

KOSHA GUIDE

D - 6 - 2012

냉동 시스템의 설치 및 취급에 관한 안전기술지침

2012. 7

한 국 산 업 안 전 보 건 공 단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국안전 E&C 이 현창

○ 개정자 : 이 정 석

○ 제 · 개정 경과

- 2009년 11월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

○ 관련 규격 및 자료

- ANSI/ASHARE Standard 15-2007, Safety Standard for Refrigeration Systems

○ 관련법규

산업안전보건기준에 관한 규칙 제232조 (폭발 또는 화재 등의 예방)

○ 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지
안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2012년 7월 18일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

냉동 시스템의 설치 및 취급에 관한 안전 기술지침

1. 목적

이 지침은 냉동 시스템을 사용하는 설비의 화재 및 폭발, 그리고 설비의 파손과 같은 사고로부터 근로자와 설비를 보호하기 위하여 냉동 시스템의 구조, 설치, 운전 등에 관한 기술적 사항을 제시하는 데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 냉동 시스템의 설계, 구조, 시험, 설치, 운전에 적용한다.

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- (가) “배압(Back pressure)”이란 배출 라인에서 압력으로 인한 압력 방출 장치의 출구 쪽에서 생기는 정압을 말한다.
- (나) “이중차단밸브(Block valves)”란 밸브를 개방 전 연결 또는 닫힌 후 분리되는 시스템의 구간에 허용되는 차단밸브의 한 쌍을 말한다.
- (다) “압축장치(Compressor unit)”란 원동기와 부속품을 가지는 압축기를 말한다.
- (라) “응축장치(Condensing unit)”란 하나 이상의 동력 압축기, 응축기, 액체 리시버, 부속품의 결합을 말한다.
- (마) “헤더(Header)”란 여러 개의 지류 배관 또는 튜브로 유체를 공급하거나 수급하기 위한 모(母)배관을 말한다.
- (바) “액체저장용기(Liquid receiver)”란 액체 냉매의 저장을 위해 입구와 출구 배관에 의해 냉동 시스템에 영구히 연결된 용기를 말한다.

(사) “기계실(Machinery room)”이란 압축장치와 압력 용기를 포함하는 장소를 말한다.

(아) “고압측(Highside)”란 냉동 시스템에서 기화된 냉매를 응축시키기 위하여 응축 압력에 가깝게 가압된 냉동 시스템의 일부를 말한다.

(자) “저압측(Lowside)”란 냉동 시스템에서 응축된 냉매를 증발시키기 위하여 증발기 압력에 가깝게 감압된 냉동시스템의 일부를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 의한다.

4. 냉동시스템의 설계 및 구조

4.1 재질

- (1) 냉동시스템의 구조와 설치에 사용된 재질은 사용된 냉매의 이송에 적합하여야 한다. 재질은 공기 또는 습기의 존재 하에서 냉매, 윤활제, 이들 혼합물로 인한 퇴화가 있을 경우 사용해서는 안 된다.
- (2) 알루미늄, 아연, 마그네슘, 또는 이들 합금은 염화메틸과 접촉하는 곳에서는 사용할 수 없다. 마그네슘 합금은 할로겐화 냉매와 접촉하는 곳에 사용할 수 없다.
- (3) 동(Copper)과 동합금은 암모니아와 접촉하는 곳에 사용할 수 없다. 암모니아 시스템은 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 사용하여야 한다.
- (4) 압력 방출장치 또는 가용전의 배출 배관에 사용되는 재질은 냉매에서 요구된 재질과 동일하여야 한다. 다만, 대기로 방출될 때, F 타입의 맞대기 용접 배관은 허용된다.

4.2 시스템 설계압력

- (1) 설계압력은 최대 운전, 예비, 또는 선적 조건하에 압력 상승보다 높아야 한다. 냉동

설비는 3.12 kPa(29.0 in. Hg) 진공압으로 설계해야 한다. 브롬화 리튬(lithium bromide) 흡수 시스템의 설계압력은 34.7 kPa(5 psig) 게이지압력 이상이어야 한다. 냉동시스템의 설계압력은 103.4 kPa(15 psig) 게이지압력 이상이어야 한다.

