명세서

발명의 명칭: 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 액체화물의 증발을 방지 혹은 저감하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것으로서, LNG, LPG, 원유 등의 액체화물을 선박의 저장탱크에 적재할 때 적재배관 내부의 압력을 조절함으로써 액체화물의 적재시 증발가스의 발생을 방지 혹은 저감시킬 수 있는 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 선박 중에서 화물선은 운송화물의 종류에 따라 나누어지는데, 액체화물을 운반하는 화물선으로는 원유를 운송하는 원유 운반선(Crude oil tanker), 석유제품을 운송하는 정유 운반선(Product carrier), 가스류를 액화시켜서 운송하는 액화가스 운반선 등이 있으며, 액화가스 운반선에는 LNG 운반선(Liquefied natural gas carrier), LPG 운반선(Liquefied petroleum gas carrier) 등이 있다. 그 밖에도 액체화물을 운송 혹은 저장하는 선박으로서 LNG FPSO, LNG FSRU, LNG FSU, LNG bunkering vessel, chemical tanker, ethylene carrier 등이 있다.

[3] 종래, LNG, LPG, 원유 등과 같은 액체화물을 저장탱크(Cargo tank)에 적재하기 위하여, 저장탱크의 위쪽에서 대략 수평으로 연장되는 공급배관과, 이 공급배관으로부터 저장탱크의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관을 통해 액체화물을 저장탱크 내에 공급하였다.

[4] 그런데, 액체화물을 적재하는 도중에, 배관 내부에서의 수두차이 등으로 인하여, 저장탱크의 상하방향으로 연장되어 있는 적재배관의 상단 내부의 압력이 액체화물의 증기압보다 낮게 형성되는 경우가 발생하여, 상당량의 액체화물이 증발, 즉 기화되는 문제가 있었다.

[5] 적재 도중에 액체화물이 기화되어 발생되는 증발가스는 저장탱크에 적재되지 못하고 액체화물의 공급처(예를 들어 육상의 LNG 혹은 정유 플랜트, Bunkering vessel, 또는 탑사이드 LNG 생산설비 등)로 다시 되돌려 보내지거나 대기중으로 방출되었다. 증발가스가 대기중으로 방출되면 환경오염의 우려가 있고, 공급처로 되돌아 가더라도 이 증발가스를 재처리하기 위한 시설 및 비용이 소모된다.

[6] 이러한 문제를 해소하고자 본 출원인은, 저장탱크의 상하방향으로 연장하는 적재배관의 하단에 압력제어수단을 설치하고, 적재배관의 상단 내부압력을 측정한 후 측정된 압력값에 근거하여 이 압력제어수단을 조절함으로써, 적재배관의 상단 내부압력을 액체화물의 증기압 이상으로 유지하는 방법을 제시하였다. 이러한 방법은 등록특허 제 10-1012643 호에 개시되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 그런데, 본 출원인의 제안 방법에 따라 적재배관의 하단에 설치된 압력제어수단을 통해 적재배관의 상단 내부압력을 증기압 이상으로 유지할 경우, 압력제어수단을 완전 개방상태로 하더라도 압력제어수단으로 인한 차압이 발생하여 액체화물의 적재에 예상보다 시간이 많이 소요되는 문제가 있음을 발견하였다.

[8] 또한, 적재배관의 하단에 설치된 압력제어수단이 고장으로 인해 작동이 불가능하거나 적재배관이 폐쇄될 경우, 심각한 문제가 발생할 수 있음을 발견하였다.

[9] 이러한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 저장탱크의 상하방향으로 연장하는 적재배관의 하단에 압력제어수단과 함께 우회배관 및 우회밸브를 설치하여, 적재배관의 상단 내부압력이 증기압 이상으로 유지되는 조건이 만족되는 경우 적재배관과 함께 우회배관을 통해서 액체화물을 선적하여 선적 속도를 증가시키고, 압력제어수단의 고장시 우회배관을 통해서 액체화물 선적작업을 수행할 수 있도록 한 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

[10] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 액체화물을 저장할 수 있는 저장탱크에 액체화물을 선적할 때 액체화물의 증발가스 발생을 방지하는 선박의 액체화물 증발방지 시스템으로서, 액체화물을 저장탱크에 선적하기 위한 배관에 설치되는 압력제어수단과; 상기 압력제어수단이 설치된 위치에서 이격된 위치에 배치되는 감지수단; 을 포함하며, 상기 감지수단에서 감지된 정보에 근거하여 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록 상기 압력제어수단의 개방정도를 제어하는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템이 제공된다.

[11] 선박의 액체화물 증발방지 시스템은, 상기 압력제어수단을 우회하여 액체화물이 상기 저장탱크에 선적될 수 있도록 상기 배관으로부터 분기하는 우회배관을 더 포함할 수 있다.

