

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ C10L 3/06	(45) 공고일자 2001년05월02일	(11) 등록번호 10-0289546	(24) 등록일자 2001년02월21일
(21) 출원번호 10-1994-0002944	(65) 공개번호 특 1994-0019841	(43) 공개일자 1994년09월15일	
(22) 출원일자 1994년02월18일	(30) 우선권주장 8/021,384 1993년02월23일 미국(US)		
(73) 특허권자 더 엠. 더블유. 켈로그 컴파니	왈포드 크레이그 더블유. 미국 텍사스 77002 휴스턴 제퍼슨 에비뉴 601		
(72) 발명자 찰스아더더어	미합중국텍사스77024휴스턴일렉트라415 윌리암찰스페터슨 미합중국텍사스77459미주리시티폴메도우2307 데이빗앨런코일		
(74) 대리인 특허법인코리아나 박해선, 이준구	미합중국텍사스77025휴스턴메릭3307		

심사관 : 민만호

(54) 천연가스 액화 전처리 방법

요약

동결되는 C₅₊ 성분을 제거하고 취급 및 선적이 용이한 LNG 산물을 제조하기 위해 단일 세정관을 사용하여 천연 가스류를 전처리하는 방법이 개시된다. 상기 방법은 실제로 흡수 관으로서 작동되는 세정관 상의 공급점에 천연 가스류를 공급하는 것을 포함하며, 중성분은 C₅₊ 성분을 필수적으로 함유하지 않는 액체 환류를 사용하여 상기 공급 가스로부터 흡수된다. 상기 공급은 상기 관의 저부에 도입된 증기일 수 있으며, 또는 분류일 수도 있으며, 냉각 및/또는 팽창되고 상기 관의 하나 또는 다수의 공급점에 도입된다. 상기 관의 하나 또는 다수의 공급점에 도입된다. 상기 환류는 약 -40℃ 의 온도를 갖는 상부 증기 응축물일 수 있으며, 또는 메탄농후 LNG 또는 LNG 와 증기 응축물의 혼합물일 수 있다.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

천연가스 액화 전처리 방법

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 오버헤드 응축 환류를 사용하는 세정관을 도시한 본 발명의 실시예의 개략도.

제 2 도는 LNG 환류를 사용하는 세정관을 도시한 본 발명의 다른 실시예의 개략도.

제 3 도는 LNG 및 측류 응축물을 포함하는 팽창 공급류 및 환류를 사용하는 세정관을 도시한 본 발명의 또 다른 실시예의 개략도.

제 4 도는 일부가 냉각 및 팽창되고 환류가 LNG 를 포함하는 분리급류를 사용한 C₅₊ 제거관을 도시한 본 발명의 또 다른 실시예의 개략도.

제 5 도는 제 1도에 도시된 바와 같은 본 발명의 방법과 전형적인 종래 기술의 방법의 이론상의 단계들에 대한 세정관내의 C₆ 증기 농도를 표시하는 그래프.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

- 10 : 도관
- 11 : 공급점
- 12 : 세정관
- 14 : 증기생성물
- 16 : 저부도관
- 18 : 부분 응축기
- 20 : 분리기
- 22 : 도관

- 24 : 도관
- 26 : 재비등기
- 28 : 도관
- 30 : 도관
- 32 : 냉동 냉각기
- 34 : 중간 공급점
- 36 : 도관
- 38 : 도관
- 40 : 도관
- 44 : 터빈 팽창기
- 46 : 공급점
- 48 : 도관
- 50 : 냉동 냉각기
- 52 : 도관
- 54 : 도관
- 56 : 강하 밸브
- 60 : 공급점
- 62 : 냉동 냉각기
- 64 : 분리기
- 66 : 도관
- 68 : 강하 밸브
- 70 : 공급점
- 72 : 도관
- 74 : 터빈 팽창기
- 76 : 공급점

[발명의 상세한 설명]

<발명의 분야>;

본 발명은 천연 가스로부터 액화전에 동결 가능한 탄화수소 성분을 제거하기 위한 기술 방법에 관한 것이다.

<발명의 배경>;

천연가스는 수송을 용이하게 하기 위해 액화된다. 원 천연가스는, 액화전에, 액화 천연가스 (LNG) 의 형성 및/또는 처리중에 동결되어 장비의 구멍을 메울수 있는 성분을 제거하기 위하여 소정의 처리단계를 거쳐야만 한다. 그러므로, 일반적으로 물, 이산화탄소 및 5 또는 그 이상의 탄소원자(C₅₊) 를 함유하는 중탄화수소 성분이 제거된다.

