

유증기배출제어장치의 안전기준(제37조제3항 관련)

1. 정의

- 가. “최대허용 이송율(Maximum allowable transfer rate)”이란 유조선에 화물이나 선박평형수를 적재할 수 있는 최대 체적비를 말하며, 시간당 용적을 그 단위로 한다.
- 나. “최대 유증기 이송율(Maximum vapor processing rate)”이란 터미널의 휘발성 유기화합물 처리설비가 이송할 수 있는 최대 능력을 말한다.
- 다. “유조선 유증기 연결구(Tanker Vapour Connection)”란 유조선의 고정식 유증기수집 장치에서 유증기 수집 호스(Hose) 또는 암(Arm)에 연결하는 지점을 말한다.
- 라. “터미널 유증기 연결구(Terminal Vapour Connection)”란 터미널 측의 고정식 수집 장치에서 유증기수집 호스(Hose) 또는 암(Arm)에 연결하는 지점을 말한다.
- 마. “유증기 평형(Vapour Balancing)”이란 화물의 유입으로 인하여 급유되는 유조선의 화물창으로부터 화물을 배출하는 시설의 탱크로 유증기수집 장치를 통하여 치환된 유증기의 이송을 말한다.
- 바. “유증기 수집장치(Vapour Collection System)”란 탱커의 화물창에서 방출된 유증기를 모아 유증기처리장치(vapour processing unit)로 유증기를 이송하기 위하여 사용되는 관 및 호스 등을 말한다.
- 사. “유증기 파괴장치(Vapour Destruction Unit)”란 소각기와 동등한 수단으로 화물 유증기를 파괴하는 유증기 처리 장치를 말한다.
- 아. “유증기 분산장치(Vapour Dispersion Unit)”란 화물을 적하하거나 선박평형수를 주입 또는 배출하는 동안 유조선에 위치하지 아니한 벤트장치를 통하여 대기로 화물 유증기를 방출하는 유증기 처리장치를 말한다.
- 자. “유증기배출 제어장치(Vapour Emission Control System)”란 유조선으로부터 수집된 유증기를 제어하기 위하여 사용되는 관 및 호스 등을 말하며, 유증기 수집 장치 및 유증기 처리장치를 포함한다.
- 차. “유증기 처리장치(Vapour Processing Unit)”란 유조선으로부터 수집된 유증기를 회수, 파괴, 분산하는 유증기제어장치의 구성품을 말한다.
- 카. “유증기 회수장치(Vapour Recovery Unit)”란 흡수, 흡착, 응축, 필터링기술 또는 이와 동등한 기술로서 비파괴적인 방법으로 화물유증기를 회수하는 유증기처리장치를 말한다.
- 타. “액 녹아웃 용기(Liquid knockout vessel)”란 유증기로부터 액을 분리하기

위한 장치를 말한다.

파. “휘발성 유기화합물(Volatile organic compounds, 이하 VOCs라 한다)”이란 대기 중에서 질소산화물(NO_x)과 결합하여 오존과 동등한 광화학 산화체를 형성하여 지구상의 식물, 인체에 대한 질병 등을 유발하는 독성 물질을 생성하는 것을 말한다.

2. 적용제외범위

이 기준은 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 적용하지 아니한다.

가. 휘발성유기화합물 재액화설비를 갖춘 경우

나. 예기치 못한 계통의 중대한 손상의 경우

다. 정기적인 검사를 위하여 일시적인 개방 등이 필요한 경우

3. 대체설비의 요건

이 기준과 다르게 유증기배출제어장치를 설계·배치하려는 자는 대체 설계와 배치에 대한 평가서를 지방해양수산청장에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 이 경우 평가서에서는 다음 각 목의 사항이 포함되어야 한다.

가. 전체 계통도에 대한 설명

나. 화재 및 폭발 가능성에 대한 식별

다. 선박 또는 터미널의 안전성 확보에 대한 기술적 근거

라. 대체설계가 안전 성능기준을 만족함을 나타내는 기술적 근거

마. 그 밖에 설계적으로 동등하다고 인정할 수 있는 자료

4. 시스템의 개요

가. 일반사항

선박에서 발생하는 휘발성유기화합물을 대기 중으로 방출하지 아니하고 육상으로 보내기 위하여 관장치 및 제어장치가 필요하며, 이러한 설비는 화물유관과는 별도로 유증기관장치와 산소농도계측 감시장치(불활성가스 발생장치가 설치된 선박만 해당한다), 압력감시장치 등이 설치되어야 한다.(그림 1 참조)