[12] 상기 우회배관의 직경은 상기 우회배관이 분기하는 상기 배관의 직경보다 작을 수 있다.

[13] 상기 우회배관에는 상기 우회배관을 통한 액체화물의 유동을 제어하는 우회밸브가 설치될 수 있다.

[14] 액체화물의 선적이 이루어져 상기 저장탱크 내의 액체화물 수위가 상승함에 따라, 상기 압력제어수단을 완전히 개방시켜도 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 때, 상기 배관과 함께 상기 우회배관을 통해서도 액체화물의 선적이 이루어질 수 있도록, 상기 우회밸브는 개방된다.

[15] 상기 감지수단은, 상기 배관에서 상기 압력제어수단보다 상류측에 설치되어 상기 배관의 내부압력을 측정하고, 그 측정값에 근거해 상기 압력제어수단의 개방정도를 제어하는 압력 트랜스미터일 수 있다.

[16] 상기 감지수단은, 상기 저장탱크에 설치되어 상기 저장탱크 내부의 액체화물의 수위를 측정하고, 그 측정값에 근거해 상기 압력제어수단의 개방정도를 제어하는 수위 측정장치일 수 있다.

[17] 상기 배관은, 상기 저장탱크의 위쪽에서 연장되는 공급배관과, 상기 공급배관으로부터 상기 저장탱크의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관을 포함하며, 상기 압력제어수단은 상기 적재배관의 하부에 설치될 수 있다.

[18] 상기 배관은, 상기 적재배관의 하단으로부터 수평으로 연장되는 분배배관을 더 포함할 수 있다.

[19] 상기 압력제어수단은 밸브 또는 수차일 수 있다.

[20] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 액체화물을 저장할 수 있는 저장탱크에 액체화물을 선적할 때 액체화물의 증발가스 발생을 방지하는 선박의 액체화물 증발방지 방법으로서, 액체화물을 저장탱크에 선적하기 위한 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록, 상기 배관에 설치되는 압력제어수단의 개방정도를, 상기 압력제어수단이 설치되어 있는 위치로부터 이격된 위치에서 측정된 정보에 근거하여 제어하는, 선박의 액체화물 증발방지 방법이 제공된다.

[21] 일 실시예에 따른 선박의 액체화물 증발방지 방법에 의하면, 상기 배관으로부터 분기하는 우회배관과 상기 우회배관을 개폐하는 우회밸브를 설치하고, 상기 우회밸브의 개방시, 상기 배관을 통해 액체화물이 상기 저장탱크에 선적되는 동시에, 상기 우회배관을 통해 상기 압력제어수단을 거치지 않고 액체화물이 상기 저장탱크에 선적될 수 있도록 할 수 있다.

[22] 일 실시예에 따른 선박의 액체화물 증발방지 방법에 의하면, 액체화물의 선적이 이루어져 상기 저장탱크 내의 액체화물 수위가 상승함에 따라, 상기 압력제어수단을 완전히 개방시켜도 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 때, 상기 우회밸브를 개방시켜 상기 배관과 함께 상기 우회배관을 통해서도 액체화물의 선적이 이루어질 수 있도록 할 수 있다.

[23] 상기 압력제어수단의 고장시 상기 우회밸브를 개방시킴으로써 상기 우회배관을 통하여 선적작업을 계속해서 수행할 수 있으며, 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록 상기 우회배관의 직경은 상기 배관의 직경보다 작을 수 있다.

[24] 상기 정보는, 상기 배관에서 상기 압력제어수단보다 상류측에 설치되는 압력 트랜스미터에서 측정되는 상기 배관의 내부압력일 수 있다.

[25] 상기 정보는, 상기 저장탱크에 설치되는 수위 측정장치에서 측정되는 상기 저장탱크 내부의 액체화물의 수위일 수 있다.

발명의 효과

[26] 상술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 저장탱크의 상하방향으로 연장하는 적재배관의 하단에 압력제어수단과 함께 우회배관 및 우회밸브를 설치한 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법이 제공될 수 있다.

[27] 본 발명에 따른 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법에 의하면, 적재배관에 설치된 압력제어수단에 의하여 적재배관 내의 압력, 특히 적재배관의 상단 내부압력을 액체화물의 증기압 이상으로 조절하여 유지할 수 있어, 액체화물 적재시 증발가스 발생을 방지 혹은 저감시킬 수 있게 되고, 효율적인 액체화물 적재작업을 수행할 수 있게 된다.

[28] 또한, 본 발명에 따른 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법에 의하면, 적재배관의 상단 내부압력이 증기압 이상으로 유지되는 조건이 만족되는 경우, 적재배관과 함께 우회배관을 통해서 액체화물을 선적하여 선적 속도의 저하를 방지할 수 있게 된다.

