구(42)를 통해 관(8)의 저압단(12)으로부터 적합한 수준으로 회수되고, 유입구(44)를 통해 관(14)에 도입된다. 관(14)에 대한 환류는 밸브(26)를 통해 통과하는 일부의 산소가 풍부한 팽창된 액체류에 의해 냉각기(46)내에 있는 관(14)의 상부로부터 통과한 증기를 냉각시킴으로써 제공된다, 결과의 일부 냉각물은 조 아르곤 생성물로서 유출구 (48)를 통해 회수되는 반면에, 나머지 냉각물은 환류로 관(14)의 상부에 돌아온다. 물질교환은 하강 액체와 상승 증기상사의 관(14)에서 일어난다. 관의 상부에서 생성된 조 아르곤 생성물 뿐만아니라, 액체 산소류는 유입구(50)를 통해 관(8)의 저압단(12)에 돌아오고, 냉각기(46)을 통해 통과하는 액체 산가 풍부한 공기는 증기화되어, 결과의 증기는 유입구(30)를 통해 관(8)의 단(12)에 도입된다.

도면의 제1도에 예시된 방법 및 장치에 냉각을 제공하기 위하여, 정류장치(4)를 나오는 일부의 유입 압축 공기류는 열교환기(6)의 가온 말단부(7)의 상류로 수득되며, 후냉각기(도시되어 있지 않음)가 결합된 압축기(52)에 압축된다. 압축된 공기류는 8 내지 10 bar의 압력에서 압축기(52)를 떠나고, 가온 말단부(7)를 통해 열교환기(6)에 흐른다. 이러한 류는 열교환기(6)를 통해 통과하는 도중에 더욱 분리된다. 보조류는 200 내지 250K의 전형적인 온도에서 얻어지고, 제1 또는 가온 터어빈(54)에서 외부일의 수행으로 팽창된다. 결과의 팽창된 공기는 저압단(12)의 압력에서 전형적으로 터어빈(54)를 떠나, 적당한 중간 영역에서 열교환기(6)에 다시 흐른다. 그 다음, 류는 동일한 병류로 열교환기(6)를 통해 흐름을 지속한 다음, 주공기류와 동일한 방향으로 흐름을 지속하고, 냉각 말단부(9)를 통해 열교환기(6)를 나온다. 그 다음, 이러한 공기류는 유입구(32)를 통해 정류관(8)의 저압단(12)에 도입된다. 보조류 터어빈(54)에서 팽창시키기 위하여 얻은 공기류의 나머지는 전형적으로 120 내지 160K 범위의 중간온도에서 열교환기(6)로부터 회수되고, 정류관(8)의 저압단(12)에 도입시키는데 적합한 온도 및 압력으로 제2 또는 냉각 터어빈(56)에서 팽창된다. 터어빈(56)을 나온후, 이러한 류는 소모된 다른 공기류와 재혼합되어, 유입구(32)를 통해 정류관(8)의 저압단(12)에 들어온다. 그러나, 필요에 따라서, 터어빈(54 및 56)으로부터 일부의 또는 모든 공기는 도관(55)을 통해 열교환기(6)의 냉각 말단부(9)의 상류로 폐기된 질소류와 혼합될 수도 있다.

전형적으로, 한개 또는 두개의 터어빈(54 및 56)은 압축기(52)의 축에 결합된 축들을 갖고 있으므로, 터

어빈(54 및 56)에서 공기의 팽창에 의해 수행된 일은 압축기(52)를 추진하는데 사용할 수 있다.

가온 터어빈(54)을 나온 기체류는 냉각 터어빈(56)에 대한 공급물을 얻은 것과 동일한 온도에서 열교환기(6)에 들어오는 것이 편리하다.

터어빈(54 및 56)을 작동시킴으로써, 열교환기(6)에 냉각된 류와 매우 유사하게 가온되는 류의 온도 프로파일을 유지하여, 열교환기(6)의 가동과 관계되는 일손실의 양을 극소화 시키는 것이 가능하다.

