

KOSHA GUIDE

M - 103 - 2017

공기압 시스템의 안전에 관한 기술지침

2017. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전보건공단 김 건 남

○ 개정자 : (주)영창터보텍 김 창 규

○ 제 · 개정경과

- 1994년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 1994년 12월 총괄기준제정위원회 심의
- 1995년 9월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 1996년 4월 총괄기준제정위원회 심의
- 2001년 5월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 2001년 6월 총괄기준제정위원회 심의
- 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 2015년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 2017년 11월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- ISO 4414

Pneumatic fluid power - Recommendation for the application of equipment to transmission and control systems

- 일본 안위법

○ 관련 법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제2편 제2장 제4절 제261조(안전밸브 등의 설치)

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2017년 11월 27일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

공기압 시스템의 안전에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업현장에서 사용되는 기계류에서의 공기압 시스템에 관련된 일반 지침을 정하고, 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제 2편 제2장 제4절 제261조(안전밸브 등의 설치)의 규정에 따라 공기압 시스템에 의하여 발생하는 산업재해 예방을 위한 공기압 시스템의 안전에 관한 지침을 정하는데도 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 공기압 발생·저장·이송설비 및 공기압으로 구동하고 제어하는 기계 설비에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

- (1) “공기압 시스템”이라 함은 각종 공기압 기기와 배관을 조합하여 필요한 기능을 발휘하도록 구성된 공기압 장치를 말한다.
- (2) “채찍 현상”이라 함은 압력호스의 고정되지 않은 단말부분에 급격한 누설이 발생할 경우 호스의 압력에너지가 방출될 때까지 앞뒤로 빠르게 움직이는 현상을 말한다.
- (3) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 공기압 시스템 안전

4.1 설계의 기본

- (1) 공기압 시스템은 잠재하는 여러가지 고장의 상태를 고려하여 설계하여야

하며, 고장이 발생한 경우에도 인체에 대한 최대의 안전성을 도모하고 장치에 대한 손상을 최소화 할 수 있도록 설계하여야 한다.

- (2) 공기압 시스템은 기기에 접근하기 쉽고, 또한 안전하게 조정·정비할 수 있도록 설계하여 구성한다.
- (3) 공기압 시스템은 최대사용압력 또는 정격압력을 초과하는 압력을 고려하여 설계되거나 그 압력에서 보호될 수 있어야 한다. 또한 압력의 저하 또는 상승에 의하여 위험이 발생하지 않도록 한다.
- (4) 기계적인 움직임으로 위험이 초래되지 않도록 한다.
- (5) 압축공기 배기 시 발생하는 소음은 관련 기준을 충족할 수 있도록 안전한 소음기 등을 사용하여 음압 수준을 낮춘다.
- (6) 누설 압축공기에 의하여 위험이 발생하지 않도록 한다.
- (7) 배기 공기에 유해물질 포함을 최소화할 수 있도록 하여야 한다.

4.2 공기압 기기의 정비

- (1) 공기압 기기 및 배관 설치 시에는 접근이 용이하고, 기기의 조정 또는 정비를 하는데 방해되지 않도록 하며, 특히 정기정비를 필요로 하는 기기의 설치장소 선정 시 이를 감안하여야 한다.
- (2) 기기의 교체는 근접한 다른 기기를 떼어내지 않고 간단히 교환할 수 있도록 한다.
- (3) 모든 기기·장치 또는 조립품으로서 중량 15kgf 이상의 것에는 혹걸이를 적당한 장소에 설치한다.

4.3 명판의 부착

(1) 모든 기기에는 다음 사항을 표시한 명판을 부착하여야 한다.

- (가) 제조자명 및 주소
- (나) 제조자에 의한 형식 또는 형식번호
- (다) 제조 년.월.일
- (라) KS B 0054(유압, 공기압 도면 기호)에 의한 표시기호 및 포트의 형식
- (마) 최고 사용압력

(2) 조작용 명판은 운전자가 읽기 쉬운 장소에 부착되어야 하고, 명판에는 조작과 액추에이터의 관계가 명백히 표시되어야 한다.

5. 압축기 및 공기압 기기 안전

5.1 압축기 안전 일반사항

(1) 압축기의 회전부에는 적절한 덮개를 설치한다.