- (2) 운전, 예비, 선적 상태에서 압력을 예상하지 못한다면, 고압측 또는 저압측에 대한 설계압력은 냉매의 표준압력을 초과할 필요가 없다.
- (3) 충전 시스템 부분이 압력방출 장치에 의해 보호될 때, 설계압력은 압력방출 장치의 설정치 이상이어야 한다.
- (4) 압력용기에 연결된 부분은 압력 용기 이상의 설계 압력을 가져야 한다.

4.3 냉매 포함 압력 용기

4.3.1 103.4 kPa(15 psig) 초과 압력 용기

- (1) 게이지압력 103.4 kPa(15 psig)의 내부 또는 외부 설계압력을 가지는 압력 용기는 압력방출 장치 또는 가용전으로 보호해야 한다.
- (2) 용기 보호를 위해 압력방출 장치가 사용된다면, 보호된 압력 용기의 극한 강도는 설계압력의 3배 이상에 견딜 수 있어야 한다.
- (3) 용기 보호를 위해 가용전이 사용된다면, 보호되는 압력 용기의 극한 강도는 가용전의 온도에서 사용된 냉매의 포화압력 또는 임계압력의 2.5 배 압력에 견딜 수 있어야 한다.

4.3.2 103.4 kPa(15 psig) 이하 압력 용기

게이지압력 103.4 kPa(15 psig) 이하의 내부 또는 외부 설계압력을 가지는 압력 용기는 설계 압력의 최소 3배에서 견딜 수 있는 극한 강도를 가져야 하고, 설계압력의 1.25 배 이상 가압 시험을 하거나 설계 압력의 1.5 배 이상의 수압 시험을 하여야 한다.

4.4 압력 완화시스템

4.4.1 압력 방출

- (1) 냉동시스템은 압력방출 장치에 의해 보호되거나 화재 또는 다른 비정상 조건에서 안전하게 압력을 방출할 수 있는 승인된 다른 방법에 의해 보호되어야 한다.
- (2) 460 mm(18 in.) 이하의 다운 스트림 또는 업 스트림에 위치한 가열 코일식 증발기는 건물 외부로 방출하는 압력방출 장치를 설치하여야 한다.
- (3) 압력방출 장치는 압력에 의해 직접 작동되거나 파일로트(Pilot)로 조작되어야 한다. 파일로트 조작 압력방출 밸브는 독립 작동이고, 주 밸브는 설정압력에서 자동적으로 열리며, 파일로트의 일부분이 고장이라면 최대 속도로 방출하여야 한다.
- (4) 스톱밸브는 압력방출 장치와 보호되는 시스템 부분 사이에 위치해서는 안 된다. 이중 안전밸브가 사용된다면, 3방 밸브는 스톱 밸브를 고려할 필요가 없다.
- (5) 안전밸브가 공통 방출 헤더로 방출하기 위해 연결되었다면, 전면 스톱밸브는 릴리프밸브와 공통 헤더 사이의 방출 배관에 설치할 수 있다. 스톱밸브가 설치될 때, 스톱밸브가 열림 위치에서 잠금을 확인할 수 있도록 잠금 장치를 설치하여야 한다. 방출 스톱밸브는 다음 조건 중의 하나가 있지 않다면 닫지 않아야 한다.
 - (가) 병렬 안전밸브가 시스템 또는 용기를 보호하도록 설치됨
 - (나) 보호되는 시스템 또는 용기가 감압되고 대기로 벤트됨
- (6) 압력방출 장치는 압력용기 또는 보호되는 시스템 부분과 직접 연결되어야 한다. 압력방출 장치는 액체 냉매 높이 이상에서 연결되고, 검사 및 보수 작업에 접근이 쉽도록 설치되어야 한다. 다만, 가용선이 고압측에 사용된다면, 액체 냉매 높이 아래 또는 위 중 하나에 위치하여야 한다.
- (7) 시트와 디스크 압력방출 장치는 냉매 또는 다른 화학물질에 대해 내성을 가지는 재질로 구성되어야 한다. 주철(cast iron)의 시트 또는 디스크는 사용될 수 없다.

4.4.2 압력방출 장치의 선정

- (1) 압력방출 밸브는 보호된 시스템의 설계압력을 초과하지 않는 압력에서 기능이 작동되어야 한다.
- (2) 파열판(Member)은 보호된 시스템 부분의 설계압력을 초과하지 않도록 파열 압력을 설정하여야 한다. 안전밸브의 전단에 설치된 파열판 크기는 안전밸브 입구 크기 이상이어야 한다.

