

응축된 액체의 혼합물을 형성하기 위해 생성된 혼합물을 가스 팽창기로 통과시키는 단계로서, 팽창기 출구는 3 bar 내지 50 bar의 압력을 갖는, 단계; - 팽창기 출구 스트림을 액체 스트림 및 증기 스트림으로 분리시키는 단계; - 상기 재생 가스의 제1 구성물을 형성하도록 상기 증기 스트림을 40 내지 120 bar의 압력으로 재가열 및 압축하는 단계; - 상기 팽창기의 출구 온도보다 높은 온도로 상기 재생 가스의 제2 부분을 냉각시키는 단계; - 액화 메탄 및 제2 증기 스트림을 형성하도록 상기 재생 가스의 상기 냉각된 제2 부분을 액화 유닛으로 통과시키는 단계; 및 - 상기 재생 가스의 제2 구성물을 형성하기 위해 상기 제2 증기 스트림을 40 내지 120 bar의 압력으로 재가열 및 압축하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

F25J 1/004 (2013.01)

F25J 1/0202 (2013.01)

F25J 1/0254 (2013.01)

F25J 2220/64 (2013.01)

F25J 2270/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

메탄-풍부 가스를 액화시키는 방법으로서,

- 40 내지 120 bar의 압력에서 고차 탄화수소를 함유하는 메탄-풍부 공급 가스의 스트림을 제공하는 단계;
- 40 내지 120 bar의 압력에서 메탄-풍부 재생 가스의 스트림을 제공하는 단계;
- 상기 공급 가스를 상기 재생 가스의 제1 부분과 혼합하는 단계;
- 증기와 고차 탄화수소(C5+ 탄화수소 및/또는 방향족 화합물)를 함유하는 응축된 액체의 혼합물을 형성하기 위해 생성된 혼합물을 가스 팽창기로 통과시키는 단계로서, 팽창기 출구는 3 bar 내지 50 bar의 압력을 갖는, 단계;
- 팽창기 출구 스트림을 액체 스트림 및 증기 스트림으로 분리시키는 단계;
- 상기 재생 가스의 제1 구성물을 형성하도록 상기 증기 스트림을 40 내지 120 bar의 압력으로 재가열 및 압축하는 단계;
- 상기 팽창기의 출구 온도보다 높은 온도로 상기 재생 가스의 제2 부분을 냉각시키는 단계;
- 액화 메탄 및 제2 증기 스트림을 형성하도록 상기 재생 가스의 냉각된 제2 부분을 액화 유닛으로 통과시키는 단계; 및
- 상기 재생 가스의 제2 구성물을 형성하기 위해 상기 제2 증기 스트림을 40 내지 120 bar의 압력으로 재가열 및 압축하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

공급 가스와 상기 재생 가스의 제1 부분의 혼합물이 상기 팽창기로의 유입 전에 열 교환기에서 냉각되는 것인 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 팽창기 출구 스트림은 상기 액체 내의 고차 탄화수소의 양을 개질하도록 분리하기 전에 열 교환기에서 가열 또는 냉각되는 것인, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 메탄-풍부 공급 가스 및 상기 메탄-풍부 재생 가스는 50 내지 100 bar의 압력인, 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 팽창기 출구는 5 내지 30 bar의 압력인, 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재생 가스의 제2 부분의 냉각은 이의 압축 전에 상기 증기 스트림으로 부분적으로 달성되는 것인, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재생 가스의 냉각된 제2 부분은 상기 액화 유닛 내로 통과되고 제1 및 제2 스트림으로 분리되고, 상기 제1 스트림은 액체 메탄 생성물을 형성하도록 감압되는 메탄-풍부 응축물을 형성하도록 냉각되고, 상기 제2 스트림은 액체와 증기의 혼합물을 형성하도록 제2 가스 팽창기로 통과되고, 상기 액체는 부가 액체 메탄을 형성하도록 분리되고 상기 증기는 상기 제2 증기 스트림인, 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재생 가스의 냉각된 제2 부분은 완전히 또는 실질적으로 액화되고, 상기 제2 증기 스트림은 0이거나 무시 가능한(negligible) 것인, 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 메탄-풍부 가스는 천연 가스인, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고차 탄화수소를 함유하는 메탄-풍부 가스를 액화하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액체 천연 가스(LNG)와 같은 메탄-풍부 액화 가스의 생산에서, C₅₊ 탄화수소의 함량을 약 0.1 mol%로 감소시키고 방향족 화합물의 함량을 1 mol ppm 미만으로 감소시켜 액화 공정의 열 교환기에서 이러한 물질들이 고체화되는 것을 회피하는 것이 일반적으로 바람직하다. 이러한 고차 탄화수소의 함량은 공급 가스를 냉각시키고 응축 된 액체를 제거하거나 또는 소위 "스크립 컬럼(scrub column)"에서 적절한 탄화수소 액체로 공급 가스를 세척하거나, 고체 흡착제의 사용에 의해 정상적으로 감소된다.