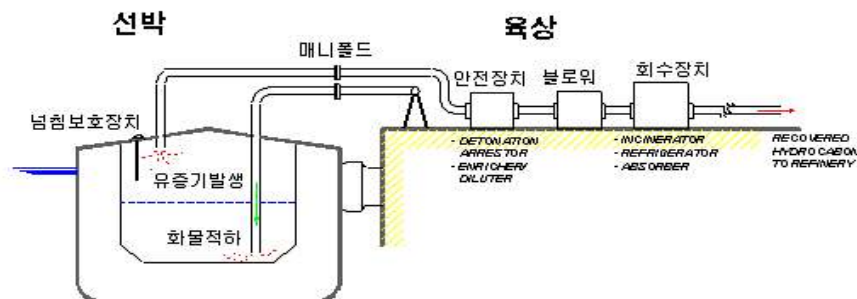


그림 1 유증기회수장치(VRU, Vapour Recovery System)설비의 개념도

나. 선박의 유증기관 연결구

- 1) 수동 조작이 가능한 격리밸브를 유조선 유증기 연결구에 설치하여야 한다. 이 밸브의 조작 장소는 시각적으로 쉽게 확인할 수 있어야 한다.
- 2) 유증기 수집관 또는 유증기 수집호스의 끝단은 잘못 연결하는 것을 방지하기 위하여 쉽게 구분할 수 있도록 표시되어야 한다.
- 3) 유증기 매니폴드를 터미널 측의 액체 적하관(Liquid Loading Line)에 잘못 연결하는 것을 방지하기 위하여 각 선박의 유증기 연결 플랜지는 선박의 크기에 관계 없이 국제석유회사해사평의회(OCIMF)의 매니폴드 기준을 적용할 것이 권고된다.
- 4) 유증기 수집 호스는 사용하기에 적합하고, 전기적으로 연속성이 있어야 하며, 플랜지에 적용하는 산업규격에 따라 여분의 구멍을 가지고 있어야 한다.
- 5) 유증기관 연결구 끝단 1m는 붉은색/노란색/붉은색으로 색칠되어야 하며, 붉은색 띠는 100mm, 노란색 띠는 800mm, 50mm 크기의 검은색 글씨로 “유증기(VAPOUR)”의 표기가 되어 있어야 하고 유증기관 연결구 플랜지의 상부에 지름 12.7mm, 길이 25.4mm의 스테드(stud)가 부착되어야 하며, 스테드는 플랜지의 상부 중간 볼트의 구멍 사이에 부착되어야 한다. 다만, 국내항해에만 종사하는 선박의 경우에는 영문표기를 하지 아니할 수 있다.

