

KOSHA GUIDE

P-123-2012

공업용 가열로의 안전에 관한 기술지침

2012. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건교육원 장 희

○ 제정 경과

- 2012년 11월 화공안전분야 제정위원회 심의

○ 관련규격 및 자료

- KS B 6110 : 공업용 연소로의 안전 통칙 2003

○ 관련법령, 규칙, 고시 등

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제244조(방화조치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제273조(계측장치 등의 설치)
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제281조(건조설비의 구조 등)

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2012년 11월 29일

제정자 : 한국산업안전공단 이사장

공업용 가열로의 안전에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 액체 및 기체연료를 사용하는 금속 압연 가열로, 단조 가열로, 금속용 열처리 등의 공업용 가열로(이하 가열로라 한다)의 구조, 기능 및 조작 취급과 안전 대책에 대한 일반적 사항의 기술지침을 정하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 액체 연료를 사용하는 금속 압연 가열로, 단조 가열로, 금속용 열처리, 건조로 등의 공업용 연소로의 구조, 기능 및 조작 취급과 안전 대책에 대한 일반적 사항의 기술적 지침에 적용한다. 다만 인화성 분위기 가스를 사용하는 것 및 인화성 증기가 발생하는 금속용 열처리, 건조로를 제외하고, 산업안전보건법 등에서 규정된 사항은 우선 적용한다.

3. 정의

3.1 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- (1) “오일 예열기”란 버너의 분무에 적합한 온도까지 오일을 가열하는 기기를 말한다.
- (2) “긴급차단밸브”란 긴급 시에 안전을 확보하기 위해서 조작하는 자동밸브를 총칭한다.
- (3) “보염”이란 화염을 소정의 장소에 정착시켜서 안정화하는 기능을 말한다.
- (4) “연소감시장치”란 연소의 상태를 연속적으로 감시하여, 화염이 이상 소화하거나 연소상태가 극도로 악화하였을 때에 연소 차단기구가 작동하여, 연료 공급을 정지

시키든가 또는 연소이상 신호가 발생하는 장치를 말한다.

- (5) “발화온도”란 공기 중에서 연료의 온도가 상승한 경우에 점화원이 없어도 연소를 개시하는 온도를 말한다.
- (6) “고장안전(페일 세이프, Fail safe)”란 가열로 및 기기 뿐만 아니라 제어, 조작계에 고장 및 이상이 발생하여도 안전 범위에서 작동하는 기능을 말한다.
- (7) “실수방지(폴 프루프, Fool proof)”란 가열로 및 기기의 틀린 조작을 방지하며, 잘못된 조작하여도 안전을 확보하는 기능을 말한다.
- (8) “가스 감(승)압기”란 연료 가스를 연소 장치에 적합한 소정의 압력까지 감(승)압하는 장치를 말한다.
- (9) “연료스톱밸브”란 일반적으로 버너 바로 앞에 설치하여, 점화 및 소화시에 개폐하는 수동 밸브를 말한다.

3.2 그밖에 용어의 뜻은 이 지침에서 규정하는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다.

4. 안전에 대한 구조 및 기능

4.1 가열로의 안전에 대한 구조 및 기능

- (1) 가열로는 충분한 환기가 되는 구조이어야 한다.
- (2) 가열로는 점화 시에 문을 열고 점화하는 구조로 하는 것이 바람직하다.
- (3) 가열로는 그 속에 분사된 연료가 적절한 공기의 공급을 받아 양호한 연소를 하는 구조이어야 한다.

