

명세서

발명의 명칭: 선박의 액화가스 병커링 시스템 및 병커링 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 선박의 액화가스 병커링 시스템 및 병커링 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 온실가스 및 각종 대기오염 물질의 배출에 대한 국제해사기구(IMO)의 규제가 강화됨에 따라 조선 및 해운업계에서는 기존 연료인 중유, 디젤유의 이용을 대신 하여, 청정 에너지원인 천연가스를 선박의 연료가스로 이용하는 경우가 많아지고 있다.
- [3] 연료가스 중에서 널리 이용되고 있는 천연가스(Natural Gas)는 메탄(Methane)을 주성분으로 하며, 통상적으로 그 부피를 1/600로 줄인 액화가스(Liquefied Gas) 상태로 변환된다. 이러한 액화가스는 선체에 단열 처리되어 설치되는 탱크에 수용되어 저장 및 수송된다.
- [4] 한편, 액화가스(예컨대, LNG)를 탱크로 주입하는 병커링 과정에서 탱크 내부의 압력이 급격히 상승할 수 있다. 구체적으로 액화가스를 이송하는 배관이 냉각되면서 기체가 발생할 수 있고, LNG에 의해 탱크가 냉각되면서 기체가 발생할 수 있다. 탱크의 내부에 축적된 증발가스는 탱크의 내부 압력을 상승시켜 탱크의 변형 및 훼손을 유발할 수 있으므로, 증발가스의 발생량을 감소시킬 필요성이 있다.
- [5] 종래에는 병커링 과정에서 발생한 기체(증발가스)를 압축기에 의해 압축시켜 액화가스를 공급하는 측으로 되돌려 보내어 재액화하거나, 연소 처리 또는 외부로 배출시켰다.
- [6] 따라서, 효율적으로 병커링을 진행하여 증발가스 발생량을 최소화시키거나 탱크 압력 상승을 최소화 하는 등 종래의 병커링 과정을 개선할 필요성이 제기된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 실시 예는 병커링 시 액화가스를 공급받는 탱크의 압력 상승을 최소화하면서 짧은 시간 동안 많은 양의 액화가스 공급이 가능한 선박의 액화가스 병커링 시스템 및 병커링 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 일 측면에 따르면, 선박에 마련되어 액화가스를 저장하는 탱크; 상기 탱크의 내측 상부로 액화가스를 공급하는 탑필링라인; 상기 탱크의 내측 하부로 액화가스를 공급하는 바텀필링라인; 상기 탱크에 공급되는 액화가스의 수위를 측정하는 수위센서; 및 상기 수위센서에 측정된 값에 따라 상기 탑필링라인을 통

- 해 공급되는 액화가스 공급량과 상기 바텀필링라인을 통해 공급되는 액화가스 공급량을 조절하는 제어부;를 포함한다.
- [9] 상기 탑필링라인은 상기 탱크의 상부와 연결되고, 상기 바텀필링라인은 상기 탑필링라인에서 분기되어 상기 탱크의 내측 하부로 연장 형성될 수 있다.
- [10] 상기 탑필링라인은 상기 탱크의 상부와 연결되고, 상기 바텀필링라인은 상기 탱크의 바닥 부위와 연결될 수 있다.
- [11] 상기 탑필링라인에 마련되어 상기 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스 공급량을 조절하는 제1밸브; 및 상기 바텀필링라인에 마련되어 상기 바텀필링라인을 통해 공급되는 액화가스 공급량을 조절하는 제2밸브;를 더 포함할 수 있다.
- [12] 상기 탑필링라인은 상기 탱크의 내측에 액화가스가 분사되도록 마련된 분사라인을 포함할 수 있다.
- [13] 상기 분사라인은 홀이 일정 간격을 두고 배치되어 액화가스 계면에 유체를 직접 분사시키는 멀티 홀을 포함할 수 있다.
- [14] 상기 탑필링라인 및 상기 바텀필링라인 중 적어도 하나에 마련되어 상기 탱크의 증발가스 중 일부를 흡입하여 상기 분사라인으로 공급되는 액화가스에 응축시키는 이젝터를 더 포함할 수 있다.
- [15] 상기 탱크의 증발가스 중 일부를 상기 이젝터에 공급하는 배이퍼라인;을 더 포함하고, 상기 배이퍼라인은 상기 배이퍼라인에 마련되어 증발가스의 유량 또는 압력을 조절하는 체크 밸브 및 컨트롤 밸브를 포함할 수 있다.
- [16] 상기 탑필링라인의 온도를 측정하는 제1온도센서; 및 상기 탱크 내부의 온도를 측정하는 제2온도센서;를 더 포함할 수 있다.
- [17] 상기 제2온도센서는 상기 탱크 하부의 온도를 측정하는 제3온도센서와, 상기 탱크 상부의 온도를 측정하는 제4온도센서를 포함할 수 있다.
- [18] 상기 탑필링라인에 마련되어 상기 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 측정하는 유량센서를 더 포함할 수 있다.
- [19] 상기 탑필링라인에 마련되어 상기 탑필링라인의 압력을 측정하는 제1압력센서; 및 상기 탱크에 마련되어 상기 탱크 내부의 압력을 측정하는 제2압력센서를 더 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, (a) 병커링 시, 선박의 탱크 상부와 연결된 탑필링라인을 통해 상기 탱크 내측으로 액화가스를 공급하는 단계; 및 (b) 상기 탑필링라인을 통해 상기 탱크에 공급된 액화가스의 수위가 제1설정값에 도달하면, 상기 탱크 바닥 부위와 연결된 바텀필링라인을 통해 상기 탱크 내측으로 액화가스를 공급하는 단계;를 포함하되, 상기 제1설정값에 도달하도록 상기 탱크에 액화가스가 채워지는 상기 병커링 과정 초기와 제2설정값에 도달하도록 상기 탱크의 상부 수위까지 액화가스가 채워진 병커링 과정 말기에는 상기 바텀필링라인에 비해 상기 탑필링라인을 통한 액화가스 공급량이 더 많은 선박의 액화가스 병커링 방법이 제공될 수 있다.