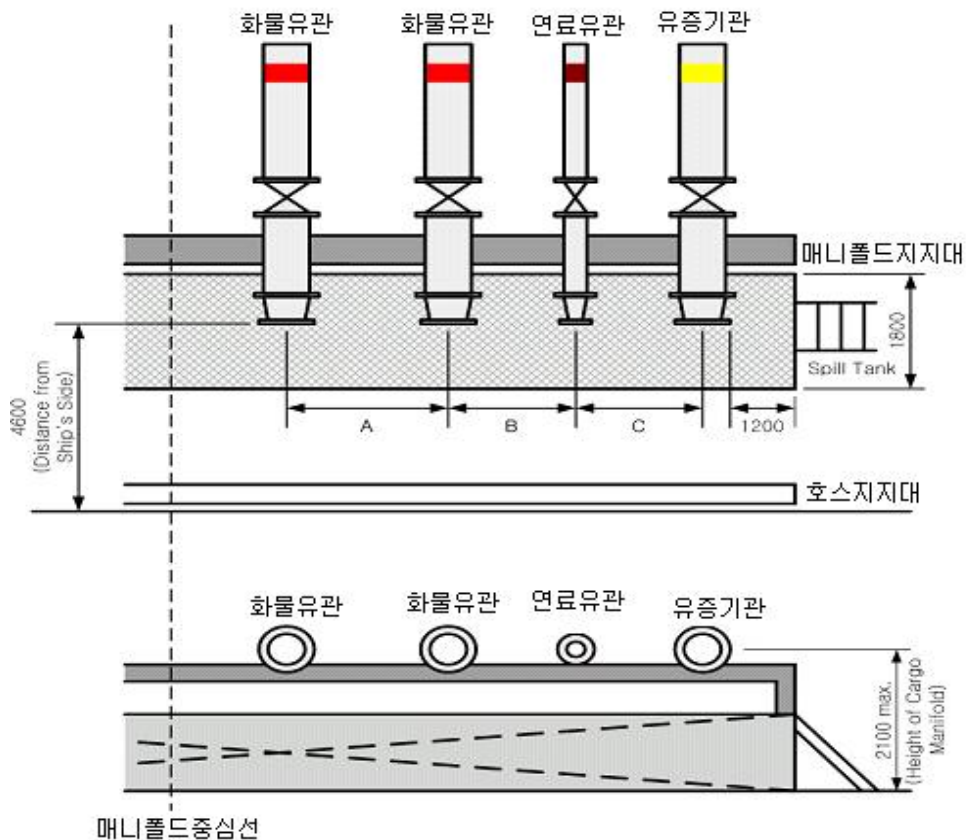


그림 2 표준매니폴드 배치

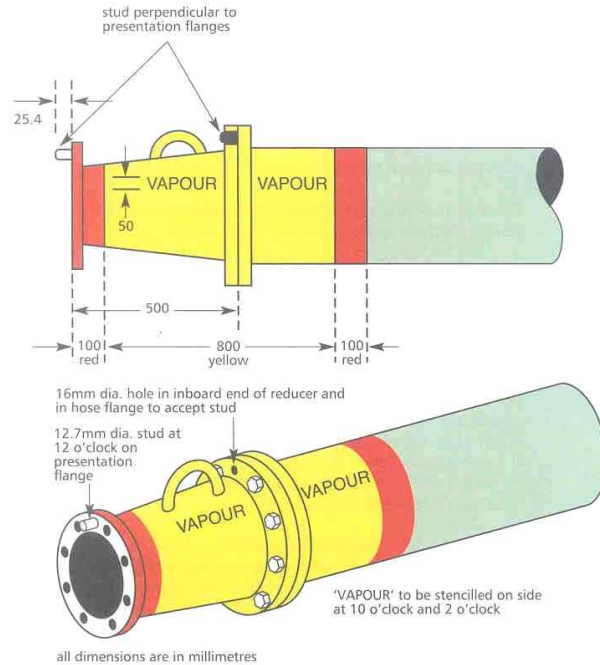


그림 3 화물유증기 매니폴드의 식별

5. 휘발성유기화합물 처리설비의 설계요건

가. 일반사항

1) 일반요건

- 가) 처리용량은 이 표에 따른 최대용량의 한 개의 시스템보다는 50% 용량을 2조로 구성하도록 권고한다.
- 나) 유증기배출제어장치의 설계와 설치에 유조선의 넘침 위험, 과·부압 위험 및 발화위험 등의 잠재적인 위험성을 제거하도록 설계되어야 하며, 위험한 상황을 발생시키지 아니하도록 적절한 경보 및 자동제어 계통을 갖추어야 한다. 또한, 조작자의 실수를 최소화하기 위한 조작절차를 갖추어야 한다.
- 다) 터미널에서는 이송능력 전역에 걸쳐 발생할 수 있는 유조선의 화물유증기 발생율을 연속적으로 안전하게 조작할 수 있도록 설계되어야 한다.
- 라) 상호 반응하는 두 가지 종류 이상의 휘발성유기화합물을 수용할 가능성이 있는 경우에는 독립된 관장치를 갖추어야 한다.
- 마) 데토네이션 어레스터, 플레임 어레스터 또는 플레임 스크린은 해양수산부 장관이 정하여 고시하는 기준 또는 국제해사기구가 정하는 기준에 부합하여야 한다.
- 바) 폭발을 피하기 위하여 불활성가스를 사용할 경우에는 국제해사기구가 정하는 기준에 부합하여야 한다.

사) 유증기 관장치는 전기적으로 연속성이 있어야 하며, 필요한 곳에 접지설비를 갖추어야 한다.

아) 생성중합체를 발생할 수 있는 유증기를 운송하는 관장치는 가열장치 또는 이를 쉽게 제거할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

2) 설계기준

가) 설계압력은 관내 유체의 최고사용압력으로서 다음의 압력보다 작아서는 아니 된다.

(1) 압력도출밸브 또는 이에 대신하는 과압방지장치가 붙어있는 관장치에 있어서는 해당 도출밸브 또는 과압방지장치의 조정압력과 동등한 압력

(2) 압축기 토출측 관에 있어서는 정격회전 시 토출측 밸브를 완전히 폐쇄하였을 때의 토출압력

(3) 감압밸브가 장비된 관의 저압측에 있어서 도출밸브가 붙어 있지 아니한 경우에는 고압측의 설계압력과 동등한 압력

나) 설계온도는 관내 유체의 최고사용온도로 한다. 다만, 상온보다 낮은 온도의 관장치에 있어서는 관내 유체의 최저사용온도로 한다.