전형적으로, 천연가스를 다양한 탄화수소 성분으로 분류하는 것 또한 바람직하다. 소위 다중성분 또는 계단식 냉각 공정에서 천연가스 액화용 냉매로서 통상 에탄, 프로판 및 부탄 (C₂ - C₄) 이 사용된다. 펜탄 및 중탄화수소는 일반적으로 화학 원료류 및 가솔린으로 사용하는 NGL (천연가스액)으로서 대단히 경제적 가치가 있다. 분류 공정은 전형적으로 천연가스를 냉각하여 부분 응축시키고 상기 부분 응축류를 세정관으로 통상 알려진 분류관으로 공급한다. 메탄은 근본적으로 오버헤드 증기내에서 추출되고 무거운 성분은 기본적으로 저부액으로서 제거된다. 상기 저부액을 LNG 냉각 시스템 (예를 들어, 다중성분 또는 계단식) 내에서 가스를 형성하도록 그리고/또는 액화 석유 가스생성물을 만들기 위해 개개의 C₂ - C₄ 성분들로 추가로 분류된다. 전형적으로, 상기 세정관은 오버헤드 응축 환류 또는 부탄 세척을 사용한다.

동결가능한 탄화수소가 천연 가스 액화전에 제거되는 환경에서, 종래 기술은 세정 시스템의 비효율을 인지하지 못하였다. 예를 들어, 일차 냉매로서 액화질소를 사용하는 액체 천연가스 (LNG) 설비, 또는 C₂ - C₄ 냉매를 다른 원천으로부터 이미 이용할 수 있는 설비에서는 C₂ - C₄ 분류는 불필요할 것이다. 또는, 공급가스가 매우 희박할 경우에는 분류의 경제성이 떨어지게 된다. 액화 전에 천연가스를 전처리하는 종래기술의 방법은 전술한 바와같은 환경에는 적합하지 못하며, 에너지 사용면에서도 효율적이지 못하며 자본 설비 비용이 과다하게 든다.

크니엘 (Kniel) 에 허여된 미합중국 특허 제 4,012,212 호는 임계 압력 보다 큰 압력하에서 탄화수소가스를 액화하는 공정이 기술되어 있으며, 여기서 상기 가스는 임계 압력 보다 낮게 팽창되어 제 1 의 분류기로 공급된다. 상기 제 1 의 분류기는 공급가스로부터 가벼운 성분을 제거하여 이차 액화가 일어나게 한다. 상기 제 1 관의 저부는 제 2 의 분류기로 공급되며, 부탄농후류가 C₅ 및 중탄화수소로부터 분리되어 상기 제 1 의 분류기로 환류액을 공급한다.

콜튼 (Colton) 에 허여된 미합중국 특허 제 4,070,165 호는 액화전에 원 천연가스를 전처리하는 방법을 기술한다. 물 및 산 가스를 제거하고 난 후에, 고압 가스는 팽창되고, 상기 가스로부터 이전에 분리된 부탄 농후액으로 세정되어 중탄화수소를 제거한다. 세정관은 가벼운 성분을 분리하여 이차 액화되게 하며 저부는 주성분과 부탄 농후액으로 분리된다.

그레이 (Gray) 등에 허여된 미합중국 특허 제 4,430,103 호는 천연가스로부터 LNG 를 극저온 회수하는 방법을 개시한다. 메탄이 주성분이며, C₂, C₃, C₄ 및 C₅ 그리고 고분자량 탄화수소를 유효량 함유하는 천연가스류는 다수의 냉각단계에서 적어도 하나의 무거운 성분 액상을 만들어내기에 충분한 온도로 냉각된다. 중간 냉각 단계들중의 하나에서, 액상 및 증기상의 일부가 결합되어 상기 관으로 공급된다. 상기 증기상의 잔류부는 재차 냉각되며 이러한 단계들의 액상은 상기 관에 환류 액체를 제공한다. 상기 관의 저부는 재차 분류되어 상기 냉각단계에서 C₂ 및 C₃ 형성 가스를 제공하고 C₅₊ 액체를 분리한다.

치우 (Chiu) 에 허여된 미합중국 특허 제 4,445,917 호는 메탄과 C₂ 및 그보다 무거운 탄화수소 불순물을 함유하는 원 가스 공급물로부터 정제된 천연가스를 제조하는 방법을 개시한다. 상기 원 가스공급물은 냉각되고, 증류되어 불순물을 제거하고 정제되어 증류물환류가 과냉각된 매탄 농후 액류의 일부에 의해 공

급된다.

아오끼 (Aoki) 등에 허여된 미합중국 특허 제 3,817,046 호는 천연가스의 액화에 유용한 조합 냉각 시스템을 개시한다. 상기 냉각 시스템은 흡수냉매 사이클에 결합된 다중성분 냉각 사이클과 터빈 배기로부터의 열을 사용한다. 증류관은 동결가능한 무거운 성분을 제거하는데 사용된다. 상기 관에서 제거된 증기는 냉각되어 환류에 응축물을 제공하여 그후 상기 증기부가 액화된다.

뉴턴 (Newton) 에 허여된 미합중국 특허 제 4,445,916 호는 무거운 성분이 액화전에 세정관내에서 분리되는 천연가스 액화 방법을 개시한다. 상기 세정관으로부터의 공급물은 메탄농후 상부류에 대하여 중간 냉각되어 팽창된다.