[0003] 그러나, 공급 가스의 압력이 50 bar 보다 훨씬 더 높을 때, 상기 언급된 기술은 원하는 수준의 잔류 고차 탄화수소를 달성하기에 불충분할 수 있다. 그러한 경우, 공급 가스의 압력이 통상적으로 작업 팽창기에서 충분히 감소되고, 그리고 나서 중질 탄화수소(heavy hydrocarbon) 함량이 응축 또는 스크러빙(scrubbing)에 의해 감소되고, 액화 단계 동안 상류에서 고갈된 공급 가스가 공급 가스의 원래 압력으로 재압축될 수 있다.

발명의 내용

[0004] 본 발명에 따라, 천연 가스 또는 다른 메탄-풍부 가스를 액화시키는 방법이 제공되며, 이 방법은

[0005] - 40 내지 120 bar의 압력에서 고차 탄화수소를 함유하는 메탄-풍부 공급 가스의 스트림을 제공하는 단계;

[0006] - 40 내지 120 bar의 압력에서 메탄-풍부 재생(recycle) 가스의 스트림을 제공하는 단계;

[0007] - 공급 가스를 재생 가스의 제1 부분과 혼합하는 단계;

[0008] - 증기와 고차 탄화수소(C₅₊ 탄화수소 및/또는 방향족 화합물)를 함유하는 응축된 액체의 혼합물을 형성하기 위해 생성된 혼합물을 가스 팽창기로 통과시키는 단계로서, 팽창기 출구는 3 bar 내지 50 bar의 압력을 갖는, 단계;

[0009] - 팽창기 출구 스트림을 액체 스트림 및 증기 스트림으로 분리시키는 단계;

[0010] - 상기 재생 가스의 제1 구성물(constituent)을 형성하도록 상기 증기 스트림을 40 내지 120 bar의 압력으로 재가열 및 압축하는 단계;

[0011] - 상기 팽창기의 출구 온도보다 높은 온도로 상기 재생 가스의 제2 부분을 냉각시키는 단계;