- [21] 상기 (a) 단계에서, 상기 벙커링 과정 초기에 상기 탐필링라인을 통해 상기 탱크 내부로 액화가스를 흘려 보내면서 상기 탐필링라인의 온도와 상기 탱크 내부의 온도를 측정하고, 상기 탐필링라인과 상기 탱크 내부 간의 온도 차가 설정값에 맞게 줄어든 경우, 상기 탐필링라인에 마련된 제1밸브의 개방 정도를 확장하여 액화가스 공급량을 증가시킬 수 있는 선박의 액화가스 벙커링 방법이 제공될 수 있다.
- [22] 상기 (b) 단계에서, 상기 탱크에 공급된 액화가스의 수위를 측정하고, 상기 측정된 수위가 상기 제1설정값에 도달한 경우, 상기 탐필링라인의 제1밸브의 개방 정도를 줄이고, 상기 바텀필링라인의 제2밸브의 개방 정도를 확장시키는 선박의 액화가스 벙커링 방법이 제공될 수 있다.
- [23] 상기 탐필링라인과 바텀필링라인을 동시에 사용하여 액화가스를 공급할 경우, 상기 탱크 하부 및 상부 쪽의 온도를 각각 측정하고, 상기 탱크 하부와 상부 쪽의 온도 차가 설정값을 초과한 경우, 상기 바텀필링라인에 비해 상기 탐필링라인을 통한 액화가스의 공급량이 더 많도록 상기 탐필링라인에 마련된 제1밸브의 개방 정도를 확장하는 과정을 더 포함하는 선박의 액화가스 벙커링 방법이 제공될 수 있다.
- [24] 상기 탐필링라인은 상기 탱크의 내측 상부에 마련된 멀티 홀을 형성한 분사라인과 연결되고, 상기 탐필링라인과 상기 탱크 내부 간의 압력 차를 기초로 상기 탐필링라인의 제1밸브의 개방 정도를 제어하여, 상기 분사라인의 멀티 홀을 통해 유량이 균일하게 나오도록 제어하는 과정을 더 포함하는 선박의 액화가스 벙커링 방법이 제공될 수 있다.
- [25] 아래 수학적식에서 멀티홀의 Cd값이 높아지도록 상기 탐필링라인의 제1밸브의 개방 정도를 제어하는 선박의 액화가스 벙커링 방법이 제공될 수 있다.
- [26] <수학적식>
- [27]
$$Q = C_d A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$
- [28] 상기 수학적식에서, Q는 탐필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량, Cd는 멀티 홀의 분사효율, A는 멀티 홀 전체의 단면적, ΔP는 탐필링라인의 압력과 탱크 내부의 압력 간의 차, ρ는 탐필링라인의 유체 밀도인 것을 특징으로 한다.
- [29] 상기 Cd값은 0.6이상이 되도록 제1밸브를 사용하여 Q값을 제어하는 액화가스 벙커링 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [30] 본 발명의 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템 및 벙커링 방법은 벙커링 시 액화가스를 공급받는 탱크의 압력 상승을 최소화하면서 짧은 시간 동안 많은 양의 액화가스 공급이 가능하도록 할 수 있다.
- [31] 또, 벙커링 초기와 말기에 탐필링라인을 통한 액화가스 공급량을 증가함으로써 탱크의 압력 상승을 억제하고, 탐필링라인과 바텀필링라인을 동시에 사용 시, 둘