[29] 실제로, 압력제어수단으로서 안티 캐비테이션(Anti-cavitation) 기능을 갖는 밸브를 사용하고, 액체화물을 선적하기 위한 적재배관의 길이가 28m 이고, 적재배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록 한다는 조건을 만족시키면서 액체화물의 유량을 측정하였을 때, 적재배관만이 개방된 경우의 유량은 7,838 ㎥/h 이지만, 우회배관이 동시에 개방된 경우의 유량은 9,338㎥/h 이다. 이를 통해 우회배관을 함께 사용할 경우 유량이 대략 20% 정도 증가함을 알 수 있다.

[30] 유량이 증가한다는 것은 액체화물의 선적속도가 빨라진다는 것을 의미하며, 나아가서 액체화물의 선적에 소요되는 시간이 단축됨을 의미한다. 선적시간이 단축되면, 예를 들어 항만에 계류된 시간에 따라 지불해야 하는 선박의 계류비용 등을 절감할 수 있어, 운용비를 아낄 수 있게 된다.

[31] 또한, 본 발명에 따른 선박의 액체화물 증발방지 시스템 및 방법에 의하면, 압력제어수단의 갑작스러운 고장시에도 우회배관을 통해서 액체화물 선적작업을 계속해서 수행할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[32] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템을 개략적으로 도시한 도면,

[33] 도 2는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템을 개략적으로 도시한 도면,

[34] 도 3은 본 발명의 제3 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템을 개략적으로 도시한 도면, 그리고

[35] 도 4는 본 발명의 제4 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[36] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[37] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 선박의 액체화물 증발방지 시스템은, 액체화물을 저장하기 위한 저장탱크가 설치되어 있다면 어떠한 종류의 선박에도 적용될 수 있다. 본 발명의 액체화물 증발방지 시스템이 적용되는 저장탱크는, 반드시 액체화물을 화물로서 적재하기 위한 것으로 한정되는 것은 아니고, 엔진의 연료로서 사용될 오일이나 액화가스 등을 적재하기 위한 저장탱크(즉, 연료탱크)까지도 모두 포함하는 것으로 간주되어야 한다.

[38] 다시 말해서, 본 발명의 액체화물 증발방지 시스템은, 액체화물을 화물로써 적재하거나 연료로서 사용하는 모든 종류의 선박, 즉 원유 운반선, 정유 운반선, LNG 운반선, LPG 운반선, PC선, 액화이산화탄소 운반선, LNG RV, Oil FPSO, LNG FPSO, LNG FSRU, LNG FSU, LNG bunkering vessel, chemical tanker, ethylene carrier 등에 적용될 수 있다. 여기에서, 각종 FPSO나 FSRU 등은 일반적으로 해상 플랜트로 구분하기도 하지만, 본 명세서에서 선박이라는 개념은, 자력으로 항해가 가능한 일반적인 의미의 선박은 물론, 해상에서 부유되어 사용될 수 있는 각종 해상 플랜트까지도 모두 포함하는 것으로 간주되어야 한다.

[39] 또한, 본 발명의 액체화물 증발방지 시스템은, 해상뿐만 아니라 육상에 설치되어 LNG, LPG, 액화질소, 액화이산화탄소 등의 액화가스나, 원유, 정제유 등과 같은 오일을 저장하기 위한 저장탱크에 적용될 수 있다.

[40]

[41] 도 1은, 본 발명의 바람직한 제1 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템의 개략적인 구성도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 액체화물은, 저장탱크(1)의 위쪽에서 대략 수평으로 연장되는 공급배관(11)과, 이 공급배관(11)으로부터 저장탱크(1)의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관(12)과, 이 적재배관(12)의 하단에 연통하여 대략 수평으로 연장되는 분배배관(13)을 통해 육상 플랜트, FPSO 등의 공급처로부터 저장탱크(1)에 공급되어 선적된다.

[42] 본 발명의 제1 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템은, 적재배관(12)의 하부에 설치되는 압력제어수단(22)과, 적재배관(12)의 상단 내부압력을 측정하여 그 측정값에 근거해 압력제어수단(22)을 제어하는 감지수단으로서의 압력 트랜스미터(Pressure transmitter)(21)와, 적재배관(12)으로부터 분기하여 압력제어수단(22)을 우회하도록 설치되는 우회배관(14)과, 이 우회배관(14)에 설치되어 우회배관(14)을 통한 액체화물의 유동을 조절하는 우회밸브(24)를 포함한다.

[43] 감지수단으로서의 압력 트랜스미터(21)는 압력제어수단(22)이 설치된 위치로부터 이격된 위치에 배치되어 있다.

[44] 분배배관(13)에는 분배밸브(23)가 설치되며, 이 분배밸브(23)는 각각의 저장탱크(1)마다 하나 이상씩 설치될 수 있다. 원유 저장탱크와 같이 액체화물이 상온 상태로 저장되는 경우에는 분배배관(13)이 격벽(3)을 관통하여 연장되도록

설치될 수 있다. 이 경우, 하나의 분배배관(13)이 복수의 저장탱크에 연결될 수 있다.