- (4) 연도 댐퍼를 닫은 채로는 점화가 안되는 구조로 하는 것이 바람직하다.
- (5) 연도 댐퍼는 개폐가 원활하게 이루어지는 구조이고, 그 열림 상태가 쉽게 확인되는 구조이어야 한다.
- (6) 연도는 강우, 침수 및 적설 등에 의해서 통풍이 저해되지 않는 구조이어야 한다.
- (7) 가열로는 충분한 환기가 되는 장소에 설치하는 것을 권장한다.
- (8) 방산구(폭풍 방출구)는 작동하였을 때도 2차 재해를 발생시키지 않는 안전한 장소에 설치하여야 한다.
- (9) 비중이 공기보다 큰 기체연료를 사용하는 경우 또는 가열로를 지하에 설치하는 경우에는 특히 환기에 대하여 고려하여야 하고, 방산구에서 배출되는 배출물질은 안전한 곳으로 유도하여야 한다.
- (10) 지하의 점검 피트 등에는 2곳 이상의 출입구를 설치하여야 한다.
- (11) 설비와 배관 등에는 KS A 0503 “배관계의 식별 표시” 방법을 참조하여 설비명, 배관명, 취급 유체명, 유체 흐름방향 등을 표시하여야 한다.
- (12) 설비를 최초에 설치하는 경우에는 설계자 및 제조자로부터 안전운전절차서, 설비유지보수지침서 등의 안전운전과 관련된 절차서나 지침서 등을 제공받아 설계자 및 제작자의 의도와 현장 운전조건과 일치하게 사용자는 시운전 전까지 수정·보완하여야 한다.
- (13) 시운전이 완료하면 시운전 동안에 발견된 문제점을 설계 범위 내에서 안전운전과 관련된 절차서나 지침서 등을 수정·보완하고, 2년 마다 현장에 맞게 수정·보완 하는 것을 권장한다.
- (14) 가열로는 인화성 액체 또는 가스를 저장하거나 취급 및 저장하는 설비 등으로

부터 안전거리를 유지하거나 불연성 물체를 차열재료 등으로 방호하여야 한다.

4.2 오일공급탱크

- (1) 오일공급탱크는 가열로의 운전에 지장이 없는 안전한 곳에 설치하여야 한다.
- (2) 탱크에는 잘 보이는 곳에 액위(유면)계를 설치하여야 한다.
- (3) 탱크에는 탱크 내의 기름량이 지나치게 많아질 경우 또는 지나치게 줄어든 경우, 이를 확인 할 수 있는 경보 장치 등을 설치하고, 넘치는 경우를 대비하여 안전한 곳으로 유도하는 월류배관을 설치하여야 한다.
- (4) 탱크의 오일 출구는 탱크 바닥의 이물이 섞여 들어가지 않는 곳에 설치하여야 한다.
- (5) 탱크 바닥에 고이는 물 및 슬러지 등의 이물을 배출할 수 있는 구조이어야 한다.
- (6) 탱크에는 대기와 통하는 통기관 또는 통기구를 설치하고, 화염방지기 등을 설치하여야 한다.
- (7) 탱크는 접지하여야 한다.
- (8) 탱크에 가열 장치가 있는 경우는 다음과 같이 설치한다.
 - (가) 연료유의 온도 조절이 가능하여야 한다.
 - (나) 탱크의 오일 출구 등에 온도계를 설치하여야 한다.
 - (다) 연료유의 온도가 이상 상승하지 않도록 과열 방지 장치를 설치하여야 한다.

(라) 가열 열원은 증기 또는 온수를 사용하는 것을 권장한다. 이 때 증기 또는 온수가 겨울에 동결할 우려가 있을 때는 동결 방지 조치를 하여야 한다.

(마) 가열 장치는 점검 및 보수가 편리한 구조이어야 한다.

(9) 탱크 등의 구조는 내진구조로 설치하여야 한다.

4.3 연료배관

(1) 연료배관 등(연료배관, 공기배관 및 이들의 부속 장치를 말한다)은 과열 또는 파손의 위험이 없는 장소에 설치하여야 한다.

(2) 연료배관 등은 최고 사용 압력의 1.5배 이상의 압력 및 사용 온도에 견디고, 또한 연료 등의 특성 및 사용 상태에 적합한 것이어야 한다.

(3) 연료배관 등은 연료의 누설을 방지하기 위하여 부식 방지 등의 조치를 하여야 한다.

(4) 연료배관은 공기 등이 유입되지 않도록 설치하여야 한다.

(5) 연료배관 등에는 연료의 팽창 등으로 인한 과도한 압력 상승을 방지하는 조치를 하여야 한다.

(6) 연료배관 및 부속장치는 접지하여야 한다

(7) 연료배관에는 필요에 따라 가스 빼기 장치 및 드레인 빼기 장치를 설치하여야 한다.

(8) 오일배관에 오일 예열기를 설치하는 경우에는 4.2.오일공급탱크의 (8)을 준용한다

(9) 연료배관 등에는 긴급차단밸브를 설치하여야 한다.

- (10) 연료배관 등에는 필요에 따라 플레시블관 또는 플레시블관 이음을 설치하여 지진 등의 진동 및 충격으로 인한 파손을 방지할 조치를 하여야 한다.
- (11) 연료배관 등의 밸브는 개폐의 정도를 쉽게 확인할 수 있고, 점검 및 보수가 용이한 구조이어야 한다.