프라이어 (pryor) 등에 허여된 미합중국 특허 제 3,440,828 호는 계단식 냉각을 사용하여 천연 가스를 액화하는 방법을 개시한다. 원 가스는 프로판 냉각 사이클을 사용하여 부분적으로 냉각되며 증류관에 공급되어 헥산이 제거된다. 오버헤드 증기는 에틸렌 냉각 사이클을 사용하여 냉각되며 생성된 액상은 증류관에 환류를 제공한다. 상기 에틸렌 냉각 사이클의 증기는 메탄 사이클에서 냉각되고 나서 팽창되어 스트리핑관에 공급되고 액체 공급물에서 질소가 스트리핑된다.

파차리 (Pachaly) 에 허여된 미합중국 특허 제 3,724,226 호는 천연 가스의 액화 방법을 개시한다. 원 가스는 극저온 분류되어 CO₂ 및 C₅₊ 탄화수소를 제거하며, 정제된 공급원료는 압력하에서 냉각 및 액화된다. 상기 분류관의 오버헤드 증기는 부분적으로 응축되어 환류를 제공한다.

랭크 (Ranke) 등에 허여된 미합중국 특허 제 4,881,960 호는 관내에서 물리적 세정제를 사용하여 C₂₊ 농후 탄화수소류를 세정하여 C₂₊ 성분을 제거하는 방법을 개시한다. 상기 세정제는 적당한 조성을 갖는 C₄₊ 저부 생성물이다.

휴벨 (Huebel) 에 허여된 미합중국 특허 제 4,519,824 호는 고압가스 공급물이 두개의 가스류로 분리되는 에탄과 중탄화수소로부터 메탄을 분리하는 극저온 처리방법을 개시한다. 상기 가스는 분리되기전 또는 후에 냉각된다. 상기 분리된 가스류는 선택적으로 냉각, 팽창 그리고 증기 및 응축물로 분리되며 증류관으로 공급된다.

다른 연관 미합중국 특허에는 베이컨 (Bacon) 에 허여된 제 4,022,597 호 ; 란달 (Randall) 등에 허여된 제 3,702,541 호 ; 아그힐리 (Aghilli) 에 허여된 제 4,698,081 호 ; 아펠 (Apffel) 에 허여된 제 4,597,788 호 ; 그리고 쿡 (Cook) 에 허여된 제 4,596,588 호가 포함된다.

[발명의 개요]

본 발명은 종래 기술에 널리 쓰이는 복합 천연 가스 전처리 과정이 대부분 비효율적이라는 것을 인식한 데에 일부 기초한다. 천연가스는 전처리 되어 (1) 오버헤드에 생성되는 2 내지 4 의 탄소원자 (C₂ - C₄) 를 갖는 다수의 탄화수소; (2) C₂ - C₄ 탄화수소의 증기 - 액체 질량비가 1 보다 큰 공급류 ; 및 / 또는 (3) 액화 천연 가스 또는 오버헤드 증기 응축물을 포함하는 환류로 작동되는 단일 세정관을 사용하여 5 또는 그 이상의 탄소원자 (C₅₊) 를 갖는 동결가능한 탄화수소를 제거한다. 이렇게 하므로써, C₅₊ 성분의 분리 효율이 실제적으로 증가할 뿐아니라 자본 비용 및 에너지 소비가 감소되게 된다.

본 발명의 하나의 양태에서, 바람직하게는 저부 근처의 스테이지에서 세정관에 CO₂ 및 물이 필수적으로 포함되지 않은 천연가스가 공급되며 오버헤드 증기 응축 환류를 사용한다. 공급류가 일반적으로 초기에 냉각되는 종래 기술과는 대조적으로, 본 발명에서는 상기 관으로의 공급류에서 보다 적은 C₂ - C₄ 탄화수소를 응축하기 때문에 절감 효과가 얻어지며, 그에따라 냉각 및 재비등 효율 (refrigeration and reboiler duty) 이 보다 적게 요구된다. 또한, 강화 C₅₊ 분리 인자가 보다 적은 스테이지를 갖는 세정관을 사용할 수 있게한다.

본 발명은 동결가능한 C₅₊ 성분을 제거하므로써 천연가스류가 액화되게하는 전처리 방법을 제공한다. 하나의 단계에서, 천연 가스류는 상부 농축 및 저부 스트리핑부위를 갖는 세정관 상의 제 1 공급점에 공급되며, 상기 공급류는 메탄 및 C₅₊ 탄화수소를 함유한다. 다른 단계로서, 상기 공급류는 상기 관의 상부부위에서 환류액과 접촉되며 상기 공급류로부터 C₅₊ 탄화수소가 흡수된다. 6 또는 그 이상의 탄소원자 (C₆₊) 를 갖는 약 1 ppm 이하의 탄화수소 응축물을 갖는 오버헤드 증기 생성물, 및 C₅₊ 탄화수소가 농축된 저부 액체 생성물은 상기 관으로부터 회수된다. 상기 관의 저부부위의 액체의 일부는 재비등되어 상기 저부 생성물로부터 가벼운 성분이 제거된다. 상기 관은 약 1 보다 큰 C₂ - C₄ 탄화수소 공급류의 증기/액체 물 질량비, 즉 세정관 공급류내의 액체보다 더많은 C₂ - C₄ 증기로 작동된다.