[45] 압력제어수단(22)은 압력 트랜스미터(21)로부터 출력되는 전기적 신호를 수신받아 적재배관(12) 내부의 압력이 증기압(Vapor pressure) 이상으로 유지되도록 적재배관(12)의 하단에 설치됨이 바람직하다. 즉, 압력제어수단(22)은 적재배관 내부의 압력값에 따라 적재배관(12) 하단 개구의 개폐 정도를 조절함으로써 적재배관 내의 압력, 특히 적재배관의 상단 내부압력이 액체화물의 증기압 이상이 되도록 한다. 따라서, 압력제어수단(22)에 의해 액체화물의 적재시 증발가스의 주요한 발생 원인이기도 한 적재배관(12)의 상단(A 부분)에 형성되는 진공의 형성을 미연에 방지할 수 있다.

[46] 본 실시형태에 따르면, 압력제어수단(22)은 압력 트랜스미터(21)로부터 신호를 받아 개폐 혹은 개방정도를 조절하면서 적재배관(12) 내의 압력, 특히 도면에 A로 표시된 적재배관(12)의 상단 내부압력을 조절한다.
압력제어수단(22)으로서는 컨트롤 밸브(Control valve)나 수차(Hydraulic turbine) 등이 사용될 수 있다.

[47] 압력제어수단으로서의 컨트롤 밸브는, 액체화물 내에 잠겨있는 상태에서 유압 혹은 공압에 의해 작동 가능한 밸브일 수 있다. 이 밸브는, 신호나 유압 혹은 공압의 오류 시 완전 개방 상태로 동작하도록 구성되고, 정상 운전 상태에서 안티 캐비테이션(Anti-cavitation) 기능을 가지며, 방폭형인 것이 바람직하다.

[48] 또, 밸브는 이론적으로 등엔탈피 팽창으로 압력만 강하시키나, 압력제어수단으로서의 수차를 사용할 경우, 일을 생산해냄으로써 이론적으로 등엔트로피 팽창을 하며, 이 과정에서 압력 강하와 함께 액체화물, 예컨대 LNG의 엔탈피까지 감소시켜 밸브에 비해 더욱 저온의 액체화물을 하류에서 얻을 수 있으므로 더욱 효율적일 수 있다. 압력제어수단(22)으로 사용되는 수차는 이미 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 설계 조건에 맞춰 기존의 수차 중 적절한 것을 채택하여 사용할 수 있다.

[49] 이와 같이 본 실시형태에 따르면, 밸브 또는 수차와 같은 간단한 설비를 추가함으로써, 많은 시설 투자비용을 들이지 않고도 액체화물의 적재시 발생하는 불필요한 증발가스의 발생을 효과적으로 억제함으로써 저장탱크(10)에 대한 효율적인 액체화물의 선적작업을 실시할 수 있다.

[50] 본 실시형태에 따르면, 압력제어수단(22)의 상류측에서 적재배관(12)으로부터 분기하여 압력제어수단(22)을 우회하도록 설치되는 우회배관(14)은 분배배관(13)에 연결되고, 그에 따라 공급배관(11) 및 적재배관(12)을 통해 선적되는 액체화물은 압력제어수단(22)을 거치지 않고 곧바로 분배배관(13)에 공급될 수 있다.

[51] 압력제어수단(22)이 고장으로 적재배관(12)이 폐쇄된다면, 우회배관(14)에 설치된 우회밸브(24)를 개방시켜 액체화물의 선적작업을 계속해서 수행할 수 있다. 이때, 갑자기 우회밸브(24)가 개방되면 적재배관(12)의 상단 내부압력이

낮아져 적재배관(12)의 내부에 진공이 발생할 우려가 있으므로, 우회배관(14)의 직경은 적재배관(12)의 직경보다 작게 이루어지는 것이 바람직하다.

[52] 또한, 액체화물의 선적작업이 진행되어 저장탱크(1) 내의 액체화물 수위가 상승하면, 우회밸브(24)를 개방하여 적재배관(12)과 함께 우회배관(14)을 통해 액체화물의 선적이 이루어질 수 있다. 이때 우회밸브(24)의 개방은, 우회밸브(24)가 개방되어도 적재배관(12)의 상단 내부공간의 압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있을 때 이루어져야 한다. 이와 같이 본 실시형태에 따르면, 액체화물의 선적시 압력제어수단(22)을 완전히 개방시켜도 압력제어수단에 의한 차압 발생으로 선적 속도가 감소하는 문제를 우회배관(14)을 통해 해소할 수 있어, 선적속도의 저하를 방지함으로써 선적이 완료되는 시간을 앞당길 수 있게 된다.

[53]

[54] 이하, 이와 같은 구성을 가지는 본 발명의 제1 실시형태에 따른 선박의 액체화물 증발가스 방지 시스템의 작동을 설명한다.