- [0012] - 액화 메탄 및 제2 증기 스트림을 형성하도록 상기 재생 가스의 상기 냉각된 제2 부분을 액화 유닛으로 통과시키는 단계;
- [0013] - 상기 재생 가스의 제2 구성물을 형성하기 위해 상기 제2 증기 스트림을 40 내지 120 bar의 압력으로 재가열 및 압축하는 단계를 포함한다.
- [0014] 본 발명은 메탄 팽창기 기반의 LNG 공정, 특히 WO 2012/172281호에 기재된 이중 메탄 팽창기 공정의 적용을 포함하여, 공급 가스가 상기 팽창기에 공급되고 응축된 중질 탄화수소의 원하는 양이 상기 팽창기 출구 스트림으로부터 분리된다.
- [0015] 본 발명은 중량 및 압력 면적의 감소 가능성 및 고압 천연 가스로부터의 소규모 육상 LNG 생산으로 인해 플로팅 LNG 생산에 특히 적용 가능하다.
- [0016] 메탄-풍부 공급 가스의 압력은 바람직하게는 50 내지 100 bar이고, 이 경우 재생 가스도 50 내지 100 bar로 가압되는 것이 바람직하다. 가스 팽창기의 출구 압력은 바람직하게는 5 내지 30 bar이다.
- [0017] 선택적으로, 공급 가스와 재생 가스의 일부의 혼합물은 가스 팽창기에 들어가기 전에 열 교환기에서 냉각된다. 선택적으로, 가스 팽창기로부터의 출구 스트림은 가열되거나 냉각되어 액체 중의 고차 탄화수소의 양을 변화시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 더 설명될 것이며, 도 1은 본 발명에 따른 공정을 도시하는 흐름도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 정확한 흐름 시트는 공급 가스 사양에 따라 다르지만 일반적으로 이러한 기본 요소를 포함한다. 본 출원에서 "bar"로 압력을 명시한 경우, 이들은 절대 bar이다.
- [0020] 공급 천연 가스(1)는 산성 가스, 수증기 및 수은과 같은 성분이 제거되어 전처리 가스(2)를 생산하는 전처리 단계(A)를 통과한다.
- [0021] 전처리 가스는 물 기준으로 총 재생 가스 흐름의 전형적으로 30% 내지 60%를 포함하는 후술하는 재생 가스(3)의 제1 부분(4)과 혼합된다. 생성된 혼합물에서, 재생 가스의 물 흐름 대 공급 가스의 물 흐름의 비는 전형적으로 0.5 내지 2의 범위이다. 생성된 혼합물(5)은, 냉각기(B)에서 선택적으로 냉각된 후(6), 40 내지 120 bar의 압력, 더욱 전형적으로는 50 내지 100 bar의 압력에서 가스 팽창기(C)로 흐른다.
- [0022] 스트림(7)이 3 bar 내지 50 bar, 더욱 전형적으로는 5 bar 내지 30 bar의 압력을 갖는 팽창기(C)로부터의 출구는 C5+ 및/또는 방향족 화합물을 포함하는 응축물을 함유할 수 있다. 스트림(7)은 선택적으로 냉각기(D)(스트림(8))에서 추가로 냉각되어 형성된 응축물의 양을 증가시킬 수 있다.
- [0023] 부분적으로 응축된 스트림(7 또는 8)은 분리기(E)에서 액체(9)와 증기(10)로 분리된다. 전형적으로 스트림(9)은 전술한 응축된 중질 탄화수소에 경질의 탄화수소를 함유한다. 이 스트림은 전형적으로 연료로 사용하기 위해 공정에서 제거되거나 경질 또는 중질 분율로 분리될 수 있으며 경질 부분이 선택적으로 재생될 수 있다. 추가 옵션에서 분리기(E)는 탈메탄탑 컬럼의 상부 부분을 형성할 수 있다. 스트림(9)의 분리 및 후속 처리를 위한 이러한 모든 옵션은 발명의 일부를 형성하지 않는다.
- [0024] 분리기(E)로부터의 증기(10)는 전형적으로 열교환기(F)의 제1 냉각 통로에서 재가열되고, 스트림(11)은 40 내지 120 bar(스트림(12))의 압력으로 압축기(G)에서 압축되고 냉각기(H)에서 냉각되어 전술한 재생 가스(3)의 제1 구성물을 형성한다.
- [0025] 재생 가스(3)의 제2 부분(스트림(13))은 열교환기(F)의 고온 통로에서 냉각되고(14), 이어서 점선 윤곽으로 표시된 액화 유닛(N)으로 통과된다. 액화 장치의 생성물은 액화 메탄(LNG) 및 증기 스트림(23)이다. 액화 유닛에서, 스트림(14)이 분리된다. 전형적으로 스트림(14)의 25% 내지 35%를 구성하는 제1 부분(15)은 열 교환기(1)의 고온 통로에서 추가로 냉각되어 메탄이 풍부한 응축물 또는 고밀도 상(16)을 형성하며, 이 응축물 또는 고밀도 상은 밸브 또는 터빈(J)(스트림(17))에서 감압되어 LNG 생성물을 생산한다.
- [0026] 이 예는 일반적으로 WO 2012/172281호에 따른 액화 유닛(N)에 기초하지만, 다른 유형의 액화 유닛으로 대체될

수 있다. 특히, 상기 제2 증기 스트림(23)이 0이 되도록 상기 재생 가스(14)의 상기 제2 부분의 완전한 액화를 달성한 액화 유닛이 사용될 수 있다.

[0027] 열 교환기(I)에서 필요한 냉각의 대부분을 제공하기 위하여, 제2 부분(18)은 제2 가스 팽창기(K)에서 팽창된다. 팽창기 출구(19) 내의 임의의 액체는 분리기(L)에서 분리되고(20) 밸브 또는 터빈(M)을 통해 감압되어 추가 LNG 생성물(21)을 생성한다.