바람직한 일 실시예에서, 필수적으로 물 및 CO₂ 를 포함하지 않는 천연가스는 비교적 낮은 공급점 및 바람직하게는 약 0°C 내지 약 30°C 의 대기 온도에서 상기 세정관에 도입된다. 상기 환류는 바람직하게는 약 -40°C 까지의 대기 온도에서 오버헤드 증기 응축물을 포함한다.

다른 실시예에서, 약 3 몰 퍼센트 이하의 C₂ 와 중탄화수소를 함유하는 희박 천연 가스 공급물은 약 0°C 내지 약 -22°C 의 온도까지 냉각되며 관 중간 공급점에서 세정관에 도입된다. 상기 환류는 LNG, 증기 응축물 또는 그 혼합물을 포함한다. 상기 공급류의 일부는 바람직하게는 상부 공급류로 분리되고 상기 세정관의 농후부위로 공급된다. 상기 상부 공급류는 바람직하게는 액체 공급류와 팽창되는 증기 공급류로 분리된다. 상기 팽창된 증기 공급류는 상기 관의 농축부위로 도입되며, 상기 액체 공급류는 중간관 공급점 상부 및 증기 공급점 저부의 하나 또는 그 이상의 스테이지의 공급점에서 상기 관에 도입된다. LNG 환류가 사용될때, 상기 세정관의 정상부에서의 온도는 환류율을 조절하므로써 약 -75°C 내지 약 -50°C 로 제어된다.

이러한 실시예들은 희박 천연가스 공급물로 작동하거나 (즉, C_{2+} 약 3 몰 퍼센트 이하) 또는 과잉 냉각 설비 (예를 들어, 액체 질소 흡백기구) 를 갖는 액화 설비에서 효과적으로 사용될 수 있으며, 계단식 또는 다중성분식 냉각에 의존하는 방법에서 발생하는 경제적 결점없이 LNG 가 환류로서 사용될 수 있다. 본 발명은 보관 및 운반이 용이한 천연가스 액체 (NGL) 생성물 (즉, C_{5+}) 을 제조하는 단일관 방법을 제공한다.

[실시예]

천연 가스로부터 동결가능한 C_{5+} 성분을 분리하도록 만들어진, 천연가스 세정관은 흡수기로서 실제적으로 작동될때 냉각 및 재비등 효율이 감소될 뿐아니라 C_{5+} 분리 효율이 대단히 향상된다. 제 1 도에 있어서, 종래 기술에 공지된 수단에 의해 물, CO_2 및 황을 제거하기 위해 전처리된 천연가스는 압력하에서 도관 (10) 을 통하여 증기로서 또는 예를 들어, 90 대 10 보다 큰 증기 대 액체 $C_2 - C_4$ 성분의 높은 질량비로 상기 세정관 (12) 에 도입된다. 상기 공급류는 바람직하게는 상대적으로 낮은 공급점 (11) 에 공급되며, 상기 공급점 저부의 스트리핑부에서 보다 상기 공급점 상부의 농축부에서 더 많은 스테이지가 있으며, 동결가능한 C_{5+} 성분을 제거하게 된다. 상기 도관 (10) 내의 천연 가스의 온도는 약 $17^{\circ}C$ 의 보통 대기온도이다. 도관 (10) 내의 압력은 약 3.5 MPa (500 psia) 내지 14 MPa (2000 psia) 범위이며, 바람직하게는 약 3.5 MPa 내지 약 7 MPa (1000 psia) 범위이다. 상기 관 (12) 내의 작동 압력은 가스 성분의 비등점차에 기초하여 상분리가 발생할 수 있도록 하기 위해 가스 혼합물의 임계압력 (메탄의 임계압력은 4.64 MPa (673 psia)) 보다 낮아야만한다.

공급점 (11) 은 공급가스의 온도와 조성 유사성 및 상기 관 (12) 내의 위치설정에 따라 선택된다. 본 발명의 방법은 오버헤드 증기 생성물 (24) 에서 상대적으로 낮은 농도로 동결가능한 C_{6+} 성분을 제거하도록 설계된다. 상기 관 (12) 의 트레이수 (적절한) 와 직경은 표준치에 따른다. 상기 관 (12) 은 실제적으로 흡수 영역내에서 작동되며, 즉 저부도관 (16) 에서보다 더 많은 $C_2 - C_4$ 성분이 증기 생성물 (14) 에서 얻어지며, 실제적으로 전량의 C_{5+} 성분이 저부도관 (16) 으로 배출된다. 그러므로, 기본적으로 메탄 및 $C_2 - C_4$ 성분을 포함하는 오버헤드 증기류는 상기 도관 (14) 을 통하여 상기 관 (12) 으로부터 추출된다. 상기 오버헤드 증기의 일부는 냉동 냉각기 또는 부분 응축기 (18) 에 의해 응축되며 분리기 (20) 에 수집된다. 응축된 오버헤드류는 도관 (22) 을 통하여 관 (12) 으로 복귀되며 환류를 제공한다. 상기 환류 액체는 필수적으로 C_{5+} 를 포함하지 않으며, 상기 관 (12) 내에서 일어나는 증기류로부터 C_{5+} 성분을 흡수한다. 필요하다면, 하나 이상의 중간 응축기 (제 3 도 참조) 가 작동될 수 있으며, 전형적으로 공급점 (11) 및 환류도관 (22) 사이에 배치된 3 개 이상의 중간 응축기가 작동될 수 있다. 상기 오버헤드 부분 응축기 (18) 는 바람직하게는 대기 이하 약 $-40^{\circ}C$ 의 온도에서 작용한다. 적절한 냉매는 예를 들어, 프로판과 프레온을 포함한다. 약 1 ppm 이하의 C_{6+} 성분을 포함하는 오버헤드 증기 생성물은 LNG 설비내에서의 이차 액화를 위해 도관 (24) 을 통하여 제거된다.