4.4.3 압력 용기 보호

- (1) 액체 냉매를 포함하는 압력 용기는 과압 보호를 위해 압력방출 장치가 제공되어야 한다.
 - (가) $0.085 \text{ m}^3 (3 \text{ ft}^3)$ 이하의 압력 용기는 하나 이상의 가용전 또는 압력방출 장치를 사용해야 한다.
 - (나) $0.085 \text{ m}^3 (3 \text{ ft}^3)$ 에서 $0.285 \text{ m}^3 (10 \text{ ft}^3)$ 의 압력 용기는 하나 이상의 압력방출 장치를 설치해야 하고, 가용전은 사용될 수 없다.
 - (다) $0.285 \text{ m}^3 (10 \text{ ft}^3)$ 이상의 압력 용기는 하나 이상의 파열판 또는 이중 압력방출 밸브를 사용해야 한다. 이중 압력방출 밸브는 시험 또는 수리를 할 수 있도록 삼방 밸브로 설치한다.
 - (라) 단일 안전밸브는 $0.285 \text{ m}^3 (10 \text{ ft}^3)$ 이상의 압력 용기에 사용할 수 있으며, 다음을 만족하여야 한다.
 - ① 안전밸브는 시스템의 저압측에 위치한다.
 - ② 압력 용기의 냉매 충전 펌프를 정지 할 수 있도록 차단 밸브가 제공되어야 한다.
- (2) 시스템의 저압측으로 방출하는 압력방출 밸브의 경우, 단일 안전밸브는 $0.285 \text{ m}^3 (10 \text{ ft}^3)$ 이상 용기에 사용될 수 없다.
- (3) 액체 냉매를 포함하는 대용량 용기는 두 개 이상의 압력방출 장치 또는 병렬로 이

중 압력방출 장치를 사용할 수 있다.

- (4) 각 압력 용기의 압력방출 장치 또는 가용전의 최소요구 배출용량은 다음 식(1)에 의해 결정된다.

$$C = f(DL) \dots\dots\dots (1)$$

여기서 C = 분(min)당 공기의 방출 장치의 최소요구 배출용량 [kg/min]

D = 용기 외경 [m]

L = 냉매 의존 인자

- (5) 압력방출 밸브와 시스템 부분 사이 모든 배관과 부속류는 압력방출 밸브 입구 면적 이상이어야 한다.

- (6) 분당 표준 흐름 조건하에서 대기로 배출하는 파열판 또는 가용전의 배출 용량은 다음 식 (2), (3) 및 (4)에 의해 결정된다.

$$C = 0.64 P_1 d^2 \quad (C = 1.09 \times 10^{-6} P_1 d^2) \dots\dots\dots (2)$$

$$d = 1.25 (C/P_1)^{0.5} \quad (d = 958.7 (C/P_1)^{0.5}) \dots\dots\dots (3)$$

여기서 C = 분당 공기의 배출 용량[kg/min]

d = 입구 배관, 플랜지, 가용전, 파열판의 최소 내경[(mm)]

파열판의 경우는

$$P_1 = (\text{rated pressure kPa} \times 1.10) + 101.33 \dots\dots\dots (4)$$

여기서 가용전의 경우 P₁은 가용전 녹는 온도에서의 절대 포화압력 또는 사용된 냉매의 임계압력 중 더 작은 값이다.

4.4.4 압력 제한 장치

- (1) 압력 제한 장치는 대기압 이상에서 운전하는 모든 시스템에 제공되어야 한다.
- (2) 압력 제한 장치의 최대 설정값은 시스템의 고압측에 설치된 압력배출 장치 설정치의 90% 또는 압력방출 장치에 의해 보호되는 시스템의 고압측의 설계압력을 초과할 수 없다. 압력 제한 장치는 최고 설정 미만 압력에서 압력 배출을 정지시켜야 한다.

- (3) 압력 제한 장치는 압력을 부과하는 부분과 배출 측의 스톱밸브 사이에 연결되어야 한다. 압력 제한 장치는 연결된 배관의 스톱밸브 기능을 방해해서는 안 된다.