(2) 직결식 압축기의 경우에는 압축기와 전동기 양축의 축심이 일치하도록 설치한다.

(3) 벨트 구동식 압축기의 경우, 압축기와 전동기의 구동축은 작용하는 횡하중에 견딜 수 있도록 충분한 강도를 가져야 하고, 벨트는 적절한 장력이 걸리도록 벨트장력 조정장치를 설치한다.

(4) 압축기의 설치에 다음 각호의 사항에 적합하게 한다.

- (가) 충분한 강도를 갖는 기초를 할 것.
- (나) 충분한 설치공간을 확보하여 조정·정비가 용이할 것.
- (다) 유해한 주위의 조건 및 물리적인 손상으로 부터 보호될 것.
- (라) 소음 및 진동을 허용 범위내로 유지하기 위한 방음·방진 설비를 할 것.
- (마) 적절한 환기설비를 갖추고, 특히 공랭식 압축기를 폐쇄된 장소에서 사용하는 경우에는 과열 방지를 위해 환기에 유의할 것.

(5) 용적형 압축기의 토출측에는 과압력을 방지하기 위하여 안전밸브 등 압력방출 장치를 설치하여야 하며, 압축기와 안전밸브의 사이에는 다른 밸브가 있어서는 아니 되고, 다단형 압축기 또는 직렬로 접속되는 압축기는 안전밸브를 각 단마다 설치하여야 한다.

(6) 압축기를 병렬로 설치한 경우에는 어떤 압축기라도 운전 중에 다른 것으로부터 분리 가능하도록 각 압축기 사이에 차단밸브를 설치하고, 압축기와 차단밸브와의 사이에는 체크밸브를 설치한다.

5.2 공기압 모터 및 요동형 액추에이터

공기압 모터 및 요동형 액추에이터의 회전축 및 커플링에는 재해를 예방하기 위하여 적절한 덮개를 설치한다.

5.3 공기압 실린더

(1) 실린더의 피스톤 로드는 굽힘 또는 좌굴이 발생하지 않도록 적정부하 및 행정거리를 선정하고 실린더 마운팅에 주의한다.

(2) 실린더의 마운팅과 연결부품은 충격 및 진동에 의해 풀림이 발생하지 않도록 하여야 한다.

(3) 실린더는 부하 작용 방향과 일치하도록 정렬하여 가능한 횡방향 부하가 발생하지 않도록 설치하여야 한다.

(4) 실린더를 행정 끝에 정지시키는 경우에는 쿠션 등을 사용하여 큰 외부 하중으로부터 보호하여야 한다.

5.4 후부냉각기 및 수분제거 장치

(1) 수분제거 장치는 필요한 노점온도 (Dew Point Temperature)를 고려하여 선정한다

- (2) 후부냉각기에는 안전밸브 및 압력계를 설치하며 수랭식인 경우에는 소요 냉각 수량을 명시하고, 필요하면 단수경보 장치를 설치한다.
- (3) 드레인 분리기를 후부냉각기의 출구에 설치한다.
- (4) 제습방식 수분제거기에는 제습제의 종류와 제습제 교체시기를 표시한다.

5.5 여과 및 급유

- (1) 공기압 계통의 보호와 성능유지를 위해 적절한 규격의 필터와 급유기를 설치한다. 이 경우 필터와 급유기는 가능한 해당 보호기기에 근접하여 설치한다.
- (2) 필터와 급유기는 성능저하로 인한 압력저하가 발생하지 않도록 주기적으로 점검하고 필요시 부품을 교체한다.
- (3) 필터와 급유기는 배관을 방해하지 않고 유지 보수할 수 있어야 하며, 접근가능한 위치에 설치하여야 한다.

5.6 안전밸브

- (1) 안전밸브는 안전인증(산업안전보건법 제34조)을 획득한 제품을 사용하여야 한다.
- (2) 안전밸브의 설정압력은 보호하려는 용기 등의 최고사용압력 이하 이어야 한다.
- (3) 설정압력에서의 안전밸브 분출량은 해당 압축기 토출량 이상이어야 한다.

6. 공기압의 이송 및 저장기기

6.1 밸브의 동작 표시 및 설치

- (1) 밸브는 배관을 지지대로 사용하지 않아야 하며, 배관에 영향을 주지 않고 제거할 수 있어야 한다.