사이의 유량비를 결정하여 탱크의 압력 상승을 최소화하면서 효과적인 벙커링이 수행되도록 할 수 있다.

- [32] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [33] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 과정에서, 벙커링 초기에 탑필링라인의 온도와 탱크 내부의 온도를 기초로 벙커링을 수행하는 모습을 나타낸 것이다.
- [34] 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 과정에서, 탱크 수위를 기반으로 탑필링라인의 밸브 개도를 제어하여 유량을 결정하는 모습을 나타낸 것이다.
- [35] 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 과정에서, 탱크 하부 및 상부 쪽의 온도를 기초로 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 제어하는 모습을 나타낸 것이다.
- [36] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 과정에서, 탑필링라인의 압력 및 탱크 내부의 압력 값을 기초로 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 제어하는 모습을 나타낸 것이다.
- [37] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 탱크 내 액화가스 수위에 따른 유량공급 모습을 그래프로 나타낸 것이다.
- [38] 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템을 나타낸 것이다.
- [39] 도 7은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템을 나타낸 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [40] 이하에서는 본 발명의 실시 예들을 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이하에 소개되는 실시 예들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 본 발명은 이하 설명되는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 도면에서 생략하였으며 도면들에 있어서, 구성요소의 폭, 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [41] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 과정에서, 벙커링 초기에 탑필링라인의 온도와 탱크 내부의 온도를 기초로 벙커링을 수행하는 모습을 나타낸 것이고, 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커

링 과정에서, 탱크 수위를 기반으로 탑필링라인의 밸브 개도를 제어하여 유량을 결정하는 모습을 나타낸 것이다.

- [42] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 병커링 과정은 각종 액화연료 추진선, 액화연료 RV(Regasification Vessel), 컨테이너선, 일반상선, LNG FPSO(Floating, Production, Storage and Off-loading), LNG FSRU(Floating Storage and Regasification Unit) 등에 적용될 수 있다.
- [43] 또, 탱크(101)에 저장되는 액화가스는 액체상태로 저장할 수 있는 LNG(Liquefied Natural Gas), LPG(Liquefied Petroleum Gas), DME(Dimethylether), 에탄(Ethane) 중 어느 하나일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 제1 실시 예에서는 액화가스로서 LNG를 예로 들어 설명한다.
- [44] 탱크(101)는 단열상태를 유지하면서 연료를 액화상태로 저장하는 멤브레인형 탱크, 타입 A 및 타입 B 탱크 등을 포함할 수 있다.
- [45] 탑필링라인(110)은 선박의 탱크(101) 내측 상부로 액화가스를 공급한다. 탑필링라인(110)은 선박의 탱크(101) 상부와 연결되며, 탑필링라인(110)과 연결된 분사라인(112)은 탱크(101)의 내측 상부에 마련된다. 병커링 과정에서 탑필링라인(110)을 통해 공급된 액화가스는 분사라인(112)을 통해 탱크(101) 내측에 분사될 수 있다.
- [46] 분사라인(112)에는 멀티 홀(H)이 형성되어 있고, 각 홀(H)은 일정 간격을 두고 배치되어 액화가스를 탱크(101) 내부로 분사시킬 수 있다. 멀티 홀(H)을 통해 액화가스 계면에 유체가 직접 주입될 수 있고, 수면과 분사되는 액화가스의 충돌로 발생한 액적은 탱크(101)의 냉각을 효과적으로 증진시킬 수 있다. 이때 홀(H)의 직경이 작아질수록 홀(H)에서 발생하는 압력 손실은 증가하지만 홀(H) 사이 유량의 편차는 줄어든다. 따라서 공급되는 유량은 유량에 따른 멀티 홀(H)의 손실 계수를 반영하되 탱크(101)의 크기 및 타입에 따라 멀티 홀(H)의 설계를 다르게 할 수 있다.
- [47] 바텀필링라인(120)은 탱크(101)의 내측 하부로 액화가스를 공급한다. 바텀필링라인(120)은 탱크(101) 바닥 부위와 연결되며, 탱크(101) 내측으로 액화가스 공급을 수행한다. 바텀필링라인(120)의 직경은 탑필링라인(110)에 비해 크게 제작될 수 있다.
- [48] 이하, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 병커링 과정에 대해서 설명한다.
- [49] 도 1에 도시한 바와 같이, 병커링 과정 초기에 선박의 탱크(101) 상부와 연결된 탑필링라인(110)을 통해 탱크(101) 내측으로 액화가스를 공급한다. 예컨대, 액화가스 탱크로리, 육상용 고정식 액화가스 저장탱크, 액화가스 터미널 또는 해상 부유식 액화가스 저장선박에서 탱크(101) 쪽으로 병커링이 수행될 수 있다.
- [50] 이때, 탑필링라인(110)을 통해 탱크(101) 내부로 최소량의 액화가스를 흘려 보내면서 탑필링라인(110)의 온도와 탱크(101) 내부의 온도를 각각 제1 및 제2온도