제2도에서는 제1도에 나타난 방법 및 장치를 변화시켜 예시한다. 이러한 변화에 있어서, 압축기(52)를 통해 흐르고 있는 모든 공기는 200 내지 250K범위의 온도에서 터어빈(54)에 팽창시키기 위하여 회수된 다음, 120 내지 150K범위의 온도에서 열교환기(6)에 돌아온다. 그러므로, 터어빈(56) 및 그것과 결합된 도관은 제2도에 나타난 장치로부터 생략된다. 대신에, 냉각 질소 터어빈(58)이 제공된다. 이러한 실례에서, 정류관(8)의 고압단(10)의 유출구(18)로부터 회수된 일부의 고압 질소류는 열교환기(6)로부터 120 내지 150K 범위의 온도에서 얻어지고, 외부일의 수행으로 터어빈(58)에서 팽창되고, 열교환기(6)의 냉각 말단부(9)에 들어오는 즉시 상류로 질소 생성물류의 압력 및 전형적으로 온도에서 질소 생성물류(도관(38)을 통해 정류관(8)의 저압단(12)으로부터 회수됨)와 합체된다. 터어빈(54 및 58)을 작동시킴으로써 열교환기(6)에서 가온된 류의 온도 프로파일을 냉각되는 류와 매우 유사하게 유지시킬 수 있다.

제3도에는 저 압력강하 액체 증기 접촉수단을 사용하여 이중 정류관 및 측면 아르곤관과 결합으로 사용할때, 공기를 분리시키기 위한 종래의 사이클의 상응하는 열교환기에서 가온 및 냉각된 류에 대하여 온도에 대한 열부하의 도시도를 나타내고 있다. 이러한 종래의 장치는 8.2 bar 및 162K의 유입 압력 및 온도와 1.3 bar 및 102K의 유출 압력 및 온도를 갖는 한개의 터어빈만 사용함으로써, 결과의 팽창된 공기는 이중 정류관의 저압단에 부분적으로 도입되고, 그 나머지는 폐기 질소류로 배출된다. 제3도로부터 알 수 있듯이 가온되는 류의 온도프로파일은 매우 유사하게 냉각되는 류의 온도와 균형을 이루고 있다. 그러므로, 제3도에 기술하여 나타난 장치의 작동이 열교환기의 작동시 매우 비효율성을 제공한다는 것은 옳지 않다.

본 출원인은 저압 액체-증기 접촉수단을 갖는 표준 장치의 작동을 연구하고, 열부하에 의해 나타난 바와 같이 주열 교환기내에서 가온되는 류와 냉각되는 류사이의 온도 차이의 변화를 분석하였다. 최대 델타 T 사 약 5.5K로 올라간다는 것은 제4도의 곡선 A로부터 알 수 있다. 곡선 B는 저 압력강하를 갖지 않는 표준 증류 트래이를 정류관에 사용한 것을 제외하곤, 제3도에 분석된 것과 동일한 장치에 대한 같은 온도 프로파일을 나타내고 있다. 가온되는 류와 냉각되는 류 사이의 온도 차이는 전자의 경우에서 보다 후자의 경우에 더욱 높다는 것을 쉽게 알 수 있다. 그러므로, 저 압력강하 액체-증기 접촉수단을 갖는 종래의 장치의 조작시에는 부가적인 상당한 비효율이 수반된다. 곡선C (제5도 참조)는 제1도에 나타난 바와 같은 장치에서 열교환기(6)의 작동을 나타낸다. 이러한 장치의 작동변수는 터어빈(54)이 8.8bar와 244K의 유입 압력 및 온도 그리고 1.25bar와 95K의 유출 압력 및 온도를 각각 갖도록 하기 위한 것이다. 압축기(2)의 유출 압력은 5.6bar이다. 따라서, 공기는 약 5.2bar의 압력에서 유입구(11)를 통해 이중 정류관(8)의 고압단(10)에 들어간다. 제4도 및 제5도로부터 곡선 C에 둘러싸인 영역은 곡선 A 또는 곡선 B에 둘러싸인 영역보다 상당히 적다는 것을 알 수 있다. 그러므로, 곡선 C로 나타난 방법(본 발명의 방법)은 곡선 A 및 B로 나타난 것들보다 훨씬 효과적이다. 따라서, 저 압력강하 액체-증기 접촉수단을 장치의 정류관에 사용할때 본 발명에 따른 방법 및 장치로 공기 분리장치의 비교적 효율적인 작동을 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