3) 설계요건

가) 시스템 안에 사용되는 압력계, 유량계, 그 밖의 중요한 지시장치는 현장에서 및 원격으로 확인할 수 있어야 한다.

나) 경보장치는 가시·가청의 경보를 사용하여야 하며, 경보음은 유사한 장치와 혼동되지 아니하도록 각각 다른 음 또는 형식을 가져야 한다.

다) 표면온도는 177℃를 넘어서는 아니 되며, 표면온도가 177℃를 넘는 표면은 단열조치를 취하여야 한다.

나. 관장치의 설계요건

1) 일반사항

가) 유증기배출제어장치의 관 및 관장치는 강 또는 동등 이상의 승인된 재료를 사용하여야 한다.

나) 유증기 수집장치에 사용되는 관 및 관 부착품은 최대 허용압력이 15K 이상의 것을 사용하여야 한다.

2) 탄소강관 및 저합금강 사용제한

가) RST 338 및 RST 342는 설계온도가 450℃를, RST 349는 425℃를 초과하는 관에 사용할 수 없다.

나) RST 412는 설계온도가 500℃를, RST 422, RST 423 및 RST 424는 550℃를 초과하는 관에 사용할 수 없다.

다) 배관용탄소강관(KSD 3507, SPP)은 설계압력이 1MPa 이하로서 설계온도가 230℃ 이하인 관 장치에만 사용할 수 있다.

3) 관의 계산상의 최소두께

가) 내압을 받는 곧은 관의 계산상 최소두께 (t) 는 다음 식에 따른다.

$$t = (t_0 + c) \frac{100}{100 - a} \text{ (mm)}$$

t: 강도두께

c: 부식예비두께

a: 마이너스제작공차(%)

나) 관을 굽힘 가공할 경우에는 가공 전의 관의 계산상 최소두께 (t_b)는 다음 식에 따른다.

$$t_b = (t_0 + c + b) \frac{100}{100 - a} \text{ (mm)}$$

b: 굽힘가공 예비두께(mm)로서 (라)의 규정에 따른다.

t_0 , c 및 a: 전호에 따른다.

다) 관의 강도두께 (t_0) 는 다음 식에 따른다.

$$t_0 = \frac{PD}{2fJ + P} \text{ (mm)}$$

P: 설계압력 (MPa)

D: 관의 바깥지름 (mm)

f: 허용응력 (N/mm^2)으로서 마)의 규정에 따른다.

J: 이음효율로서 다음에 따른다.

(1) 이음매 없는 관: 1.00

(2) 전기저항용접관: 0.85(다만, 이음매 없는 관과 동등하다고 인정하는 경우는 1.00으로 한다.)

(3) 그 밖의 용접관 및 단접관은 그때마다 정하는 바에 따른다.

라) 굽힘가공 예비두께(b) 는 다음식에 따른 것 이상이어야 한다. 가공 후 관의 굽힘가공 부분의 최소두께는 곧은 관의 계산상 최소두께 (t)보다 작지 아니하여야 한다.

$$b = \frac{1}{2.5} \times \frac{D}{R} t_0 \text{ (mm)}$$

D: 관의 바깥지름(mm)

R: 중심선의 곡률반지름(mm). 다만, $R \geq 2D$ 이어야 한다.

t_0 : 강도두께(mm)로서 (다)호의 규정에 따른다.

마) 탄소강관 또는 합금강관의 허용응력 f는 원칙적으로 다음 값 중 최소의 것으로 한다.

$$f = \frac{E_T}{1.6}, \quad f = \frac{R_{20}}{2.7}, \quad f = \frac{f_R}{1.6}$$

E_T : 설계온도에 있어서 규격최소항복강도 또는 0.2%의 내력(N/mm^2)

R_{20} : 상온에 있어서 규격최소인장강도(N/mm^2)

f_R : 설계온도에 있어서 10만 시간 후의 평균 파단강도(N/mm^2)

다. 휘발성유기화합물의 발생량

1) 발생량의 계산

가) 유증기의 발생량예측 계산은 시간의 함수로 표시되어야 하며, 다음 사항이 포함되어야 한다.

(1) 발생가스의 유동율

(2) 발생가스의 온도

(3) 발생가스의 성질·상태, 즉 C1, C2, C3, iC4, nC4, iC5, nC5, C6, C7 등

(4) VOC, 메탄, 불활성가스의 혼합비율 등

나) 발생가스는 탱크에서 생성되어 관장치를 거쳐 처리설비로 유도되는 과정에서 유체의 이동에 따라 탱크에서 생성되는 양의 예측과 함께 시스템 각 부분의 온도 예측이 가능하여야 하며 특히, 선박의 적양하 조건을 고려하여 계산되고 조절되어야 한다.