센서(T1,T2)에 의해 측정한다. 탐필링라인(110)을 통해 공급되는 액화가스의 유량은 유량센서(F1)에 의해 측정된다.

- [51] 제어부(130)는 액화가스 벙커링 과정이 효과적으로 수행되도록 각종 수단들과 연계하여 제어동작을 수행한다. 이러한 제어부(130)는 상술한 탐필링라인(110)과 탱크(101) 내부 간의 온도 차가 설정값에 맞게 줄어드는 경우, 유량센서(F1)에 의해 측정된 액화가스의 유량을 기초로 탐필링라인(110)에 마련된 제1밸브(V11)의 개방 정도를 확장하여 탐필링라인(110)을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 증가시킨다.
- [52] 벙커링 초기에 탐필링라인(110)을 통해 액화가스가 공급되면, 액화가스가 흘러가는 배관에 증발가스가 발생하고, 이는 탱크(101)의 압력 상승의 원인이 된다. 이에 본 발명의 제1 실시 예에서는 탐필링라인(110)과 탱크(101) 내부 간의 온도 차를 기초로 배관 냉각이 완료된 시점을 판단하여 탐필링라인(110)의 유량을 증가시켜 본격적인 벙커링이 가능하도록 한다.
- [53] 탐필링라인(110)의 유량이 증가되면 기체를 응축시켜 탱크(101)의 압력 상승을 억제시킬 수 있다. 벙커링 초기에 증가된 탐필링라인(110)의 유량은 배관 냉각 과정에서 발생한 가스를 응축시키며, 후기에 증가된 탐필링라인(110)의 유량은 작은 부피를 갖는 기체의 민감한 압력 거동을 제어한다.
- [54] 이젝터(140)는 탐필링라인(110) 및 바텀필링라인(120) 중 적어도 하나에 마련될 수 있다. 이젝터(140)는 분사라인(112)과 가까운 탐필링라인(110) 상에 설치될 수 있다. 이젝터(140)는 탱크(101)의 증발가스 중 일부를 흡입하여 분사라인(112)으로 공급되는 액화가스에 응축시키기 위한 목적으로 제공된다. 이를 위해, 탱크(101)의 증발가스 중 일부를 이젝터(140)에 공급하기 위한 배이퍼라인(130)이 제공된다.
- [55] 이젝터(140)는 고압 상태의 액체 연료를 이젝터의 베르누이 원리를 이용하여 탱크(101) 내부의 증발가스를 배이퍼라인(130)으로 석션되도록 하여, 증발가스와 액체 연료가 서로 섞여 분사라인(112)로 공급되도록 한다.
- [56] 따라서, 탱크(101)의 증발가스가 이젝터(140)로 유입됨으로 탱크(101)의 감압을 유도하는 효과를 가질 수 있다. 또한, 탱크(101)의 증발가스가 탐필링라인(110)을 통해 공급되는 액체 연료에 응축되므로 지속적으로 탱크(101)의 증발 가스가 이젝터(140)로 공급될 수 있다.
- [57] 또한, 배이퍼라인(130)에는 이젝터(140)로 공급되는 증발 가스의 유량 또는 압력을 조절하는 체크 밸브(132)와 컨트롤 밸브(131)가 제공될 수 있고, 컨트롤 밸브(131)는 유량조절밸브 또는 압력조절밸브로써, 배이퍼라인(130)을 지나는 증발 가스가 일정한 압력 또는 유량으로 이젝터(140)에 공급될 수 있게 할 수 있다.
- [58] 다음으로 도 2를 참조하면, 탐필링라인(110)을 통해 탱크(101)에 공급된 액화가스의 수위가 제1설정값에 도달하면, 탱크(101) 바닥 부위와 연결된 바텀필링라인(120)을 통해 탱크(101) 내측으로 액화가스 공급을 수행한다.