압축된 공기류의 온도를 열교환 수단에서 열교환에 의해 정류로 분리시키기에 적합한 값으로 감소시키고, 이로인해 냉각된 공기류를 공기 분리용 이중 정류관의 고압단에 도입시키고(상기 이중 정류관은 저압단 및 고압단을 포함하고 있음), 상기 정류관의 고압단을 사용하여 액체 질소 환류 및 산소가 풍부한 공기 공급물을 저압단에 제공하고, 저압단으로부터 산소 생성물을 회수하는 것을 포함하고 있으며, 이때, 70% 이상의 산소 생성물을 이중 정류관으로부터 기체로서 수득하고, 최소한 저압단이 균질 접촉으로 액체와 증기 사이에 물질 전달을 수행하기 위하여 이론적인 분리단 당 400 Pa 미만의 압력강하를 갖는 액체-증기 접촉수단인 저 압력강하 액체-증기 접촉수단을 포함하고, 공기로부터 산소 생성물의 분리 방법을 위한 냉각이 외부일의 수행으로 유체의 2회이상의 개별적인 팽창을 수행함으로써 2 단계로 일어나는데, 이때 이러한 제1팽창은 고온에서 열교환 수단으로부터 유체를 수득하고 저온에서 유체를 열교환 수단에 돌려 보내고(상기 온도는 둘다 열교환 수단의 냉각 말단부와 가온 말단부에서의 공기류의 온도 사이에 있음), 상기 제2팽창은 상기 압축된 공기류가 열교환 수단의 냉각 말단부를 나가는 온도 이하의 가장 낮은 온도에서 유체를 생성시키는, 공기로부터 산소 생성물을 분리하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 팽창중의 1회 이상을 압축된 공기류로부터 얻은 압축된 공기로 수행하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1팽창이 120 내지 160K 범위의 온도에서 유체를 생성시키는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 제2팽창을 위한 유체를 120 내지 160K 범위의 온도에서 열교환 수단으로부터 수득하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 팽창중의 1회를 정류관의 고압단으로부터 회수된 질소류로 수행하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 산소 생성물을 전부 기체로서 수득하거나, 또는 10 부피% 미만의 산소 생성물을 액체 상태로 수득하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 저 압력강하 액체 증기 접촉수단이 구조화된 팩킹(packing)을 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 이중 정류관의 고압단이 4.5 내지 5.5bar 범위의 압력(단의 중간이상에서)에서 작동하는 방법.

청구항 9

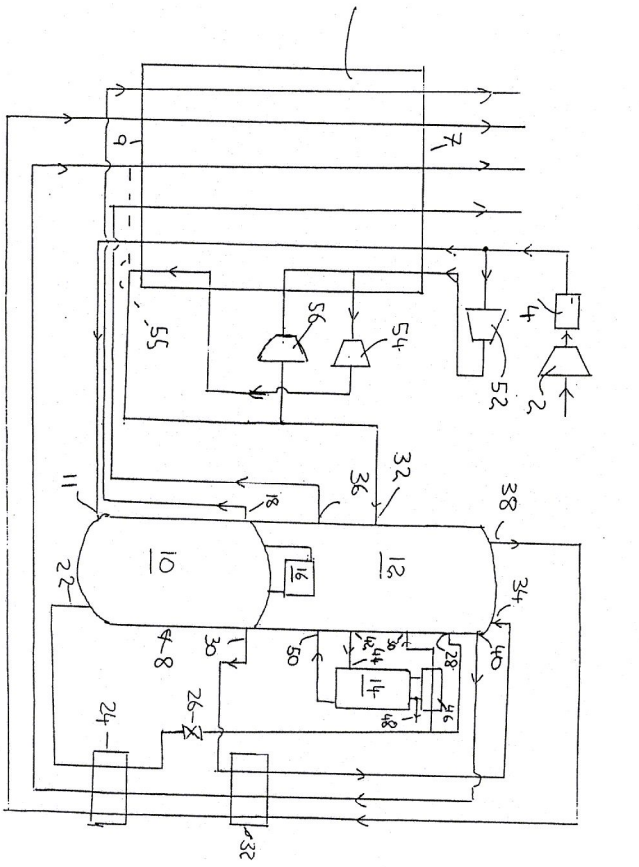
주공기 압축기, 주공기 압축기로부터 압축된 공기류의 온도를 정류에 의한 분리에 적합한 온도로 감소시키는 열교환 수단, 저압단과 고압단을 갖는 이중 정류관(여기서, 고압단은 열교환 수단으로부터 압축된 공기류에 대한 출구와 통하고 있으며, 최소한 저압단은 균질 접촉으로 액체와 증기사이에 물질전달을 수행하기 위해 이론적인 분리단 당 400 Pa 미만의 압력강하를 갖는 액체-증기 접촉 수단인 저 압력강하 액체-증기 접촉수단을 포함하고 있음), 저압단 기부로부터 생성된 산소가 풍부한 유체 및 고압단 상부로부터 생성된 액체 질소를 각각 저압단으로 이동시키기 위한 저압단에서 고압단까지 연결된 도관, 저압단으로부터 열교환 수단의 냉각 말단부로 산소 생성물및 질소를 다시 돌려보냄으로써 산소 및 질소가 유입 공기에 대하여 향류 열교환 관계로 열교환 수단을 통해 다시 통과할 수 있는 도관, 사용시 고온에서 열교환 수단으로 유체를 수득하고 저온에서 그 유체를 상기 열교환 수단으로 되돌려 보내는 장치에 냉각을 유발시키는 제1팽창 터어빈(여기서, 상기 온도는 둘다 열교환 수단의 냉각 말단부와 가온 말단부에서의 공기류의 온도 사이에 있음), 및 사용시 압축된 공기류가 열교환 수단의 냉각 말단부를 나가는 온도 이하의 유출온도를 가짐으로써 70% 이상의 산소 생성물을 기체로서 수득할 수 있도록 산소 생성물 도관 또는 도관들이 배열된 제2팽창 터어빈을 포함하는, 공기로부터 산소 생성물을 분리하는 장치.