4.5 냉매 배관, 밸브 및 부속류

- (1) 103.4 kPa(15 psig) 이상 내부 또는 외부 설계압력을 가지는 냉매 배관, 밸브, 부속류 및 관련 부분은 공인기관의 시험을 거쳐야 한다.
- (2) 냉동 시스템의 모든 부분 또는 이음매는 누설 없이 371.1 °C(700 °F)의 온도에 견디는 구조이어야 한다.
- (3) 액체 레벨 게이지 글라스 칼럼은 자동 차단 밸브를 가져야 한다. 모든 글라스 칼럼은 외부 손상으로부터 보호될 수 있어야 한다. 다만, Bull-eye 형태 액체 레벨게이지 글라스는 제외한다.
- (4) 압력 게이지가 냉동 시스템의 고압측에 설치되었다면, 설계압력의 1.2배 이상에서 견딜 수 있어야 한다.
- (5) 액체저장용기가 사용된다면, 펌프 정지 동안 냉매 저장을 위해 설계된 시스템의 부분 또는 액체저장용기는 냉매 저장을 위한 충분한 용량을 가져야 한다. 액체는 냉매의 온도가 32 °C(90 °F) 이상일 때 부피 90% 이상 점유해서는 안 된다.

4.6 서비스 제공

- (1) 냉동시스템의 모든 서비스 요소는 안전하게 제공되어야 한다.
- (2) 인클로저를 가지는 응축장치 또는 압축장치는 안전하게 접근할 수 있어야 한다.
- (3) 모든 시스템은 필요시, 액체와 증기 전달 밸브, 전달 압축기 또는 펌프, 냉매 저장 탱크 또는 재순환, 재생 장치로부터 제거를 위해 밸브로 연결되어야 한다.
- (4) 3 kg(6.6 lb) 이상의 냉매를 포함 시스템은 다음 위치에서 스톱 밸브를 설치해야 한다.
 - (가) 각 압축기, 압축장치 또는 응축장치의 흡입 입구

- (나) 각 압축기, 압축장치 또는 응축장치의 배출
 - (다) 각 액체 저장용기 출구
- (5) 50 kg(110 lb) 이상의 냉매를 포함하는 시스템은 다음 위치에서 스톱 밸브를 설치해야 한다.
- (가) 각 압축기, 압축장치, 응축장치의 흡입 입구
 - (나) 각 압축기, 압축장치, 응축장치의 배출 출구
 - (다) 각 액체 저장용기의 입구, 저장용기가 응축기 또는 응축장치의 내부 부분이거나 포함되는 부분은 제외
 - (라) 각 액체 저장용기의 출구
 - (마) 시스템에서 하나 이상의 응축기가 병렬로 사용될 때 응축기의 입구와 출구
- (6) 스톱 밸브는 흐름을 식별할 수 있도록 하여야 한다. 밸브 표식 문자는 12.7 mm(0.5 in) 높이 이상의 문자로 표기하여야 한다.

5. 설치 시 고려사항

5.1 일반 고려사항

- (1) 응축장치 또는 압축장치를 위한 기초와 지지는 불연성 구조이어야 하고, 부하를 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 이동 기계는 승인된 안전 표준에 따라 보호되어야 한다.
- (3) 응축장치, 압축장치, 응축기, 스톱 밸브, 냉동 기계에는 비상정지, 검사, 서비스를 위해 접근 가능한 공간이 제공되어야 한다.
- (4) 물의 공급 및 배출 연결은 승인된 형식으로 제공되어야 한다.
- (5) 전기 설비와 배선은 관련 코드에 따라 설치되어야 한다.

- (6) 냉동 시스템에 사용되는 가스 연료 장치 및 설비는 승인된 안전 표준에 따라 설치되어야 한다.
- (7) 기계 냉동을 사용하는 에어컨 설비의 공기 덕트 시스템은 승인된 안전 표준의 요구사항에 따라 설치되어야 한다.
- (8) 점유 공간에서 냉동 시스템의 연결부와 모든 냉매 포함 부분은 누설 없이 371.1 °C (700 °F)의 온도에 견디는 구조이어야 한다.
- (9) 대지에 수직인 냉매 배관의 이음매는 덮거나 밀폐하되 육안 검사를 위해 확인할 수 있도록 노출되어야 한다.