$C_2 - C_4$ 성분을 미량 포함하는 C_{5+} 성분이 농후한 저부 액체는 도관 (16) 을 통하여 제거된다. 상기 액체의 일부는 재비등기 (26) 에 의해 증발되며 도관 (28) 을 통하여 관 (12) 으로 복귀된다. 천연가스 액체 생성물 (NGL) 을 포함하는 저부류는 도관 (30) 을 통하여 회수되어 분배된다.

제 2 도 내지 제 4 도는 상기 세정 관 (12) 의 바람직한 다른 배열을 도시하며, LNG 가 환류의 일부 또는 전부를 제공하며, 천연가스에 C_{2+} 성분이 희박한 경우에 특히 효율적이다. 이러한 배열은 천연가스에 동결가능한 성분이 존재하지만 천연가스내에 $C_2 - C_4$ 성분이 상대적으로 낮은 정도로 존재하는 경우에 이러한 동결가능한 성분을 세정하는데 특히 효율적이다. 전형적인 희박 천연 가스류는 (대략적인 몰 퍼센트로서) 94 - 97 % 메탄, 2 - 3 % 에탄, 0.5 - 1 % 프로판, 0.1 - 0.2 % 부탄, 0.05 - 0.1 % 이소부탄, 0.02 - 0.07 % 펜탄, 0.01 - 0.05 % 헥산 및 1 - 3 % 질소를 포함한다. LNG 환류는 제조 비용이 많이 들기 때문에, 도관 (10) 내의 천연 가스공급류의 일부 또는 전부는 LNG 환류율을 줄이기 위해 상기 관 (12) 내로 도입되기 전에 냉각되는 것이 바람직하다.

제 2 도에 도시된 바와 같이, 천연 가스는 냉동 냉각기 (32) 에 의해 약 $-40^{\circ}C$ 에서 약 $0^{\circ}C$ 까지의 온도로 냉각되며 중간 공급점 (34) (온도 및 조성이 유사한 상기 관 (12) 의 위치에 상응) 에서 상기 관 (12) 에 도입된다. 상기 냉각기 (32) 는 냉매로서 프레온 또는 프로판을 사용하며, 이것으로 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 약 1 ppm 이하의 C_{6+} 를 포함하는 오버헤드 증기 생성물은 도관 (36) 을 통하여 LNG 설비로 제거된다. C_{6+} 성분이 농후하고, 선택적으로 $C_2 - C_4$ 생성물이 농후한 저부의 NGL 생성물은 도관 (38) 을 통하여 제거된다. 도관 (38) 내의 $C_2 - C_4$ 생성물의 비율은 공급 조성 및 상기 관 (12) 의 작동에 따라 상대적으로 작거나 아주 많을 수 있다.

가벼운 성분은 상기 관의 저부에 축적된 액체를 증발시킴으로써 관 (12) 내의 저부로부터 제거된다. 도관 (40) 을 통하여 LNG 설비로부터 펌핑된 LNG 는 상기 증기로부터 C_{5+} 성분을 흡수하기 위한 환류를 상기 관 (12) 에 제공한다. 상기 관의 정상부에서의 온도는 상기 LNG 환류의 비율을 조절함으로써 약 $-75^{\circ}C$ 내지 약 $-50^{\circ}C$ 로 바람직하게 조절된다. 통상적으로, 오버헤드 증기 응축기를 사용하는 것이 더욱 경제적이겠으나, 초과 냉각 능력을 갖는 액체 질소 (즉, 질소는 비등점이 $-195^{\circ}C$ 이며 메탄의 비등점은 $-182^{\circ}C$ 이다) 를 이용할 수 있으므로 LNG 환류를 사용할 때의 단점을 최소화할 수 있다. 이것은 다중성분 또는 계단식 LNG 냉동 시스템의 경우와는 대치되는 것이다.

제 3 도에 있어서, 희박 천연 가스는 터빈 팽창기 (44) 에 의해 약 $-10^{\circ}C$ 내지 약 $-50^{\circ}C$ 로 냉각되며 전술한 바와 유사한 온도 및 조성을 갖는 관 (12) 내의 위치에 상응하는 공급점 (46) 에서 상기 관 (12) 에 도입된다. 상기 관 (12) 의 정류부로부터 도관 (48) 을 통하여 추출된 증기류는 냉동 냉각기 또는 중간 냉각기 (50) 에 의해 약 $-20^{\circ}C$ 내지 약 $-40^{\circ}C$ 로 바람직하게 냉각되며 도관 (52) 을 통하여 상기 관으로 복귀된다. 상기 도관 (48) 내의 증기로부터 응축된 액체는 상기 도관 (40) 의 LNG 환류 요구량을

떨어뜨린다. 조합된 LNG 에 대응되는 LNG 환류와 응축 환류의 선택은 에너지 요구율이 적은 것에 따라 결정된다. 즉, LNG 냉동효율 대 냉각기 (50) 의 냉동효율에 따라 선택된다.