- [59] 이와 같이 탐필링라인(110)과 바텀필링라인(120)을 통해 동시에 액화가스를 공급하여 더 많은 유량을 효율적으로 탱크(101)에 공급할 수 있다.
- [60] 탱크(101)에 공급된 액화가스의 수위는 수위센서(L1)에 의해 측정될 수 있고, 제어부(130)는 수위센서(L1)에 의해 측정된 값을 기초로 탐필링라인(110)의 제1밸브(V11) 및 바텀필링라인(120)의 제2밸브(V12)의 개방 정도를 제어할 수 있다.
- [61] 구체적으로 예를 들어 설명하면, 탱크(101)의 20% 수위(제1설정값)까지는 탱크(101)의 상부를 냉각시키기 위하여 탐필링라인(110)의 제1밸브(V11)의 개방 정도를 확장하여 탱크(101) 쪽으로 공급되는 액화가스의 유량을 증가시킨다.
- [62] 그리고 탱크(101)의 20% 내지 80% 수위까지는 바텀필링라인(120)의 제2밸브(V12)를 완전 개방하고 탐필링라인(110)의 제1밸브(V11)의 개방 정도를 제어하여 탐필링라인(110)을 통해 공급되는 액화가스 공급량이 바텀필링라인(120)을 통해 공급되는 액화가스 공급량보다 적도록 조절한다.
- [63] 또 탱크(101)의 수위가 80%(제2설정값)를 초과하면, 다시 탐필링라인(110)의 제1밸브(V11)의 개방 정도를 바텀필링라인(120)의 제2밸브(V12)의 개방 정도에 비해 확장시켜, 탐필링라인(110)을 통해 공급되는 액화가스 공급량이 바텀필링라인(120)을 통해 공급되는 액화가스 공급량보다 많도록 조절한다.
- [64] 이를 통해 병커링 초기 및 후기에 탱크(101)로 공급되는 탐필링라인(110)의 액화가스 유량을 증가시키고, 기체의 냉각 및 응축을 촉진하여 탱크(101)의 압력 상승을 최소화할 수 있다.
- [65] 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 병커링 과정에서, 탱크 하부 및 상부 쪽의 온도를 기초로 탐필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 제어하는 모습을 나타낸 것이다.
- [66] 한편 도 3을 참조하면, 상술한 탐필링라인(110) 및 바텀필링라인(120)을 통한 액화가스 병커링 과정에서, 탱크(101) 하부 및 상부 쪽의 온도를 각각 제3 및 제4 온도센서(T3,T4)에 의해 측정하고, 제어부(130)는 탱크(101) 하부와 상부 쪽의 온도 차가 설정값을 초과한 경우, 바텀필링라인(120)에 비해 탐필링라인(110)을 통한 액화가스의 주입량이 더 많도록 탐필링라인(110)에 마련된 제1밸브(V1)의 개방 정도를 확장할 수 있다.
- [67] 즉, 탐필링라인(110)의 제1밸브(V1)의 개방을 확장하여 탱크(101)로 공급되는 액화가스의 유량을 증가시킴으로써, 탱크(101)의 압력 상승을 억제하고 결과적으로 탱크(101) 하부와 상부 간의 온도 차를 감소시킬 수 있다. 탱크(101) 하부 및 상부 간의 온도 차는 탐필링라인(110) 및 바텀필링라인(120)의 유량비를 결정하는 근거가 될 수 있다.
- [68] 제3 및 제4온도센서(T3,T4)는 탱크(101) 벽면의 상부와 하부 쪽에 부착되어 온도를 측정하며, 탱크(101) 벽면의 온도는 증발가스의 압력이 상승하면 그에 따라 올라간다. 병커링 과정에서 탱크(101) 압력을 억제하기 위해서는 탱크(101) 상부의 온도가 낮아져야 한다. 탱크(101)의 상부 벽면과 하부 벽면의 온도 차가 증가할 경우 액체 영역에서 온도 성층화가 발생했다는 간접적인 증거이므로, 이 경우

탐필링라인(110)의 제1밸브(V11)의 개방 정도를 확장하여, 탱크(101) 상부 쪽으로의 액화가스 공급량을 증가시킨다.