[55] 저장탱크(1)의 내부에 공급배관(11), 적재배관(12) 및 분배배관(13)을 통해서 예컨대 LNG, LPG, 원유 등과 같은 액체화물을 적재하는 경우, 압력 트랜스미터(21)가 적재배관(12)의 상단 내부압력을 측정한다. 압력 트랜스미터(21)에서 측정된 압력값에 근거하여 압력제어수단(22)이 개폐되거나 혹은 개방정도가 조절됨으로써 액체화물의 선적속도가 조절되어 적재배관(12)의 상단 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있게 된다.

[56] 액체화물의 선적시 우발적으로 압력제어수단(22)에 고장이 발생하여 선적작업이 불가능하게 될 경우, 본 실시형태에 따르면 우회배관(14)에 설치된 우회밸브(24)를 개방시킴으로써 우회배관(14)을 통하여 선적작업을 계속해서 수행할 수 있으며, 우회배관(14)의 직경이 적재배관(12)의 직경보다 작기 때문에 적재배관의 상단에 공동이 발생할 우려를 감소시킬 수 있다.

[57] 한편, 액체화물의 선적이 정상적으로 이루어져 저장탱크(1) 내의 액체화물 수위가 상승함에 따라, 압력제어수단(22)을 완전히 개방시켜도 적재배관(12)의 상단 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지된다면, 우회밸브(24)를 개방시켜 적재배관(12)과 함께 우회배관(14)을 통해서도 액체화물의 선적이 이루어질 수 있도록 함으로써 압력제어수단(22)으로 인한 차압 발생을 상쇄시킬 수 있다. 그에 따라 차압 발생으로 인해 선적속도가 느려지는 문제를 방지하여 선적작업을 신속하게 완료할 수 있도록 할 수 있다.

[58] 그에 따라 액체화물의 적재 시 선적속도 및 화물적재량에 미치는 영향을 최소화하는 동시에, 발생하는 증발가스(즉 플래쉬 가스(Flash gas) 또는 휘발성 유기 화합물(VOC))를 저감시킬 수 있게 된다.

[59]

[60] 도 2는 본 발명의 바람직한 제2 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템의

개략적인 구성도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 액체화물은, 저장탱크(1)의 위쪽에서 대략 수평으로 연장되는 공급배관(11)과, 이 공급배관(11)으로부터 저장탱크(1)의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관(12)과, 이 적재배관(12)의 하단에 연통하여 대략 수평으로 연장되는 분배배관(13)을 통해 육상 플랜트, FPSO 등의 공급처로부터 저장탱크(1)에 공급되어 선적된다.

[61] 본 발명의 제2 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템은, 적재배관(12)의 하부에 설치되는 압력제어수단(22)과, 저장탱크(1)에 설치되어 저장탱크(1) 내부에 저장된 액체화물의 수위를 측정하여 그 측정값에 근거해 압력제어수단(22)을 제어하는 감지수단으로서의 수위 측정장치(31)와, 적재배관(12)으로부터 분기하여 압력제어수단(22)을 우회하도록 설치되는 우회배관(14)과, 이 우회배관(14)에 설치되어 우회배관(14)을 통한 액체화물의 유동을 조절하는 우회밸브(24)를 포함한다.

[62] 감지수단으로서의 수위 측정장치(31)는 압력제어수단(22)이 설치된 위치로부터 이격된 위치에 배치되어 있으며, 예를 들어 저장탱크(1)의 상단에 설치될 수 있다.

[63] 제2 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템은, 저장탱크(1) 내부에 저장된 액체화물의 수위를 측정하는 수위 측정장치(31)를 감지수단으로서 포함하고 있다는 점에서만 전술한 제1 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템과 상이하므로, 제1 실시형태와 동일한 구성에는 동일한 부재번호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.

[64]

[65] 도 3은 본 발명의 바람직한 제3 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템의 개략적인 구성도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 액체화물은, 저장탱크(1)의 위쪽에서 대략 수평으로 연장되는 공급배관(11)과, 이 공급배관(11)으로부터 저장탱크(1)의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관(12)을 통해 육상 플랜트, FPSO 등의 공급처로부터 저장탱크(1)에 공급되어 선적된다.

[66] 본 발명의 제3 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템은, 적재배관(12)의 하부에 설치되는 압력제어수단(22)과, 적재배관(12)의 상단 내부압력을 측정하여 그 측정값에 근거해 압력제어수단(22)을 제어하는 감지수단으로서의 압력 트랜스미터(Pressure transmitter)(21)와, 적재배관(12)으로부터 분기하여 압력제어수단(22)을 우회하도록 설치되는 우회배관(14)과, 이 우회배관(14)에 설치되어 우회배관(14)을 통한 액체화물의 유동을 조절하는 우회밸브(24)를 포함한다.