다) 선박의 적양하시 발생하는 휘발성 유기화합물의 발생량은(유기화합물의 경우) 다음 식으로 계산한다.

$$E_{VOC} = \frac{0.1203 \times (S \times P \times M \times Q)}{T}$$

E_{VOC} : 연간 휘발성유기화합물 총발생량(kg/year)

0.1203: 상수($kg-mole \times K/kPa \times 103\ell$)

S: 포화계수(무차원, 비산적하시 1.0 및 액면하적하시 0.2)

P: 온도 T에서 화물의 증기압(kPa)

M: 유증기분자량($kg/kg-mole$)

Q: 적재화물의 체적($1000\ell/year$)

T: 온도(K)

라) 적하조건, 화물유의 성질·상태 및 온도, 적하율, 선박의 형상 등이 발생률에 영향을 미친다는 점을 고려하여 모든 가능한 계산에 따라 발생률을 예측하여야 하며 검사 신청시에 이러한 계산의 근거를 제출하여야 한다.

라. 유증기 관련 관장치의 압력손실 계산

1) 압력손실은 화물유증기-공기혼합물(Cargo Vapor-Air Mixture)의 밀도(Density) 산정을 통하여 계산한다.

2) 압력손실 계산식

가) 압력손실 계산식은 다음의 식과 같다.

$$\Delta P = \left(f \frac{L}{D} + K \right) \frac{\rho V^2}{2}$$

ΔP : 압력손실(Pressure Drop) Pa

f : 마찰손실계수(Friction Loss Coefficient)

L : 파이프길이 (Length of Pipe) m

D : 파이프안지름(Inner Diameter of Pipe) m

K : 관장치 손실계수(Loss Coefficient of Pipe Fittings)

ρ : 밀도(Density, kg/m^3)

V : 평균속도(Mean Velocity) m/s

나) 가)의 식에서 마찰손실계수 (f) 는 다음과 같다.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 0.86 \ln \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

f : 마찰손실계수

Re : 레이놀즈 수(Reynolds number) $\left(\frac{vD}{\nu} \right)$

ε : 관의 표면거칠기

D : 관의 안지름

ν : 유체의 동점성계수(Kinematic Viscosity)

다) 가)의 식에서 관장치 손실계수 K 는 아래의 표와 같다.

구분	K	구분	K
90° 벤드	0.32	디퓨저(Diffuser)	0.58
티(Tee) 	1.40	리듀서(Reducer)	0.35
티(Tee) 	0.38	버터플라이밸브 (Butterfly valve)	0.9
티(Tee) 	0.33	플레임어레스터 (Frame arrester)	3.0

라) 나)의 식에서 마찰손실계수 (f)는 계산하기 어려운 경우에는 0.02를 사용할 수 있다.

마. 터미널 유증기관 연결구

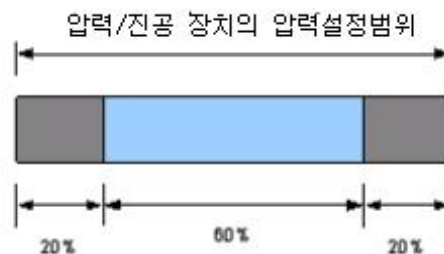
1) 선박의 과부압을 방지하기 위한 터미널 유증기 연결구의 요건

가) 원격 조작되는 화물유증기관 차단밸브는 다음의 요건에 부합하여야 한다.