5.2 냉매 배관 위치

- (1) 개방된 공간을 가로지르는 냉매 배관은 배관이 천장에 위치해있지 않다면 바닥 위로 2.2 m(7.25 ft) 이상이어야 한다.
- (2) 냉매 배관은 엘리베이터, 운반용 승강기, 이동 물질을 포함하는 축에 설치되어서는 안 된다.
- (3) 냉매 배관은 바닥, 천장, 지붕을 관통해서는 안 된다. 다만, 아래의 경우 예외로 한다.
 - (가) 지하와 1층을 연결하는 관통
 - (나) 최고층과 기계실 지붕 설치를 연결하는 관통
 - (다) 냉동시스템에 의해 공급되는 인접 층을 연결하는 관통
 - (라) 냉매 배관은 관통하는 공간에 대해 <별표 1>의량을 초과하지 않고 직접 시스템에 연결
- (4) 콘크리트 바닥에 설치된 냉매 배관은 덕트 내에 넣어야 한다. 냉매 배관은 차단할 수 있으며, 진동 손상, 응력, 부식을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

5.3 냉동 기계실

- (1) 냉동 기계실은 서비스, 유지, 운전을 위해 접근하기 쉬운 공간이어야 한다.
- (2) 냉동 기계실의 문은 틈이 없고, 밖으로 열리며, 자동으로 닫힐 수 있어야 한다.
 - (가) 비상시 탈출 인원에게 적합한 크기이어야 한다.
 - (나) 공기 덕트와 공기 조화기에 접근하기 위한 문을 제외하고, 건물의 다른 부분으로 냉매는 누설되어서는 안 된다.
- (3) 냉동 기계실은 냉매가 누출될 수 있는 지점에 감지기를 설치하고, TLV-TWA 이하에서 강제 배기와 경보를 작동해야 한다.
 - (가) 경보는 냉동 기계실 내부와 입구 외부에서 육안 및 음성으로 알려야 한다.
 - (나) 경보는 냉동 기계실 내부에서 재기동(reset)할 수 있어야 한다.
- (4) 기계실은 외부로 강제 배기 구조이어야 한다.
- (5) 강제 배기는 5.3항의 (6)호의 방법에서 제시된 최소량을 기계실로부터 배출을 위해, 하나 이상의 동력 팬을 갖추어야 한다.
 - (가) 공기 흡입 개구부는 재순환을 피하도록 위치하여야 한다.
 - (나) 기계실에 공기 공급과 배출 덕트는 다른 지역과 함께 사용해서는 안 된다.
 - (다) 배기는 방해 또는 위험하지 않는 방법으로 외부로 배출해야 한다.
- (6) 시스템의 누출 또는 과열로 축적된 냉매를 배출하기 위해 요구되는 강제 배기량은 다음 식 (5)에 따라 산출한다.

$$Q = 100 \times G^{0.5} (Q = 70 \times G^{0.5}) \dots\dots\dots (5)$$

여기서 Q = 공기 흐름[L/min (cfm)]

G = 시스템에서 냉매량으로 기계실에 위치한량[kg (lb)]

- (가) 냉동 기계실 강제 배기는 기계실 면적 당 2.54 L/s/m² 또는 1인당 9.44 L/s 이상이어야 한다.

- (나) 최대 온도 50 °C(122 °F) 또는 흡입 공기 온도 보다 10 °C(18 °F) 높은 온도 이하에서 작동하여야 한다.
- (7) 연소 설비는 다음 조건 중 하나를 만족하지 않는다면 냉매를 포함한 설비는 동일한 기계실에 설치해서는 안 된다.
- (가) 연소 공기는 기계실 외부로부터 덕트에 의해 보내지고 연소 챔버는 냉매의 출입을 막을 수 있는 구조로 밀봉되어야 한다.
- (나) 냉매 감지기는 냉매 누출 사고에서 연소 공정을 자동적으로 정지할 수 있어야 한다. 다만 아래의 경우 예외로 한다.
- ① 이산화탄소(R-744) 또는 물(R-718) 냉매를 사용하는 기계실
 - ② 암모니아(R-717) 냉매를 사용하는 기계실
- (8) 공기 조화기의 접근 문과 판넬은 가스켓으로 완전 밀폐될 수 있는 구조이어야 한다.
- (9) 냉동 기계실에 접근은 권한을 가진 자로 제한한다. 문에는 제한을 알리도록 표시되어야 한다.
- (10) 기계실은 427 °C(800 °F) 이상의 뜨거운 표면 및 불꽃 생성 기구는 없어야 한다.
- (11) 건물의 출입문은 자동으로 닫히며, 견고한 방화문이어야 한다.
- (12) 다른 점유 공간으로부터 냉동 기계실을 분리하는 벽, 바닥, 천장은 불연성 구조로 한 시간 이상 화재에 견딜 수 있는 구조이어야 한다.
- (13) 외부 개구부가 있다면, 개구부는 화재 탈출구 또는 대피 계단 아래에 있어서는 안 된다.
- (14) 내부 벽, 천장, 바닥을 관통하는 모든 배관은 완전 밀봉되어야 한다.
- (15) 인화성 냉매가 사용될 때, 기계실은 폭발위험장소 1종장소에 적합해야 한다. 단, 암모니아 및 물을 사용하는 경우는 예외로 한다.
- (16) 기계 설비의 원격 조작은 비상시 설비를 즉각적으로 정지할 수 있도록 기계실 문 외부에서 제공되어야 한다.