[67] 감지수단으로서의 압력 트랜스미터(21)는 압력제어수단(22)이 설치된 위치로부터 이격된 위치에 배치되어 있다.

[68] 적재배관(12)은 각각의 저장탱크(1)마다 하나씩 설치될 수 있다. 일반적으로, 적재배관(12)의 하단은 저장탱크(1)의 바닥에 가깝게 위치되지만, 바닥에 고정되지는 않는다.

[69] 압력제어수단(22)은 압력 트랜스미터(21)로부터 출력되는 전기적 신호를 수신받아 적재배관(12) 내부의 압력이 증기압(Vapor pressure) 이상으로 유지되도록 적재배관(12)의 하단에 설치됨이 바람직하다. 즉, 압력제어수단(22)은 적재배관 내부의 압력값에 따라 적재배관(12) 하단 개구의 개폐 정도를 조절함으로써 적재배관 내의 압력, 특히 적재배관의 상단 내부압력이 액체화물의 증기압 이상이 되도록 한다. 따라서, 압력제어수단(22)에 의해 액체화물의 적재시 증발가스의 주요한 발생 원인이기도 한 적재배관(12)의 상단(A 부분)에 형성되는 진공의 형성을 미연에 방지할 수 있다.

[70] 본 실시형태에 따르면, 압력제어수단(22)은 압력 트랜스미터(21)로부터 신호를 받아 개폐 혹은 개방정도를 조절하면서 적재배관(12) 내의 압력, 특히 도면에 A로 표시된 적재배관(12)의 상단 내부압력을 조절한다.
압력제어수단(22)으로서는 컨트롤 밸브(Control valve)나 수차(Hydraulic turbine) 등이 사용될 수 있다.

[71] 압력제어수단으로서의 컨트롤 밸브는, 액체화물 내에 잠겨있는 상태에서 유압 혹은 공압에 의해 작동 가능한 밸브일 수 있다. 이 밸브는, 신호나 유압 혹은 공압의 오류 시 완전 개방 상태로 동작하도록 구성되고, 정상 운전 상태에서 안티 캐비테이션(Anti-cavitation) 기능을 가지며, 방폭형인 것이 바람직하다.

[72] 또, 밸브는 이론적으로 등엔탈피 팽창으로 압력만 강하시키나, 압력제어수단으로서의 수차를 사용할 경우, 일을 생산해냄으로써 이론적으로 등엔트로피 팽창을 하며, 이 과정에서 압력 강하와 함께 액체화물, 예컨대 LNG의 엔탈피까지 감소시켜 밸브에 비해 더욱 저온의 액체화물을 하류에서 얻을 수 있으므로 더욱 효율적일 수 있다. 압력제어수단(22)으로 사용되는 수차는 이미 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 설계 조건에 맞춰 기존의 수차 중 적절한 것을 채택하여 사용할 수 있다.

[73] 이와 같이 본 실시형태에 따르면, 밸브 또는 수차와 같은 간단한 설비를 추가함으로써, 많은 시설 투자비용을 들이지 않고도 액체화물의 적재시 발생하는 불필요한 증발가스의 발생을 효과적으로 억제함으로써 저장탱크(10)에 대한 효율적인 액체화물의 선적작업을 실시할 수 있다.

[74] 본 실시형태에 따르면, 적재배관(12)으로부터 분기하여 압력제어수단(22)을 우회하도록 설치되는 우회배관(14)은 압력제어수단(22)의 상류측에서 적재배관(12)으로부터 분기된 후 이 적재배관(12)과 대략 평행하게 연장되고, 그에 따라 공급배관(11) 및 적재배관(12)을 통해 선적되는 액체화물은 압력제어수단(22)을 거치지 않고 우회배관(14)을 통해 저장탱크(1) 내에 선적될 수 있다.

[75] 압력제어수단(22)이 고장으로 적재배관(12)이 폐쇄된다면, 우회배관(14)에 설치된 우회밸브(24)를 개방시켜 액체화물의 선적작업을 계속해서 수행할 수 있다. 이때, 갑자기 우회밸브(24)가 개방되면 적재배관(12)의 상단 내부압력이 낮아져 적재배관(12)의 내부에 진공이 발생할 우려가 있으므로, 우회배관(14)의

직경은 적재배관(12)의 직경보다 작게 이루어지는 것이 바람직하다.

[76] 또한, 액체화물의 선적작업이 진행되어 저장탱크(1) 내의 액체화물 수위가 상승하면, 우회밸브(24)를 개방하여 적재배관(12)과 함께 우회배관(14)을 통해 액체화물의 선적이 이루어질 수 있다. 이때 우회밸브(24)의 개방은, 우회밸브(24)가 개방되어도 적재배관(12)의 상단 내부공간의 압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있을 때 이루어져야 한다. 이와 같이 본 실시형태에 따르면, 액체화물의 선적시 압력제어수단(22)을 완전히 개방시켜도 압력제어수단에 의한 차압 발생으로 선적 속도가 감소하는 문제를 우회배관(14)을 통해 해소할 수 있어, 선적속도의 저하를 방지함으로써 선적이 완료되는 시간을 앞당길 수 있게 된다.