(1) 가능한 한 터미널 유증기 연결구에 가깝게 설치될 것

(2) 수동조작이 가능할 것

- (3) 개폐지시기가 설치된 것일 것
 - (4) 비상차단 신호가 울린 후 30초 이내에 차단될 것
 - (5) 제어신호를 상실한 경우에도 자동적으로 차단되도록 유압 또는 공압의 비상차단 설비를 갖추고, 이 경우에도 30초 이내에 차단될 것
 - (6) 작동 중에 경보를 발할 것
- 나) 터미널 유증기 연결구는 오조작을 방지하기 위하여 식별이 가능하여야 하며 연결 플랜지는 유조선 유증기 연결구에 대한 기준에 적합하여야 한다.
- 다) 유증기를 이송하기 위하여 사용되는 호스는 다음의 요건에 부합하여야 한다.
- (1) 최대허용압력은 0.5kg/cm^2 이상일 것
 - (2) 최대허용압력의 4배의 과열압력에 견딜 것
 - (3) -0.2kg/cm^2 의 부압에 변형이 없을 것
- 라) 터미널의 유증기관에는 터미널 연결구에 근접하여 압력계측 설비를 갖추어야 한다. 이 경우 압력계측 설비는 적하 전에 작동상태를 확인하여야 하며, 조작자에게 보고 들을 수 있는 경보를 발하는 것이어야 한다. 또한, 비상차단 밸브의 동작과 연동되어야 하며, 화물펌프 정지 등의 작동에 대하여 선박의 화물 이송에 관한 책임자와 터미널 책임자간의 상호 동의가 있어야 한다.
- 마) 육상처리설비의 오작동으로 유조선이 과압 상태로 되지 아니하도록 역류방지설비 또는 과압 보호장치 등과 동등한 설비를 갖추어야 한다.
- 2) 터미널 유증기수집장치의 요건
- 가) 처리용량은 최대화물 적하율의 1.25배 이상이어야 하며, 선박에서 발생할 수 있는 불활성가스의 공급률, 가스프리 등의 용량을 충분히 고려하여야 한다. 또한, 적하시 선박의 화물창에서 발생하는 유증기의 발생률은 25% 이상이어야 한다.
- 나) 장치의 용량은 선박의 경우 화물창의 과부압 방지장치의 설정압력에서 20%의 여유를 두고 유지될 수 있어야 하며 어떠한 경우에도 선박의 설계압력을 초과하거나 부압이 발생하여서는 아니 된다.



천 4 허용운전범위

다) 육상의 유증기수집관에 연결된 압력은 선박으로부터 접속부에 이르는 관의 압력강하 등을 고려하여 보정되어야 한다.

라) 터미널 유증기관의 압력계측 위치는 선박의 유증기관, 연결호스 등의 압력강하를 충분히 고려하여야 한다.

마) 압력지시장치를 유증기 수집관장치에 설치하여야 한다.

바) 압축기, 송풍기 등이 유조선으로부터 유증기를 이송하기 위하여 사용된 경우에는 부압을 방지하기 위한 감시장치와 안전장치가 설치되어야 하며, 감시장치는 설정된 압력에 도달하면 경보를 발하고 압축기 또는 송풍기의 이송율이 조정되어야 하고, 허용한계에 도달한 경우의 비상정지기능이 있어야 한다.

바. 화재 또는 폭발로부터의 보호

1) 불활성화된 화물창으로부터 유증기를 받아 유증기회수장치로 처리하는 한 개의 연결구만을 갖는 유증기 배출 제어장치는 선박으로부터 유증기를 회수하기 전에 유증기 수집관을 불활성 가스로 충전하여야 하며 적어도 한 개의 연속적으로 계측이 가능한 산소농도 계측기를 터미널 유증기 연결구로부터 6m 이내에 설치하거나 동등한 조치를 취하여야 한다.

2) 불활성화된 화물창으로부터 유증기를 받아 유증기파기장치로 처리하는 한 개의 연결구만을 갖는 유증기 배출 제어장치는 터미널 유증기 연결구로부터 총 배관길이 18m 이내에 데토네이션 어레스터를 설치하거나 계통을 불활성화하여야 한다.

3) 불활성화되지 아니한 화물창으로부터 유증기를 받아 유증기 회수장치 또는 유증기 파기장치로 처리하는 한 개의 연결구만을 갖는 유증기 배출 제어장치는 터미널 유증기 연결구로부터 총 배관길이 18m 이내에 데토네이션 어레스터를 설치하거나 계통이 폭발범위에서 벗어나도록 조치를 취하여야 한다.

4) 유증기제어장치의 가스농도가 허용치에 달한 경우 산소 및 탄화수소 분석 신호에 따라 유증기차단밸브를 자동적으로 폐쇄할 수 있는 안전장치를 설치하거나 동등한 조치를 취하여야 한다.

5) 선박으로부터 수집된 유증기를 수집장치를 통하여 터미널의 저장탱크에 보내는 증기평형방식의 유증기제어방식을 채택할 경우에는 다음의 요건에 부합하여야 한다.

가) 각 터미널의 유증기연결구로부터 총 배관길이 18m가 넘지 아니하는 위치에 데토네이션 어레스터를 설치하여야 한다.

나) 각 터미널 저장탱크의 유증기 리턴라인에 가능한 근접하여 데토네이션

어레스터를 설치하여야 한다.