[69] 이와 같이 탱크(101) 하부 및 상부 간의 온도 차 제어 과정은 탐필링라인(110)과 바텀필링라인(120)을 동시에 사용하는 벙커링 중기에 사용될 수 있으며, 이를 통해 탐필링라인(110)과 바텀필링라인(120)의 유량비를 결정할 수 있다.

[70] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 과정에서, 탐필링라인의 압력 및 탱크 내부의 압력 값을 기초로 탐필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 제어하는 모습을 나타낸 것이다.

[71] 도 4를 참조하면, 상술한 탐필링라인(110) 및 바텀필링라인(120)을 통한 액화가스 벙커링 과정에서, 탐필링라인(110)의 압력과 탱크(101) 내부의 압력을 압력계(P1,P2)에 의해 각각 측정하고, 제어부(130)는 측정된 압력 값을 기초로 탐필링라인(110)의 제1밸브(V1)의 개방 정도를 제어하여, 분사라인(112)의 멀티 홀(H)을 통해 유량이 균일하게 나오도록 할 수 있다.

[72] 멀티 홀(H)을 통해 균일한 유량을 공급함으로써 기체의 효율적 냉각 및 응축이 이루어질 수 있다.

[73] 이때, 제어부(130)는 아래 수학적식에서 멀티홀의 C_d 값이 높아지도록 탐필링라인(110)의 제1밸브(V1)의 개방 정도를 제어할 수 있다.

[74] <수학적식>

$$[75] \quad Q = C_d A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

[76] 위 수학적식에서, Q는 탐필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량, C_d 는 멀티 홀(H)의 분사효율, A는 멀티 홀(H) 전체의 단면적, ΔP 는 탐필링라인의 압력과 탱크 내부의 압력 간의 차, ρ 는 탐필링라인의 유체 밀도를 나타낸다. 이때 C_d 값은 바람직하게 0.6이상이 되도록 하는 제1밸브를 사용하여 Q값을 제어할 수 있다.

[77] 멀티 홀(H)을 지나는 액화천연가스의 유량이 증가할수록 멀티 홀(H)의 저항은 감소한다. 액화가스의 유량이 증가함에 따라 멀티 홀(H)의 저항은 급속히 줄어들다가 완만해지며, 이는 멀티 홀(H)을 통해 균일하게 유량이 나오고 있음을 의미한다. 따라서 위 수학적식을 기초로 멀티 홀(H)의 저항이 완만하게 감소하는 운전 조건을 유지할 수 있고, 이를 통해 작은 압력 강하로 많은 유량 공급이 가능하므로 효율적인 벙커링이 가능하다.

[78] 멀티 홀(H)이 형성된 분사라인(112)의 성능은 유량에 따라 달라진다. 각 홀(H)을 통해 탱크(101) 내측으로 균일한 유량의 액화가스가 분사됨으로써, 압력손실을 효과적으로 줄일 수 있고, 벙커링 과정이 빠르게 효율적으로 진행될 수 있다.

[79] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 탱크 내 액화가스 수위에 따른 유량공급 모습을 그래프로 나타낸 것이다.