[77]

[78] 이하, 이와 같은 구성을 가지는 본 발명의 제3 실시형태에 따른 선박의 액체화물 증발가스 방지 시스템의 작동을 설명한다.

[79] 저장탱크(1)의 내부에 공급배관(11) 및 적재배관(12)을 통해서 예컨대 LNG, LPG, 원유 등과 같은 액체화물을 적재하는 경우, 압력 트랜스미터(21)가 적재배관(12)의 상단 내부압력을 측정한다. 압력 트랜스미터(21)에서 측정된 압력값에 근거하여 압력제어수단(22)이 개폐되거나 혹은 개방정도가 조절됨으로써 액체화물의 선적속도가 조절되어 적재배관(12)의 상단 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있게 된다.

[80] 액체화물의 선적시 우발적으로 압력제어수단(22)에 고장이 발생하여 선적작업이 불가능하게 될 경우, 본 실시형태에 따르면 우회배관(14)에 설치된 우회밸브(24)를 개방시킴으로써 우회배관(14)을 통하여 선적작업을 계속해서 수행할 수 있으며, 우회배관(14)의 직경이 적재배관(12)의 직경보다 작기 때문에 적재배관의 상단에 공동이 발생할 우려를 감소시킬 수 있다.

[81] 한편, 액체화물의 선적이 정상적으로 이루어져 저장탱크(1) 내의 액체화물 수위가 상승함에 따라, 압력제어수단(22)을 완전히 개방시켜도 적재배관(12)의 상단 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지된다면, 우회밸브(24)를 개방시켜 적재배관(12)과 함께 우회배관(14)을 통해서도 액체화물의 선적이 이루어질 수 있도록 함으로써 압력제어수단(22)으로 인한 차압 발생을 상쇄시킬 수 있다. 그에 따라 차압 발생으로 인해 선적속도가 느려지는 문제를 방지하여 선적작업을 신속하게 완료할 수 있도록 할 수 있다.

[82] 그에 따라 액체화물의 적재 시 선적속도 및 화물적재량에 미치는 영향을 최소화하는 동시에, 발생하는 증발가스(즉 플래쉬 가스(Flash gas) 또는 휘발성 유기 화합물(VOC))를 저감시킬 수 있게 된다.

[83]

[84] 도 4는 본 발명의 바람직한 제4 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템의 개략적인 구성도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 액체화물은, 저장탱크(1)의 위쪽에서 대략 수평으로 연장되는 공급배관(11)과, 이 공급배관(11)으로부터

저장탱크(1)의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관(12)을 통해 육상 플랜트, FPSO 등의 공급처로부터 저장탱크(1)에 공급되어 선적된다.

[85] 본 발명의 제4 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템은, 적재배관(12)의 하부에 설치되는 압력제어수단(22)과, 저장탱크(1)에 설치되어 저장탱크(1) 내부에 저장된 액체화물의 수위를 측정하여 그 측정값에 근거해 압력제어수단(22)을 제어하는 감지수단으로서의 수위 측정장치(31)와, 적재배관(12)으로부터 분기하여 압력제어수단(22)을 우회하도록 설치되는 우회배관(14)과, 이 우회배관(14)에 설치되어 우회배관(14)을 통한 액체화물의 유동을 조절하는 우회밸브(24)를 포함한다.

[86] 감지수단으로서의 수위 측정장치(31)는 압력제어수단(22)이 설치된 위치로부터 이격된 위치에 배치되어 있으며, 예를 들어 저장탱크(1)의 상단에 설치될 수 있다.

[87] 제4 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템은, 저장탱크(1) 내부에 저장된 액체화물의 수위를 측정하는 수위 측정장치(31)를 감지수단으로서 포함하고 있다는 점에서만 전술한 제3 실시형태에 따른 액체화물 증발방지 시스템과 상이하므로, 제3 실시형태와 동일한 구성에는 동일한 부재번호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.

[88]

[89] 본 발명에 따른 시스템은, 적재배관(12)에서 압력제어수단(22)의 상류측에 별도의 밸브(도시생략)를 설치하고, 압력제어수단(22)의 유지보수시에 별도의 밸브를 폐쇄시켜 작업을 용이하게 할 수 있도록 변형될 수 있다. 이 별도의 밸브는 매뉴얼 밸브일 수 있다.