제 4 도에 있어서, 도관 (10) 내의 천연 가스가 복수의 공급 부분류로 분할되고 냉각되어 상이한 공급 점에서 상기 관에 도입될 때 상기 관 (12) 의 작동으로 보다 낮은 에너지 요구량이 달성될 수 있다. 상기 도관 (10) 내의 천연가스의 제 1 부분은 도관 (54) 을 통하여 전환되며, 강하 밸브 (letdown valve) (56) 를 통하여 줄 - 톱슨 팽창으로 팽창되며 공급점 (60) 에서 상기 관 (12) 에 도입된다. 상기 공급류의 제 2 부분은 냉동 냉각기 (62) 에 의해 -40℃ 이하로 냉각되며 분리기 (64) 로 도입된다. 도관 (66) 에 의해서 분리기 (64) 로부터 회수된 응축물은 강하 밸브 (68) 에 의해 압력이 감소되며 공급점 (70) 에서 상기 관 (12) 에 도입된다. 상기 공급류의 냉각된 제 2 부분의 잔존 증기부는 상기 분리기 (64) 로부터 도관 (72) 으로 회수되며 터빈 팽창기 (74) 를 통하여 팽창되며 상부 공급점 (76) 에서 상기 관 (12) 에 도입된다. 상기 공급점 (60, 70, 76) 은 일반적으로 각각의 공급류의 조성 및 온도에 상응한다. 일반적으로는 상기 공급점 (60) 은 상기 관 (12) 의 상부 농후부 및 저부 스트리핑부를 한정하는 중간 관 공급이다. 액체 공급점 (70) 은 일반적으로 공급점 (60) 과 증기 공급점 (76) 사이에 배치된다.

본 발명의 실시예에 있어서, LNG 환류는 단독으로, 또는 공급가스에 존재하는 응축물 및/또는 상기 관에서 회수된 증기를 냉각하여 만들어진 응축물과 비율적으로 공급될 수 있다. 환류내의 LNG 대 응축물의 정확한 비율은 공급가스의 조성, LNG 액화 효율에 대한 응축물 냉동 효율의 분석, 자본 비용에 대한 에너지 비용, LNG 설비에 사용되는 냉동 시스템의 타입, 등을 고려하여 결정한다.

C₂₊ 성분이 희박한 희박 천연 가스로 또는 냉동용으로 C₂ - C₄ 성분이 기 공급된 상대적으로 농후한 천연 가스에 있어서, 전처리의 초점은 에탄, 프로판, 및 부탄형성 가스를 종래의 LNG 냉동 시스템에 공급하는 것에서 동결가능한 C₅₊ 성분을 제거하는 것으로 전환될 수 있다. 본 발명은 종래의 처리 개념에 대하여 다수의 장점을 갖는다. 종래 방법에 있어서, 냉각된 공급류는 스트리핑되어 가벼운 성분이 저부 생성물로부터 제거되고 무거운 성분이 환류에 의해 상기 관의 정상부 근방에서 흡수되는 액체를 생성한다. 제 1 도에 도시된 바와 같이, 본 발명에 있어서, 공급 온도는 상대적으로 따뜻하며 상기 관내에서의 냉각은 오버헤드 응축기에 의해 제공된다. 결과적으로, 무거운 성분은 상기 관의 저부에서 흡수되어 C₅₊ 제거 효율을 증진한다. 관 냉각을 전환하면 고압 설계기준을 필요로 하는 관보다 높은 압력에서 일반적으로 작동하는 냉각제를 공급할 필요가 없어진다. 종래 기술과 비교하여 상당히 적은 양의 에탄이 응축되므로, 냉동 및 재비등 효율이 감소된다. 낮은 처리 압력의 오버헤드 응축기에서 상기 관을 냉각함으로써 얻어지는 다른 장점들은 분리의 증진 및 압력 강하 밸브로의 인입류가 2 개의 상이 될 수 있는 가능성을 제거하는 보다 큰 증기 - 액체 농도차를 포함한다. 상기 오버헤드 응축기의 효율은 통상의 냉매, 예를 들어 프레온 또는 프로판을 사용함으로써 만족될 수 있다. 종래 기술은 상기 관내에서 다중성분 냉각을 필요로 하는 프레온 또는 프로판을 사용할 때 얻어질 수 있는 온도보다 낮은 온도를 필요로 한다.