- (2) 입구가 동일한 3개 이상의 밸브가 근접할 경우에는 매니폴드를 사용한다.
- (3) 밸브에는 밸브의 정지위치와 기능을 밸브의 동작방향과 일치하는 표시 기호로서 표시하여야 한다.

6.2 압축공기 관리

- (1) 공기압 시스템에 공급되는 압축공기의 질은 기기 및 장치의 사용목적, 주위 환경, 기능 및 성능 등을 유지하기에 적합하여야 한다.
- (2) 시스템에 공급되는 윤활유는 사용되는 모든 기기, 수지 및 플렉시블관에 적합하고, 사전에 기기 등에 충전되어 있는 윤활제 등에도 적합한 것을 사용하여야 한다. 다만, 무급유, 무윤활 방식의 공기압 시스템에는 윤활유를 공급하여서는 아니된다.
- (3) 공기압 시스템 또는 윤활유를 새로 납품 받을 때에는 윤활유를 취급할 때 작업자가 준수해야 할 사항, 화재시 중독 또는 질식의 위험성, 폐유 처리 시 의 문제점에 대한 주의사항 등을 포함시켜 납품 받아야 한다.
- (4) 공기압 시스템은 압축공기중의 수분이 응축하지 않도록 미리 제습기를 통하여 수분을 제거하여야 하며, 드레인이 생길 가능성이 있는 곳에는 적당한 드레인용 배수밸브가 설치되어 있어야 하고, 동결에 의해서 배수밸브가 손상을 받지 않도록 보호되어야 한다.

6.3 관로

- (1) 관로속의 공기 속도는 다음 각호의 사항에 적합하여야 한다.
 - (가) 장치에 대하여 과도한 온도 변화, 압력 강하, 충격 부하 등이 발생하지 않을 것.
 - (나) 관로속을 통과하는 공기속도는 30m/s 이하가 좋으며, 30m/s를 초과하는 경우의 장치는 이 속도에 적합한 구조 및 재질일 것

- (2) 관로는 손상이 없도록 보호되어야 하며, 구성기기의 조정·수리·교환 및 운전 시 지장이 없도록 위치시킨다.
- (3) 관로의 설치는 다음 각호의 사항에 적합하도록 한다.
- (가) 길이가 5m를 초과하는 관로는 유체의 흐름 방향으로 1% 내지 3%의 순방향 경사 구배를 두어야 하며 부득이 역방향 경사 구배를 둘 때에는 더 큰 구배를 유지할 것.
 - (나) 분기관은 주관의 정상부에서 분기할 것.
 - (다) 적당한 배수장치를 관로의 최저부에 설치할 것.
 - (라) 배수장치의 출구에는 주위의 오염을 방지할 수 있는 방법을 강구할 것.
- (4) 통로를 횡단하는 관로는 통행에 방해되지 않도록 바닥면 아래 또는 머리 위에 설치한다.
- (5) 관로에는 규정된 방식으로 압축공기 배관임을 흐름방향과 함께 표시한다.

6.4 호스 및 연결장치

- (1) 호스 및 연결장치를 처음 설치하는 경우, 다른 공기압시스템에 설치되었던 것을 재사용 하여서는 안 된다.
- (2) 호스는 최대 허용압력 범위 내에서 사용되어야 한다.
- (3) 호스의 설치 시에는 최대 구부릴 수 있는 한계보다 크게 휘어서는 안 되고, 호스의 길이는 날카롭게 꺾이거나 심하게 당겨짐이 없도록 적절한 길이로 연결되어야 한다.
- (4) 고정되지 않은 호스 및 플라스틱 배관의 파손 및 절단 시에는 채찍질 위험현상(Whiplash hazard)이 발생하므로, 이를 차단하거나 방지할 수 있는 수단이 구비되어야 한다.

6.4 공기저장탱크

(1) 공기저장탱크의 설계제작은 다음 각 호의 사항에 적합하여야 한다.