(17) 암모니아 냉매에 대한 수동 비상 배출 또는 방산 방법은 제공되어야 한다.

(18) 퍼지 시스템의 배출은 압력방출 장치와 가용전과 같은 방법에 의해 관리되고, 이들 장치에 배관을 연결하여야 한다.

6. 냉매 사용 시 고려사항

(1) 냉매의 양은 <별표 1>에서 제시된 양을 초과할 수 없다. <별표 1>에 나열되지 않은 냉매 혼합의 경우, 각 조성의 양은 같은 방법으로 제한된다.

(2) 냉매 제한 양을 결정하기 위해 사용되는 부피는 냉매 누출 사고에서 냉매 배출압에 대한 공간의 부피에 근거한다.

(가) 냉동 시스템 또는 일부가 덕트 또는 개방구를 제외한 밀폐 공간에 위치한 곳이고, 다른 층이 개방 중앙 홀 또는 중2층 배열을 통해 연결하는 곳에서, 냉매 제한 양을 계산할 때 사용되는 부피는 2.5 m(8.2 ft)과 최소 공간의 바닥 면적을 곱하여 결정한다.

(나) 냉동 시스템 또는 일부가 공기 정화장치, 공기 분배 덕트 시스템, 기계적 환기 시스템이 있는 곳의 최악 경우 또는 최소 부피는 다음 기준에 따라야 한다.

① 공기 분배 시스템에서 폐쇄는 고려되어야 한다. 병렬로 배열된 하나 이상의 공간은 냉매 누출원으로 부터 차단될 수 있어야 하고, 부피는 계산에 사용되어서는 안 된다.

② 매단 천장 위의 공간은 공간이 공기 공급 또는 회수 시스템의 일부가 아니라면 시스템에서 냉매 제한 양을 계산할 때 포함해서는 안 된다.

③ 공급과 회수 덕트, 플리넘(Plenums)의 부피는 시스템에서 냉매 제한 양을 계산할 때 포함된다.

(3) 암모니아(R-717)와 암모니아 이외의 가연성 냉매 총량은 승인자에 의해 승인 없이 500 kg(1100 lb)를 초과할 수 없다.

(4) 일반 복도 또는 로비에 설치된 냉동 시스템은 <별표 1>에 나타난 가연성 냉매 량 미만이어야 한다.

- (5) 회수 냉매는 제거된 시스템을 제외하고 재생될 수 없다. 오염이 퇴색, 냄새, 산 시험 결과, 다른 시스템 이력에 의해 명백할 때, 회수 냉매는 재생하기 전에 6항의 (7)호에 따라 재생되어야 한다.
- (6) 재생 냉매는 제거된 시스템처럼 동일 냉매, 윤활유, 동일 설비를 사용하는 시스템을 제외하고 재생될 수 없다. 오염은 퇴색, 냄새, 산 시험 결과, 다른 시스템 이력에 의해 명백할 때, 회수 냉매는 재생하기 전에 6항의 (7)호에 따라 재생되어야 한다. 다만, 물이 냉매이거나, 흡수를 위해 사용되거나, 첨가제 인 곳의 재생 냉매를 사용하기 위한 곳에서는 제외한다.
- (7) 사용 및 오염된 냉매는 다른 설비에서 재생 및 사용될 수 없다.
- (8) 명칭이 다른 혼합 냉매를 포함하는 냉매는 시스템에서 혼성될 수 없다. 다만, 2차 냉매의 첨가는 낮은 온도에서 오일 회수를 촉진시키기 위해 설비 제조자에 의해 명시된 곳에서는 허용된다. 냉매와 첨가된 양은 제조자의 지시를 따라야 한다.
- (9) 시스템에서 냉매 또는 윤활유의 형태는 적합성 평가, 승인자와 사용자 고시, 안전 요구 준수, 서명과 확인의 교체 또는 부가 없이 변경될 수 없다.
- (10) 고 가연성 냉매는 승인자에 의한 승인된 곳을 제외하고 사용될 수 없다. 다만, 1인당 공간 $9.3 \text{ m}^2(100 \text{ ft}^2)$ 이상의 실험실에 적용할 수 없다.