제 2 도 내지 4 도에 도시된 바와 같이 본 발명은 종래 기술과는 대조적으로 특별한 경제적 단점없이 특히 냉매로서 액체 질소를 사용하는 LNG 설비에, 환류로서 LNG 를 사용할 수 있다. 몇몇의 경우에 있어, 액체 질소는 계단식 또는 다중성분 시스템에 의해 생성된 냉동보다 값싸게 얻어질 수 있다. 그러나, LNG 를 환류로서 사용하여 작동할 때, 상기 관의 온도는 낮으며 공급가스는 일반적으로 LNG 환류를 감소시키기 위해 예비 냉각 되어져야한다. 공급류내에 팽창기를 사용하면 냉동시킬 수 있으며 상기 공급류를 제 4 도에 도시된 바와 같이 분할하면 공급류 냉각기와 재비등기의 효율을 감소시킬 수 있다.

실시예 1 및 비교실시예 1

3몰 퍼센트 C₂₊, 1 몰 퍼센트 N₂ 및 96 몰 퍼센트 메탄으로 이루어진 희박 천연가스가 제 1 도에 도시된 바와 같이 본 발명의 방법 (실시예 1) 을 사용하여 C₅₊ 성분을 제거하기 위해 전처리 된다. 증기 샘플이 다수의 중간 관 트레이로부터 제거되고 C₆ 농도 값이 구해진다. 이러한 결과는 제 5 도에 그래프로 도시된다. 비교실시예로서, 유사한 공급 가스가 종래의 처리 조건 (비교실시예 1) 하에서, 유사한 관 작동을 사용하여 전처리 되며, 인입류가 냉각되며, 환류 응축물이 낮은 기포발생 온도 (다중 성분 냉동 시스템에 의해 제공됨) 를 가지며 저부 액체는 추가의 관에 의해 에탄, 프로판 및 부탄생성물로 증류되어, 다중성분 냉동기용 형성가스를 얻는다. 비교실시예 증기 샘플은 전술한 바와 같이 C₆ 농도가 측정되며 이 또한 제 5 도에 그래프로 도시된다. 양 관의 작동 조건은 표 1 에 표시된다.

[표 1]

작동조건	실시예 1	비교실시예 1
공급 인입 온도 (℃)	17	-40
환류 온도 (℃)	-40	-70
재비등 온도 (℃)	27	2
트레이의 수	9	9
공급 인입 트레이	8	4
평균 관 온도 (℃)	-6	-34
관 압력 (MPa)	3.79	3.79
증기상/액상 생성물 질량비	18	4

제 5 도에 도시된 결과는, 본 발명의 방법이 종래의 방법보다 나은 다량의 무거운 성분 제거에 효율적이라는 것을 나타낸다.

본 발명의 전술한 설명내용은 단지 설명을 위한 것이며, 물질, 장치 및 사용된 특정 부품의 개조 및 변

형이 가능하다. 따라서 이러한 개조 및 변형 또한 본 발명의 개념 및 범위를 벗어나는 것은 아니다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

동결가능한 성분을 제거함으로써 천연 가스류를 액화시키기 위한 전처리 방법에 있어서,
 상부 농후부 및 저부 스트리핑부를 갖는 세정관상의 공급점에, 메탄 및 C₅₊ 탄화수소를 함유하며 C₂ - C₄ 증기 대 액체의 질량비가 1.0 이상인 천연가스 공급류를 도입하는 단계 ;
 상기 공급류로부터 C₅₊ 탄화수소를 흡수하기 위해 상기 공급류를 상기 관의 상부에 도입된 액체 환류와 접촉시키는 단계 ;
 C₂ - C₄ 탄화수소를 포함하며 C₆₊ 탄화수소를 약 1 ppm 이하의 농도로 갖는 오버헤드 증기 생성물을 회수하는 단계 ;
 상기 공급류로부터 가벼운 탄화수소를 스트리핑하기 위해 상기 관의 저부에서 액체의 일부를 재비등시키는 단계 ;
 C₅₊ 탄화수소가 다량 포함된 액체 저부 생성물을 회수하는 단계 ; 및 상기 오버헤드 생성물내에서 먼저 C₂ - C₄ 탄화수소를 획득하기 위해 상기 관을 작동시키는 단계를 작동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 공급류의 온도가 약 0℃ 내지 약 30℃ 인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 관에 대한 상기 공급점 상부의 스테이지의 수가 상기 공급점 저부의 스테이지의 수보다 큰 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 환류의 온도가 대기온도에서부터 약 -40℃ 까지의 범위내인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 환류가 C₅₊ 탄화수소를 함유하지 않는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 환류를 제공하기 위하여 오버헤드 부분 응축기를 작동시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 공급점과 환류사이에 위치한 1 내지 3개의 중간 냉각기를 작동시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