- (가) 공기저장탱크의 설계 및 제작은 고용노동부고시 제2012-33호 압력용기 제작 및 안전기준에 따를 것.
- (나) 가압 상태에서는 부품의 교체 또는 분해가 되지 않는 구조로 할 것. 다만 이 구조가 불가능한 경우에는 부품의 교체 또는 분해를 하려고 하는 작업자에게 미리 가압하에 있다는 것이 적절하게(예를 들면 나사를 이완하여 부품이 완전히 떨어지기 전에 틈새에서 탱크내 공기의 누설음이발생하는 등)알려지도록 설계되고, 적절한 분해방법 등이 제시될 것.
- (다) 점검이 용이할 것.
- (라) 검사 또는 청소용 구멍이 있을 것.
- (마) 적당한 지지방법을 구비할 것.
- (바) 입구 및 출구의 접속부는 탱크 하부에 있지 않을 것.
- (사) 압력계용의 독립된 포트가 있을 것.
- (아) 탱크의 최저위치에 드레인 포트가 있을 것.

(2) 공기탱크의 설치는 다음 각호의 사항에 적합하여야 한다.

- (가) 점검 정비가 용이하도록 설치하고 배관할 것.
- (나) 설정압력을 탱크의 최고사용압력 이하로 하며 설정압력에서 최대유입유량을 방출할 수 있는 안전밸브를 설치할 것.
- (다) 적절한 압력계 및 계기용 콕이 설치되어 있을 것.
- (라) 수동의 배기구를 설치하고 배기구 사용에 대한 지시가 지워지지 않는 방법으로 표시되어 있을 것.

7. 공기압 제어기구

7.1 회로의 보호

- (1) 공기압 시스템에는 압력을 조절하는 장치를 구비한다.
- (2) 공기압 시스템에는 주관로에서 공급 압력을 차단하고, 공기압 시스템내의 압력을 개방하는 수동밸브를 구비하여 회로 압력을 안전하게 배출할 수 있어야 한다.
- (3) 작동압력이 허용치를 초과하여 인체 또는 장치에 손상을 줄 우려가 있는 경우에는 적당한 과압방지장치를 구비한다.
- (4) 압력 및 유량을 조정하는 기기는, 그 기기의 소정 조정범위 이외에는 조정할 수 없도록 구성하고 설치한다.
- (5) 조정 가능한 기기는 그 설정치를 확실히 유지하기 위한 고정기구를 구비한다.
- (6) 전기, 공기압, 유압 등의 동력으로 제어되는 장치는 이들의 동력원에 고장이 날 경우에도, 인체 또는 장치에 손상을 입히지 않는 방법을 강구한다.

7.2 수동제어

- (1) 공기압 장치에는 비상정지 및 비상복귀 제어를 할 수 있도록 안전성을 최대한으로 구비한 수동제어장치가 포함되어 있어야 하며, 수동제어장치는 다음 각호의 사항에 적합하여야 한다.
 - (가) 쉽게 식별할 수 있을 것.
 - (다) 운전자의 작업 위치에 대비하여 여러가지 작업조건하에서 쉽게 접근할 수 있을 것.
 - (라) 2차적인 위험이 생기지 않도록 할 것.
 - (마) 즉시 작동할 수 있을 것.

(바) 다른 제어장치의 조정 조작 또는 유량변화에 영향을 받지 않을 것.

(사) 1회만의 수동조작에 의하여 완료할 것.

(2) 비상정지 후의 자동 사이클을 재시동 할 경우에는, 인체 또는 장치에 손상을 주지 않는 방법을 선택하여야 하며, 액추에이터를 시동 위치에 복귀시킬 필요가 있는 경우에는 안전한 수동제어장치를 구비하여야 한다.

(3) 수동 제어레버의 조작방향은 피 제어장치의 이동방향과 일치하여야 한다.

8. 공기압 부속기기

8.1 압력계

압력계는 공기압 시스템의 사용압력에 대하여 충분한 지시압력을 가지며, 급격한 압력 변동에 대하여 안전한 구조의 것을 사용하여야 한다.

8.2 소음기

(1) 소음기는 소음효과를 만족하고, 배압이 최소가 되며, 물 및 사용 윤활유가 침투되지 않는 구조로 한다.

(2) 배기에 의한 음압레벨이 근로자에게 건강장해를 일으킬 우려가 있는 장소에서는 소음기를 사용한다.

8.3 연결 어댑터

(1) 어댑터 및 소켓 본체의 착탈이 용이하고 확실히 조작가능 하도록 한다.

(2) 어댑터를 떼어냈을 때 공기의 방출에 따른 위험이 발생할 경우에는 자동적으로 방출을 정지하거나 안전하게 배기되는 구조로 한다.