7. 안전취급

7.1 운전과 시험

- (1) 압축기, 응축기, 증발기, 안전장치, 압력 게이지, 통제계열, 시험된 시스템을 제외하고, 모든 시스템의 냉매 포함 부분은 시험되어야 하고 완전 설치 후와 운전 전에 완벽하게 제공되어야 한다. 각 시스템의 고압측과 저압측은 시험되어야 하고 각 시스템의 고압측 또는 저압측을 보호하는 압력 배출 장치의 설정 또는 설계 압력 이상에서 제공되어야 한다.
- (2) 시험은 건조 질소, 불연성 또는 비활성 건가스로 수행된다. 산소, 공기, 혼합물 등은 사용될 수 없다. 시험 압력 증강에 사용되는 방법은 출구 측에 게이지와 압력

제한 장치 또는 압력 감소 장치 중의 하나로 한다. 압력 방출 장치는 시험 압력 이상 설정하여야 하나 시스템 요소의 변형을 방지하기에 충분히 낮아야 한다. 다만 다음의 경우 예외로 한다.

- (가) 건조 질소, 불활성 가스, 5% 초과하지 않는 냉매 질량 분율의 농도에서 비가연성 냉매 화합물의 혼합은 시험에 허용된다.
- (나) 건조 질소, 불활성 가스, LFL의 5% 또는 25%의 냉매 질량 분율을 초과하지 않는 농도에서 가연성 냉매 화합물의 혼합은 시험에 허용된다.
- (다) 냉매 없이 압축된 공기는 시스템이 냉매 충전 전에 132 Pa 이하로 비워져 제공된 시험에 대해 허용된다. 요구된 배출 수준은 물(R-718) 또는 이산화탄소(R-744) 냉매를 사용하는 시스템에 대해 대기압이다.
- (라) 16 mm(0.62 inch) 외경 미만 동관을 갖는 시스템은 최소 20 °C(68 °F)에서 냉매의 응축 증기압에서 시스템에 충전된 냉매의 방법에 의해 시험된다.

7.2 표시와 식별

- (1) 각 냉동 시스템은 다음 사항을 제공해야 한다.
 - ① 설치자의 이름과 주소
 - ② 냉매 번호와 냉매 량
 - ③ 윤활유 밀도와 량
 - ④ 현장 시험 압력
- (2) 50 kg(110 lb) 이상 냉매를 포함하는 시스템은 명시된 높이에 12.7 mm(0.5 inch) 이상 글씨로 표시되어 제공되어야 한다.
 - ① 냉매 흐름, 통풍, 냉매 압축기를 관리하기 위한 밸브 또는 스위치
 - ② 기계실 외부 노출 배관에 포함된 냉매 또는 2차 냉각제의 종류
- (3) 냉매 또는 윤활제의 종류가 변경된다면, 사용된 냉매와 윤활제를 확인할 수 있도록 표시는 교체되거나 없다면 추가되어야 한다.

- (4) 냉동 기계실 각 입구는 “기계실 - 관계자 외 출입금지”와 같은 표시가 제공되어야 한다. 표시는 냉동 경보가 작동하였을 때 비상 절차에 따라 교육 받은 사람을 제외하고 출입을 금지할 수 있도록 하여야 한다.