[0028] 분리기(L)로부터의 증기(22)는 열 교환기(I)의 냉각 통로에서 재가열되고 스트림(23)은 열교환기(F)의 제2 냉각 통로에서 재가열된다. 스트림(24)은 이어서 압축기(G)에서 40 내지 120 bar의 압력으로 압축되어 전술한 재생 가스(스트림(3))의 제2 구성물을 형성한다.

[0029] 본 발명에 따라, 스트림(24)의 압력은 스트림(11)의 압력보다 높거나 낮을 수 있다.

[0030] 중질 탄화수소 및 방향족 물질의 제거에 대한 예가 표 1(8 페이지)에 제공된다. 1000 mol ppm의 공급물(2)의 벤젠 농도는 스트림(10)에서 1mol ppm으로 감소된다. 스트림(10)은 LNG 생성물의 조성에 가까운 조성을 갖는다.

표 1

스트림 번호		2	4	5	6	7	8	9	10
물분율	CO2	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0
	N2	0.01039 9	0.01762 9	0.01503 4	0.01503 4	0.01503 4	0.01503 4	0.00056 7	0.01564 4
	CH4	0.80636 6	0.93588 8	0.88939 4	0.88939 4	0.88939 4	0.88939 4	0.20670 2	0.91818 9
	C2H6	0.10151 6	0.03866 1	0.06122 4	0.06122 4	0.06122 4	0.06122 4	0.21571 2	0.05470 8
	C3H8	0.05281 7	0.00721 9	0.02358 8	0.02358 8	0.02358 8	0.02358 8	0.33209 5	0.01057 5
	i-C4H10	0.00679 5	0.00028 3	0.00262 1	0.00262 1	0.00262 1	0.00262 1	0.05490 1	0.00041 6
	n-C4H10	0.01225 2	0.00029 0	0.00458 4	0.00458 4	0.00458 4	0.00458 4	0.10316 2	0.00042 6
	i-C5H12	0.00257 4	0.00001 6	0.00093 4	0.00093 4	0.00093 4	0.00093 4	0.02253 0	0.00002 3
	n-C5H12	0.00298 6	0.00001 1	0.00107 9	0.00107 9	0.00107 9	0.00107 9	0.02628 1	0.00001 6
	n-C6H14	0.00154 4	0.00000 1	0.00055 5	0.00055 5	0.00055 5	0.00055 5	0.01368 1	0.00000 1
	M-cyclohexane	0.00041 2	0.00000 0	0.00014 8	0.00014 8	0.00014 8	0.00014 8	0.00364 8	0.00000 0
	Benzene	0.00100 0	0.00000 1	0.00035 9	0.00035 9	0.00035 9	0.00035 9	0.00885 3	0.00000 1
	cyclohexane	0.00020 6	0.00000 0	0.00007 4	0.00007 4	0.00007 4	0.00007 4	0.00182 4	0.00000 0
	n-C7H16	0.00051 5	0.00000 0	0.00018 5	0.00018 5	0.00018 5	0.00018 5	0.00456 5	0.00000 0
	M-cyclohexane	0.00020 6	0.00000 0	0.00007 4	0.00007 4	0.00007 4	0.00007 4	0.00182 6	0.00000 0
	toluene	0.00010 3	0.00000 0	0.00003 7	0.00003 7	0.00003 7	0.00003 7	0.00091 3	0.00000 0
	n-C8H18	0.00020 6	0.00000 0	0.00007 4	0.00007 4	0.00007 4	0.00007 4	0.00182 6	0.00000 0
	n-C9H20	0.00010 3	0.00000 0	0.00003 7	0.00003 7	0.00003 7	0.00003 7	0.00091 3	0.00000 0
	H2O	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0	0.00000 0
°C		30.0	30.0	29.5	10.0	-63.3	-68.3	-68.3	-68.3
bar abs		65.0	64.9	64.9	64.8	14.0	13.9	13.9	13.9
kmol/h		5480	9786	15266	15266	15266	15266	618	14648
증기분율		1	1	1	1	0.968	0.960	0	1
물분율	C5+	0.00985 4							0.00004 2
	aromatic	0.00110 2							0.00000 1

[0031]

도면

도면1