다) 터미널 저장탱크에는 고액면경보장치 및 과적 조절장치가 설치되어야 한다.

6) 유증기 파기장치를 제외하고 각 벤트장치의 출구에는 플레임 어레스터를 설치하여야 한다.

사. 유증기압축기 및 블로워

1) 폭발범위안의 유증기를 취급하는 유증기압축기 및 블로워의 입출구에는 다음 중 하나의 설비를 갖추어야 한다.

가) 데토네이션 어레스터

나) 플레임 어레스터

다) 폭발진압설비

2) 유증기수집장치에 왕복동 또는 스크류형식의 압축기를 사용할 경우에는 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 보고 들을 수 있는 경보를 발하고 지시할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

가) 각 압축기실의 토출가스 온도의 과도한 상승

나) 냉각수 온도의 과도한 상승

다) 과도한 진동

라) 윤활유 높이(level)의 저하

마) 윤활유 압력의 저하

바) 베어링 온도의 과도한 상승

3) 유증기수집장치에 액체 링형식(liquid ring-type)의 압축기를 사용할 경우에는 다음의 어느 하나에 해당하는 경우 보고 들을 수 있는 경보를 발하고 지시할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.

가) 액체밀봉매체의 저유위

나) 액체밀봉매체의 유량저하

다) 액체밀봉매체의 과도한 온도상승

라) 윤활유 높이(level)의 저하

마) 윤활유 압력의 저하

바) 베어링 온도의 과도한 상승

4) 유증기수집장치에 원심식 압축기, 송풍기 또는 로브형 블로워를 사용할 경우에는 불꽃을 발생하지 아니하는 것을 사용하여야 한다.

아. 액 녹아웃 용기

1) 액 녹아웃 용기가 설치되는 경우에는 다음의 설비를 갖추어야 한다.

가) 용기 안에 액위를 식별하기 위한 설비

나) 고액면 경보장치

다) 비상저위액면에 도달한 경우 유증기 차단밸브, 콤프레서 및 블로워의 정지

자. 유증기회수장치 및 유증기파기장치

1) 폭발범위 안의 유증기를 취급하는 유증기회수장치에는 다음 중 어느 하나를 설치하여야 한다.

가) 데토네이션 어레스터

나) 플레임 어레스터

다) 폭발진압설비

2) 증기파기장치의 입구에는 다음의 설비를 갖추어야 한다.

가) 액체밀봉장치

나) 증기관에 직렬로 설치된 두개의 비상차단 정지밸브

3) 증기파기장치의 설치기준은 다음과 같다.

가) 옥상에 접안한 선박으로부터 30m 이상 떨어져 설치될 것

나) 증기관장치에 데토네이션 어레스터 또는 플레임 어레스터를 설치할 것

다) 데토네이션 어레스터 또는 플레임 어레스터가 화염을 감지한 경우 경보와 비상정지가 가능할 것

4) 증기파기장치가 비상정지 또는 실화되었을 경우에는 비상차단밸브가 작동되어야 한다.

차. 전기설비 및 제어설비

1) 터미널의 위험구역

가) 터미널에서는 위험구역을 국제전기기술표준위원회(IEC)의 관련규정에 따라 다음과 같이 세가지로 분류하고 그 위험도에 따라 다음 표에 따른 방폭설비를 갖추어야 한다.

	방폭설비	Zone
Ex d	내압방폭형[Flameproof (Explosion proof) Enclosure]	1, 2
Ex e	안전증가형[Increased Safety]	1, 2
Ex ia	본질안전형[Intrinsically Safe]	0, 1, 2
Ex ib	본질안전형[Intrinsically Safe]	1, 2
Ex o	유입방폭형[Oil Immersion]	2
Ex p	압력방폭형[Pressurized Apparatus (Purged Apparatus)]	1, 2
Ex q	사입방폭형[Powder Filling (Sand Filling)]	2
Ex m	몰딩방폭형[Encapsulation]	1, 2
Ex n or Ex N	“N”형방폭형[Non incentive or/and normally no sparking circuits]	2

(1) Zone 0

가스 또는 유증기의 인화성 물질과 공기의 혼합물이 연속적으로 혹은 오랫동안 노출되어 폭발성 분위기를 형성하는 장소

(2) Zone 1

가스 또는 유증기의 인화성 물질과 공기의 혼합물이 통상의 작업 중에 때때로 노출되어 폭발성 분위기를 형성하는 장소

(3) Zone 2

가스 또는 유증기의 인화성 물질과 공기의 혼합물이 통상의 작업중에는 일어나지 아니하나 짧은 시간동안 노출되어 폭발성 분위기를 형성하는 장소



그림 5 위험구역에 대한 개념도

2) 방폭형 전기설비

가) 방폭형 전기기기는 IEC 60079 시리즈 (KS C IEC 60079 시리즈) 또는 이와 동등 이상의 규격에 따라야 하며, 이 표의 규정에도 적합하여야 한다.