7.3 기타 사항

- (1) 용기 서비스는 냉매 충전 또는 회수를 제외하고 중단되어서는 안 된다.
- (가) 냉동 시스템으로부터 냉매 회수는 승인된 용기에 이동시켜야 한다.
- (나) 압력 배출 장치와 가용전의 배출을 제외하고, 냉매는 하수도, 강, 하천, 호수와 같은 위치 또는 대기로 배출되어서는 안 된다.
- (2) 냉동 시스템으로부터 냉매 회수를 위해 사용되는 용기는 관련 규정에 적합하여야 하고, 회수된 냉매는 용기에 초과하여 채워서는 안 된다.
- (3) 안전밸브와 배관이 제공되지 않은 모든 용기에서 기계실에 저장된 냉매 총량은 150 kg(330 lb)를 초과할 수 없다.
- (가) 냉매는 승인된 저장 용기에 저장되어야 한다.
- (나) 냉매의 추가 용량은 승인된 저장 설비에 저장되어야 한다.
- (4) 냉동 시스템은 기름, 폐기물, 잔해물질 축적이 되지 않도록 청결한 상태에서 사용자에게 의해 유지되어야 하고, 항상 관리되어야 한다.
- (가) 선적, 시험, 운전, 서비스, 예비 상태 동안 대기 부분에 포함되는 냉매를 연결하는 정지 밸브는 사용하지 않을 때 캡, 플러그, 밀폐된 잠금으로 처리되어야 한다.
- (나) 압력 측정 설비는 정확성을 위해 체크되어야 하고 시험하는 동안 보정되고, 설비의 운전 범위에 대해 마스터 게이지와 비교하거나 데드-하중 압력게이지 테스트 중의 하나로 시험되어야 한다.
- (다) 감지기, 경보, 기계적 통풍 시스템은 제조자의 설계서와 승인자의 요구에 따라 시험되어야 한다.

(5) 25 kg(55 lb) 이상 포함하는 냉동시스템이 설치된 지역은 책임자를 지정하여야 한다. 고장 또는 누출과 같은 경우에 감시될 수 있도록 예방조치를 포함하는 비상 정지 절차는 냉매 압축기에 가능한 가깝고 잘 보이게 배치하여야 한다. 예방 조치는 다음과 같다.

(가) 비상시 시스템 정지 설명

(나) 이름, 주소, 주야 연락 전화번호

(다) 냉동 기계실이 사용될 때, 비상 절차는 기계실 외부의 각 문 부근에 비치하여야 한다. 비상 절차는 냉매 경보가 작동될 때 적합한 호흡기, 다른 예방 설비를 착용한 사람을 제외하고 냉동 기계실 안으로 들어감을 금지해야 한다.

<별표 1> 냉매 제한 량

냉매 번호 (ASHRAE 번호)	화학명	화학식	냉매 량 (g/m ³)
R-11	Trichlorofluoromethane	CCl ₃ F	25
R-12	Dichlorodifluoromethane	CCl ₂ F ₂	200
R-13	Chlorotrifluoromethane	CClF ₃	290
R-13B1	Bromotrifluoromethane	CBrF ₃	350
R-14	Tetrafluoromethane (Carbon tetrafluoride)	CF ₄	240
R-22	Chlorodifluoromethane	CHClF ₂	150
R-113	Trichlorotrifluoroethane	CCl ₂ FCClF ₂	31
R-114	Dichlorotetrafluoroethane	CClF ₂ CClF ₂	150
R-115	Chloropentafluoroethane	CClF ₂ CF ₃	430
R-134a	1,1,1,2-Tetrafluoroethane	CH ₂ FCF ₃	250
R-C318	Octafluorocyclobutane	C ₄ F ₈	550
R-400	R-12 and R-114	CCl ₂ F ₂ /C ₂ Cl ₂ F ₄	-
R-500	R-12/152a (73.8/26.2)	CCl ₂ F ₂ /CH ₃ CHF ₂	200
R-502	R-22/115 (48.8/51.2)	CHClF ₂ /CClF ₂ CF ₃	300
R-503	R-23/13 (40.1/59.9)	CHF ₃ /CClF ₃	240
R-718	Water	H ₂ O	-
R-744	Carbon Dioxide	CO ₂	91
R-142b	1-Chloro-1,1,-Difluoroethane	CH ₃ CClF ₂	60
R-152a	1,1-Difluoroethane	CH ₃ CHF ₂	20
R-170	Ethane	C ₂ H ₆	8
R-290	Propane	C ₃ H ₈	8
R-600	Butane	C ₄ H ₁₀	8.2
R-600a	2-Methyl propane (Isobutane)	CH(CH ₃) ₃	8.2
R-1150	Ethene (Ethylene)	C ₂ H ₄	6
R-1270	Propene (Propylene)	C ₃ H ₆	5.9
R-123	2,2-Dichloro-1,1,1-Trifluoroethane	CHCl ₂ CF ₃	6.3
R-764	Sulfur Dioxide	SO ₂	0.26
R-40	Chloromethane (Methyl Chloride)	CH ₃ Cl	21
R-611	Methyl Formate	HCOOCH ₃	12
R-717	Ammonia	NH ₃	0.35