[90] 이상과 같이 본 발명을 예시된 도면을 참조하여 설명하였으나, 본 발명은 이상에서 설명된 실시예와 도면에 의해 한정되지 않으며, 특허청구범위 내에서 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들에 의해 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

청구범위

[청구항 1] 액체화물을 저장할 수 있는 저장탱크에 액체화물을 선적할 때 액체화물의 증발가스 발생을 방지하는 선박의 액체화물 증발방지 시스템으로서,
액체화물을 저장탱크에 선적하기 위한 배관에 설치되는 압력제어수단과;
상기 압력제어수단이 설치된 위치에서 이격된 위치에 배치되는 감지수단;
을 포함하며,
상기 감지수단에서 감지된 정보에 근거하여 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록 상기 압력제어수단의 개방정도를 제어하는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 압력제어수단을 우회하여 액체화물이 상기 저장탱크에 선적될 수 있도록 상기 배관으로부터 분기하는 우회배관을 더 포함하는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 우회배관의 직경은 상기 우회배관이 분기하는 상기 배관의 직경보다 작은, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 4] 청구항 2에 있어서,
상기 우회배관에는 상기 우회배관을 통한 액체화물의 유동을 제어하는 우회밸브가 설치되는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 5] 청구항 4에 있어서,
액체화물의 선적이 이루어져 상기 저장탱크 내의 액체화물 수위가 상승함에 따라, 상기 압력제어수단을 완전히 개방시켜도 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 때, 상기 우회밸브를 개방시켜 상기 배관과 함께 상기 우회배관을 통해서도 액체화물의 선적이 이루어질 수 있도록 하는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 감지수단은, 상기 배관에서 상기 압력제어수단보다 상류측에 설치되어 상기 배관의 내부압력을 측정하고, 그 측정값에 근거해 상기 압력제어수단의 개방정도를 제어하는 압력 트랜스미터인, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 7] 청구항 1에 있어서,

상기 감지수단은, 상기 저장탱크에 설치되어 상기 저장탱크 내부의 액체화물의 수위를 측정하고, 그 측정값에 근거해 상기 압력제어수단의 개방정도를 제어하는 수위 측정장치인, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 8] 청구항 1에 있어서,
상기 배관은, 상기 저장탱크의 위쪽에서 연장되는 공급배관과, 상기 공급배관으로부터 상기 저장탱크의 바닥을 향해 아래쪽으로 연장되는 적재배관을 포함하며,
상기 압력제어수단은 상기 적재배관의 하부에 설치되는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 배관은, 상기 적재배관의 하단으로부터 수평으로 연장되는 분배배관을 더 포함하는, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 10] 청구항 1에 있어서,
상기 압력제어수단은 밸브 또는 수차인, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.

[청구항 11] 액체화물을 저장할 수 있는 저장탱크에 액체화물을 선적할 때 액체화물의 증발가스 발생을 방지하는 선박의 액체화물 증발방지 방법으로서,
액체화물을 저장탱크에 선적하기 위한 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록, 상기 배관에 설치되는 압력제어수단의 개방정도를, 상기 압력제어수단이 설치되어 있는 위치로부터 이격된 위치에서 측정된 정보에 근거하여 제어하는, 선박의 액체화물 증발방지 방법.

[청구항 12] 청구항 11에 있어서,
상기 배관으로부터 분기하는 우회배관과 상기 우회배관을 개폐하는 우회밸브를 설치하고,
상기 우회밸브의 개방시, 상기 배관을 통해 액체화물이 상기 저장탱크에 선적되는 동시에, 상기 우회배관을 통해 상기 압력제어수단을 거치지 않고 액체화물이 상기 저장탱크에 선적될 수 있는, 선박의 액체화물 증발방지 방법.

[청구항 13] 청구항 12에 있어서,
액체화물의 선적이 이루어져 상기 저장탱크 내의 액체화물 수위가 상승함에 따라, 상기 압력제어수단을 완전히 개방시켜도 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 때, 상기 우회밸브를 개방시켜 상기 배관과 함께 상기 우회배관을 통해서도 액체화물의 선적이 이루어질 수 있도록 하는, 선박의 액체화물 증발방지 방법.

[청구항 14] 청구항 12에 있어서,
상기 압력제어수단의 고장시 상기 우회밸브를 개방시킴으로써 상기 우회배관을 통하여 선적작업을 계속해서 수행할 수 있으며, 상기 배관의 내부압력이 액체화물의 증기압 이상으로 유지될 수 있도록 상기 우회배관의 직경은 상기 배관의 직경보다 작은,
선박의 액체화물 증발방지 방법.

[청구항 15] 청구항 11에 있어서,
상기 정보는, 상기 배관에서 상기 압력제어수단보다 상류측에 설치되는 압력 트랜스미터에서 측정되는 상기 배관의 내부압력인,
선박의 액체화물 증발방지 방법.

[청구항 16] 청구항 11에 있어서,
상기 정보는, 상기 저장탱크에 설치되는 수위 측정장치에서 측정되는 상기 저장탱크 내부의 액체화물의 수위인, 선박의 액체화물 증발방지 시스템.