나) 방폭구조의 구성재료는 설치장소의 환경조건 및 폭발성가스에 대하여 전기적, 기계적, 열적 및 화학적으로 충분한 저항력을 갖는 것이어야 한다.

다) 휴대형 기구의 용기 및 외부 부품은 마찰에 따른 불꽃발생의 염려가 적은 재료 또는 들 수 있는 끈을 붙인 비금속성인 튼튼한 덮개를 부착한 것이어야 한다.

라) 방폭구조의 중요부에 사용하는 절연콤파운드 및 실링콤파운드는 사용중에 유해한 팽창, 수축, 연화 또는 균열 등이 생기지 아니하는 것이어야 하며, 노출충전부에 충전하는 콤파운드는 난연성이어야 한다.

마) 내압 방폭구조, 안전증가 방폭구조 및 내압 방폭구조인 전동기구의 투광체 및 그 밖의 기기의 관찰창에는 원칙적으로 튼튼한 금속제 가드를 설치하여야 한다.

바) 방폭형 전기기기에는 방폭구조의 종류 및 대상가스의 종류를 명백히 표시하여야 하며, 전등기구에는 적합한 전구의 종류 및 와트숫자를 표시하여야 하고, 방폭형 전기기기의 기준주위온도는 50℃로 한다.

3) 제어 및 안전설비

가) 제어 및 안전에 관련된 시스템의 급전회로는 동력회로 및 전등회로와 분리하여야 한다.

나) 제어시스템, 경보시스템 및 안전시스템은 가능한 한 하나의 고장이 다른 고장으로 확대되지 아니하도록 하여야 하며, 그 기능을 저해하는 범위가 최소한으로 되도록 페일 세이프의 원칙으로 설계하여야 한다.

다) 제어를 유압 또는 공기압으로 하는 경우에는 원칙적으로 한 개의 시스템이 손상된 경우에도 계통에 이상을 주지 아니하도록 설계하여야 한다.

라) 제어 및 안전장치 중 정전 또는 시스템의 결함으로 선박 또는 터미널에 중대한 영향을 줄 수 있는 설비 또는 장치는 비상으로 동작할 수 있는 회로 또는 설비를 갖추어야 한다.

카. 작업절차

1) 화물이송작업

가) 이송작업은 시작 전에 선박의 관계자와 터미널 담당자 간에 협의되어야 하며, 이송작업 중에도 정보교환이 이루어져야 한다.

나) 선박과 터미널간의 교신을 위하여 본질안전형의 쌍방향 무선 전화기 2조를 비치하여야 한다.

다) 화물이송률은 터미널의 유증기 이송능력 등을 고려하여 선박과 사전 협의에 따른 이송률에 따라 조정되어야 한다.

라) 최대이송 허용률은 최대 유증기 이송률보다 커서는 아니 된다.

2) 선박으로부터 휘발성 유기화합물을 받기 전에 다음 사항을 확인하고 기록하여야 한다.

가) 모든 경보장치 및 차단장치의 효력시험을 수행하여야 한다.

나) 유증기관과 관련된 선박측 및 터미널측의 모든 관련밸브의 차단 및 작동상태를 확인하여야 한다.

3) 다음 사항을 규정된 절차에 따라 확인하고 기록하여야 한다.

가) 계통 안에 사용되는 중요한 분석기는 정하여진 절차에 따라 교정되어야 하며, 국가에서 인정된 교정검사기관의 교정 또는 승인된 스펠가스에 따른 방법에 따라 교정되고 그 기록이 유지되어야 한다.

나) 유증기 배출제어장치에 대한 기록은 정기적으로 책임자가 그 내용을 확인하여야 한다.

4) 작업절차서

- 가) 터미널에는 작업자가 이해할 수 있는 언어로 작성된 작업절차, 실무지침 및 참고용 도면이 포함된 작업절차서를 비치하여야 하며, 작업절차서에는 비상상황 시 책임에 대한 규정 및 비상조치 등에 대한 내용이 포함되어야 한다.
- 나) 비상조치와 관련된 사항은 사용자가 쉽게 이해할 수 있도록 도식화하여 제공하여야 하며, 작업자의 각 작업위치에서 눈에 잘 띄는 곳에 게시하여야 한다.