동결가능한 성분을 제거함으로써 천연가스를 액화시키기 위한 전처리 방법에 있어서,
 상부 농후부 및 저부 스트리핑부를 갖는 세정관상의 제 1 의 공급점에 메탄 과 C₅₊ 탄화수소를 함유하는 희박 천연 가스류를 도입하는 단계 ;
 상기 공급류로부터 C₅₊ 탄화수소를 흡수하기 위하여 상기 공급류를 상기 관의 상부에 도입된 액화 천연 가스를 포함하는 액체 환류와 접촉시키는 단계 ;
 C₆₊ 탄화수소를 약 1 ppm 이하의 농도로 갖는 오버헤드 증기 생성물을 회수하는 단계 ;
 상기 공급류로부터 가벼운 탄화수소를 스트리핑하기 위하여 세정관의 저부에서 액체의 일부를 재비등시키는 단계 ;
 C₅₊ 탄화수소를 다량 함유하는 액체 저부생성물을 회수하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 오버헤드 증기 생성물의 적어도 일부를 응축시키고 상기 응축물을 환류시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 응축 환류의 온도가 대기온도에서부터 약 -40℃ 까지의 범위내인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 공급단계 전에 상기 공급류를 냉각시키기 위하여 상기 관의 작동 압력보다 높은 압력으로부터 상기 공급류를 팽창시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서, 상기 천연가스 공급류가 약 3 몰 퍼센트 이하의 C_{2+} 탄화수소를 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 8 항에 있어서, 상기 공급류의 일부를 상부 공급류로 분할하고, 상기 상부 공급류를 냉각하고, 제 1 공급정보보다 1 이상의 스테이지 상부의 제 2 공급점에서 상기 관에 상기 상부 공급류를 도입하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 냉각된 상부 공급류를 증기 및 액체 공급류로 분리하고, 상기 증기류를 팽창시키고, 팽창된 증기류를 상기 관의 상부 근방의 제 2 공급점에서 도입하고, 상기 제 2 공급점 아래, 제 1 공급점의 1 이상의 스테이지 상부의 제 3의 공급점에 상기 액체 공급류를 도입시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 8 항에 있어서, 상기 관의 상부의 온도가 환류의 유량을 조절함으로써 약 $-75^{\circ}C$ 내지 $-50^{\circ}C$ 로 제어되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

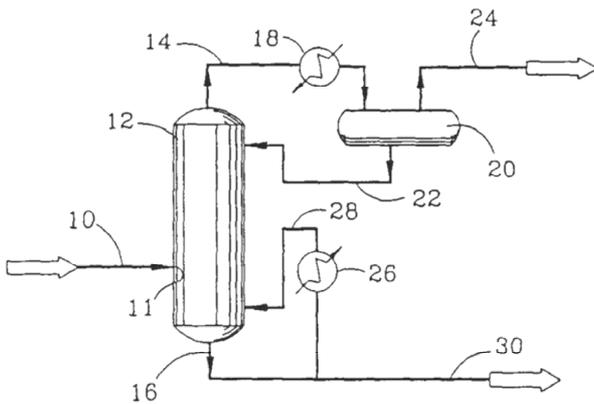
제 8 항에 있어서, 상기 환류가 C_{5+} 탄화수소를 함유하지 않는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

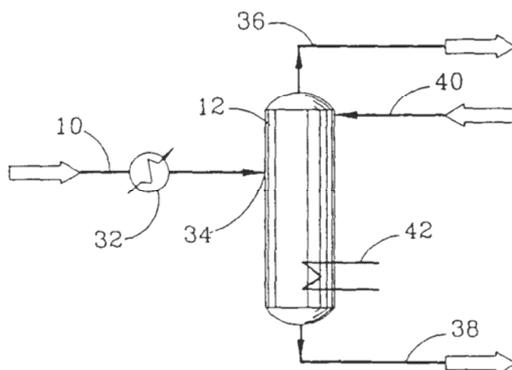
제 8 항에 있어서, 상기 공급점과 액화 천연가스 환류 사이에 위치한 중간 냉각기를 작동시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

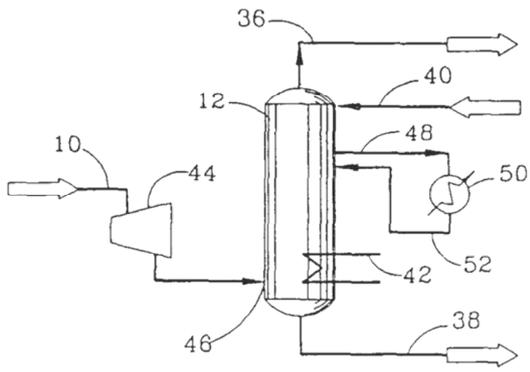
도면1



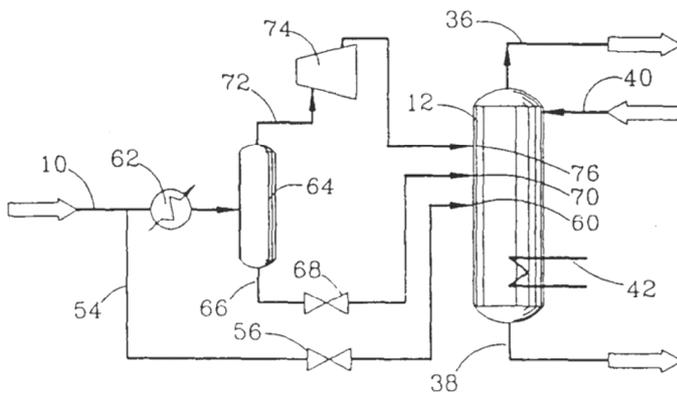
도면2



도면3



도면4



도면5