청구항 10

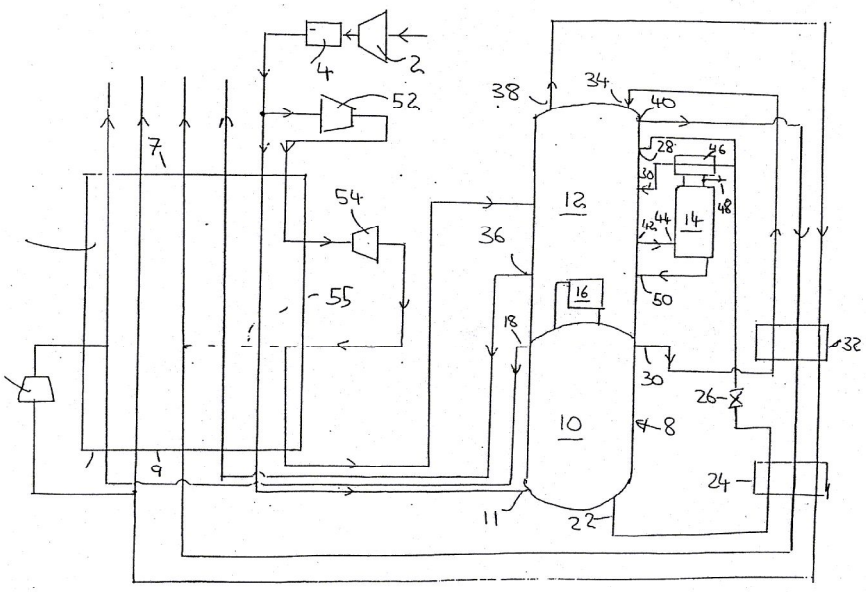
제9항에 있어서, 저압 액체-증기 접촉수단이 구조화된 팩킹을 포함하는 장치.