- [80] 도 5를 참조하면, 상술한 바와 같이 벙커링 과정 초기에 탱크(101)로 공급된 액화가스의 수위가 제1설정값에 도달할 때까지 탑필링라인(110)을 통해 탱크(101) 내측으로 액화가스 공급이 이루어진다.
- [81] 그리고, 해당 제1설정값을 도달한 후에는 바텀필링라인(120)의 제2밸브(V12)를 완전 개방하고, 바텀필링라인(120)을 통해 공급되는 액화가스의 양이 탑필링라인(110)을 통해 공급되는 양보다 많도록 탑필링라인(110)의 제1밸브(V11)를 조절한다.
- [82] 그리고, 제2설정값에 도달하도록 탱크(101)의 상부 수위까지 액화가스가 채워진 벙커링 과정 말기에는 바텀필링라인(120)에 비해 탑필링라인(110)을 통한 액화가스 공급량이 더 많도록 탑필링라인(110)의 제1밸브(V11) 및 바텀필링라인(120)의 제2밸브(V12)를 조절한다.
- [83] 탑필링라인(110)의 제1밸브(V11) 및 바텀필링라인(120)을 동시에 사용할 경우, 도 3 및 도 4에서 설명한 바와 같이, 탱크(101) 하부와 상부 간의 온도 차와, 탑필링라인(110)과 탱크(101) 내부 간의 압력 차를 기초로 탑필링라인(110)을 통해 공급되는 액화가스의 양을 조절하여, 증발가스의 발생량 억제 및 탱크(101) 내부의 압력 조절과, 효과적인 액화가스 분사가 이루어지도록 하여, 벙커링의 효율적인 수행이 가능하다.
- [84] 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템을 나타낸 것이다.
- [85] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템은 제1 실시 예와 비교하여 바텀필링라인(120)의 연결구조에 차이점이 있고 그 외 구성과 구성의 작동태양은 제1 실시 예와 동일하다.
- [86] 구체적으로, 제2 실시 예의 바텀필링라인(120)은 탑필링라인(110)에서 분기되어 상기 탱크(101)의 내측 하부로 연장 형성된다. 제2 실시 예에서는 이젝터(140)가 탑필링라인(110)에 마련되고, 바텀필링라인(120)은 탑필링라인(110) 상에서 이젝터(140)를 지난 구간에서 분기되나, 바텀필링라인(120)의 연결구조는 이에 한정되는 것은 아니고, 이젝터(140)를 지나기 전 구간에서 분기될 수도 있다.
- [87] 도 7은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템을 나타낸 것이다.
- [88] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 선박의 액화가스 벙커링 시스템은 제2 실시 예와 비교하여 이젝터(140)의 배치구조에 차이점이 있고 그 외 구성과 구성의 작동태양은 제2 실시 예와 동일하다.
- [89] 구체적으로, 제3 실시 예의 이젝터(140)는 바텀필링라인(120)에 마련된다.
- [90] 이상에서는 특정의 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였다. 그러나, 본 발명은 상기한 실시 예에만 한정되지 않으며, 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 청구범위에 기재된 발명의 기술적 사상의 요지를 벗어남이 없이 얼마든지 다양하게 변경 실시할 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 선박에 마련되어 액화가스를 저장하는 탱크;
 상기 탱크의 내측 상부로 액화가스를 공급하는 탑필링라인;
 상기 탱크의 내측 하부로 액화가스를 공급하는 바텀필링라인;
 상기 탱크에 공급되는 액화가스의 수위를 측정하는 수위센서; 및
 상기 수위센서에 측정된 값에 따라 상기 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스 공급량과 상기 바텀필링라인을 통해 공급되는 액화가스 공급량을 조절하는 제어부;를 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 탑필링라인은
 상기 탱크의 상부와 연결되고,
 상기 바텀필링라인은
 상기 탑필링라인에서 분기되어 상기 탱크의 내측 하부로 연장 형성되는
 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 탑필링라인은
 상기 탱크의 상부와 연결되고,
 상기 바텀필링라인은
 상기 탱크의 바닥 부위와 연결되는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 탑필링라인에 마련되어 상기 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스
 공급량을 조절하는 제1밸브; 및
 상기 바텀필링라인에 마련되어 상기 바텀필링라인을 통해 공급되는 액화
 가스 공급량을 조절하는 제2밸브;를 더 포함하는 선박의 액화가스 병커링
 시스템.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 탑필링라인은
 상기 탱크의 내측에 액화가스가 분사되도록 마련된 분사라인을 포함하는
 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 분사라인은
 홀이 일정 간격을 두고 배치되어 액화가스 계면에 유체를 직접 분사시키
 는 멀티 홀을 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 탑필링라인 및 상기 바텀필링라인 중 적어도 하나에 마련되어 상기
 탱크의 증발가스 중 일부를 흡입하여 상기 분사라인으로 공급되는 액화