도면

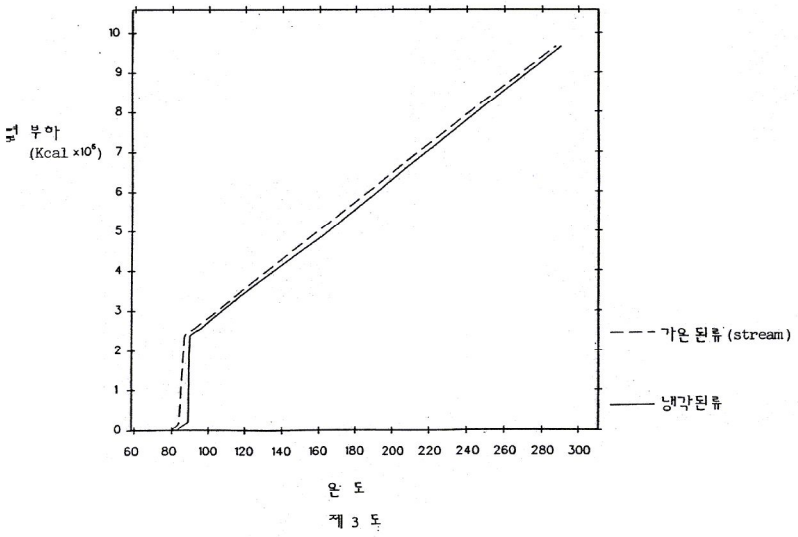
도면1



도면2

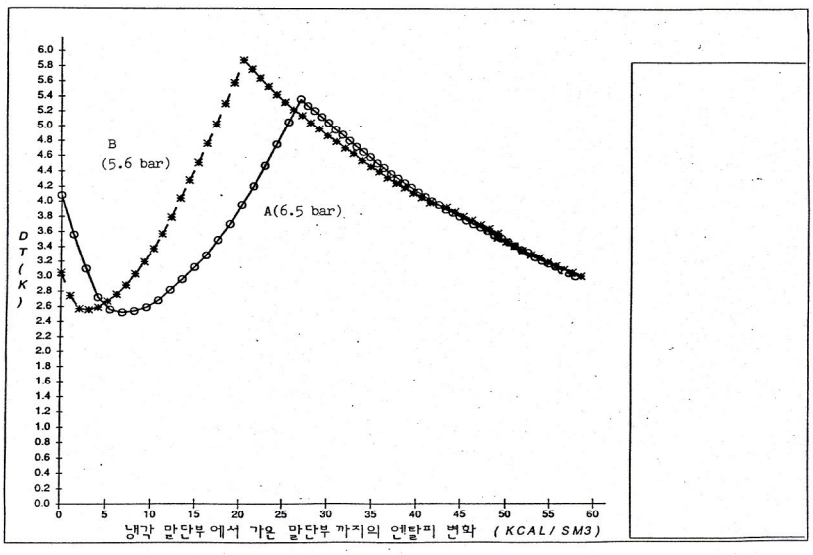

2
4
52
7
54
55
38
34
40
28
46
30
12
14
48
42
44
36
16
50
18
32
30
26
10
8
9
24
11
22

도면3

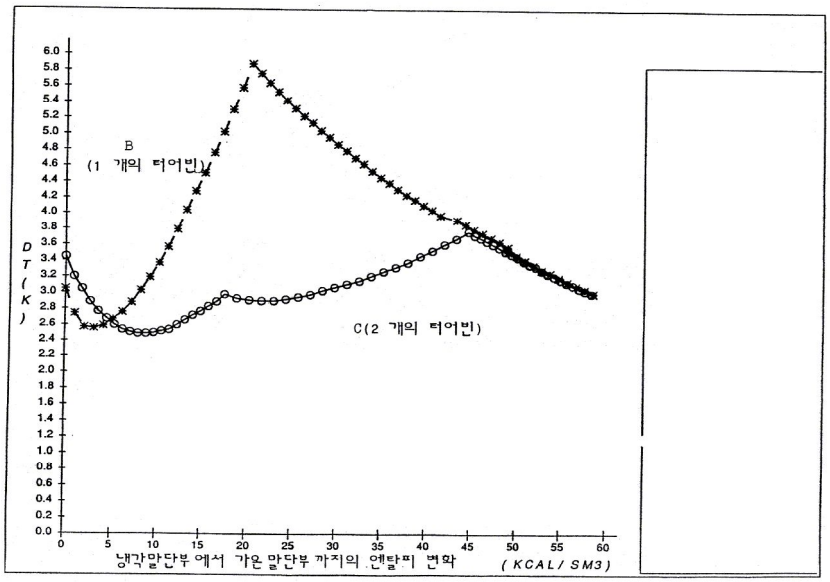

부하
(Kcal ×10⁶)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
가온 된류 (stream)
냉각된류
온 도

제 3 도

도면4


B
(5.6 bar)
A(6.5 bar)
DT(K)
냉각 말단부에서 가온 말단부 까지의 엔탈피 변화 (KCAL/SM3)

도면5


B
(1 개의 터어빈)
C(2 개의 터어빈)
DT(K)
냉각말단부에서 가온말단부 까지의 엔탈피 변화 (KCAL/SM3)