- 가스에 응축시키는 이젝터를 더 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 탱크의 증발가스 중 일부를 상기 이젝터에 공급하는 베이퍼라인;을 더 포함하고,
상기 베이퍼라인은
상기 베이퍼라인에 마련되어 증발가스의 유량 또는 압력을 조절하는 체크 밸브 및 컨트롤 밸브를 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 탑필링라인의 온도를 측정하는 제1온도센서; 및
상기 탱크 내부의 온도를 측정하는 제2온도센서;를 더 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 제2온도센서는
상기 탱크 하부의 온도를 측정하는 제3온도센서와,
상기 탱크 상부의 온도를 측정하는 제4온도센서를 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 탑필링라인에 마련되어 상기 탑필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량을 측정하는 유량센서를 더 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 탑필링라인에 마련되어 상기 탑필링라인의 압력을 측정하는 제1압력센서; 및
상기 탱크에 마련되어 상기 탱크 내부의 압력을 측정하는 제2압력센서를 더 포함하는 선박의 액화가스 병커링 시스템
- [청구항 13] (a) 병커링 시, 선박의 탱크 상부와 연결된 탑필링라인을 통해 상기 탱크 내측으로 액화가스를 공급하는 단계; 및
(b) 상기 탑필링라인을 통해 상기 탱크에 공급된 액화가스의 수위가 제1설정값에 도달하면, 상기 탱크 바닥 부위와 연결된 바텀필링라인을 통해 상기 탱크 내측으로 액화가스를 공급하는 단계;를 포함하되,
상기 제1설정값에 도달하도록 상기 탱크에 액화가스가 채워지는 상기 병커링 과정 초기와 제2설정값에 도달하도록 상기 탱크의 상부 수위까지 액화가스가 채워진 병커링 과정 말기에는 상기 바텀필링라인에 비해 상기 탑필링라인을 통한 액화가스 공급량이 더 많은 선박의 액화가스 병커링 방법.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 (a) 단계에서,

상기 벙커링 과정 초기에 상기 탭필링라인을 통해 상기 탱크 내부로 액화 가스를 흘려 보내면서 상기 탭필링라인의 온도와 상기 탱크 내부의 온도를 측정하고,

상기 탭필링라인과 상기 탱크 내부 간의 온도 차가 설정값에 맞게 줄어드는 경우, 상기 탭필링라인에 마련된 제1밸브의 개방 정도를 확장하여 액화 가스 공급량을 증가시키는 선박의 액화가스 벙커링 방법.

[청구항 15] 제13항에 있어서,
상기 (b) 단계에서,
상기 탱크에 공급된 액화가스의 수위를 측정하고,
상기 측정된 수위가 상기 제1설정값에 도달한 경우, 상기 탭필링라인의 제1밸브의 개방 정도를 줄이고, 상기 바텀필링라인의 제2밸브의 개방 정도를 확장시키는 선박의 액화가스 벙커링 방법.

[청구항 16] 제13항에 있어서,
상기 탭필링라인과 바텀필링라인을 동시에 사용하여 액화가스를 공급할 경우,
상기 탱크 하부 및 상부 쪽의 온도를 각각 측정하고,
상기 탱크 하부와 상부 쪽의 온도 차가 설정값을 초과한 경우, 상기 바텀 필링라인에 비해 상기 탭필링라인을 통한 액화가스의 공급량이 더 많도록 상기 탭필링라인에 마련된 제1밸브의 개방 정도를 확장하는 과정을 더 포함하는 선박의 액화가스 벙커링 방법.

[청구항 17] 제13항에 있어서,
상기 탭필링라인은 상기 탱크의 내측 상부에 마련된 멀티 홀을 형성한 분사라인과 연결되고,
상기 탭필링라인과 상기 탱크 내부 간의 압력 차를 기초로 상기 탭필링라인의 제1밸브의 개방 정도를 제어하여, 상기 분사라인의 멀티 홀을 통해 유량이 균일하게 나오도록 제어하는 과정을 더 포함하는 선박의 액화가스 벙커링 방법.

[청구항 18] 제17항에 있어서,
아래 수학식에서 멀티홀의 Cd값이 높아지도록 상기 탭필링라인의 제1밸브의 개방 정도를 제어하는 선박의 액화가스 벙커링 방법.

<수학식>

$$Q = C_d A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

상기 수학식에서, Q는 탭필링라인을 통해 공급되는 액화가스의 유량, Cd는 멀티 홀의 분사효율, A는 멀티 홀 전체의 단면적, ΔP는 탭필링라인의 압력과 탱크 내부의 압력 간의 차, ρ는 탭필링라인의 유체 밀도인 것을 특징으로 함.

- [청구항 19] 제18항에 있어서
상기 Cd값은 0.6이상이 되도록 제1밸브를 사용하여 Q값을 제어하는 액화
가스 병커링 방법.