4.4 버너

- (1) 버너는 사용하는 연료의 성상에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 버너는 사용 조건에서 정확하게 안정한 화염을 유지하기 위하여 필요한 보염 기능이 있어야 한다.
- (3) 버너는 적당량의 공기가 공급되는 구조이어야 한다.
- (4) 버너는 화염이 정확하게 안정하는 것으로서 적절한 공기비를 갖도록 조정할 수 있고 또한 장기간 사용하여도 공기비에 변화가 생기지 않는 구조이어야 한다.
- (5) 버너에는 점화용 버너, 그리고 점화용 전극 등의 점화 장치가 있든가 또는 확실한 점화를 할 수 있는 위치에 점화봉용의 점화공을 설치하여야 한다.
- (6) 점화용 버너는 메인 버너에 점화하였을 때 그 메인 버너의 연소용 공기 흐름 등으로 화염이 꺼지지 않는 구조이어야 한다.
- (7) 점화용 버너는 그 사용 조건의 범위 내에서 확실하게 메인 버너로 불이 당기는 위치에 설치하여야 한다.
- (8) 점화용 버너는 그 연소 상태가 육안으로 쉽게 확인되는 위치에 설치하여야 한다. 다만, 연소감시장치를 부착하는 경우에는 이에 적용하지 않는다.
- (9) 연료의 발화 온도 이하에서 사용하는 가열로, 자주 점화 및 소화하는 가열로 에서는 원칙적으로 화염이 안정한 점화용 버너 또는 확실한 점화원을 설치하여야

한다.

- (10) 오일버너는 필요에 따라 연소 정지 후의 남은 오일 처리장치를 설치하여야 한다.

4.5 연소안전장치

(1) 안전차단밸브

- (가) 연료배관은 연소용 공기의 공급이 끊어지는 등 위험한 상태가 발생하였을 때, 즉시 연료의 공급을 차단할 수 있는 안전차단밸브 등을 설치하여야 한다.
- (나) 안전차단밸브는 우회배관(By-pass piping)이 있어서는 안 된다.
- (다) 안전차단밸브는 작동 전원 및 작동 공기압 등이 끊겼을 때에 자동적으로 연료의 공급을 차단하는 구조이어야 한다.
- (라) 안전차단밸브의 부착 위치는 버너와 가까운 곳에 설치하는 것을 권장한다.
- (마) 기체연료를 사용하는 가열로의 연료배관에 설치하는 안전차단밸브는 연료의 누설 시험을 하기 위해 차단 밸브의 다음에 연료 스톱밸브 및 시험콥 등을 설치하여야 한다.

(2) 연소감시장치

- (가) 연료의 발화 온도 이하에서 사용하는 가열로, 그리고 자주 점화 및 소화하는 가열로 또는 밀폐해서 사용하는 가열로에는 연소감시장치를 설치하는 것이 권장된다.
- (나) 복수의 버너에 연소감시장치를 만든 경우에는 버너 마다 설치하는 것이 권장된다.

(다) 연소감시장치는 다음을 따른다.

- ① 메인 버너가 점화하지 않을 때 또는 그 화염이 꺼진 경우에는 즉시 연료의 공급을 차단하는 신호를 제어반에 보내는 구조이어야 한다.
- ② 가열로 내 복사 등으로 오조작의 염려가 없어야 한다.
- ③ 버너 점화시의 스파크 등으로 오작동할 염려가 없는 위치에 설치하여야 한다.

(3) 안전제어장치는 필요에 따라 연소용 공기압 이상 검출기, 연료 가스 누설 검출기, 연료 공급압 이상 검출기, 이상 온도 상승 검출기, 단수 경보기 및 감지 장치 등을 가지고 있는 보안 제어기기를 설치하여 이상에 의한 위험 상태가 발생한 경우에는 즉시 이를 검출하고 필요한 조치를 하여야 한다.

(4) 연소제어장치의 선정에 있어서는 이것을 사용하는 가열로의 형식, 용도 및 주요 제어목적 등을 충분히 고려해서 응답성, 작동 범위, 긴급시의 작동 등의 성능이 최적인 것을 선정하여야 한다. 또한, 기기의 성능 저해를 방지하기 위하여 그 설치 위치 및 설치 방법 등에 유의해서 설치하지 않으면 안된다.

4.6 제어 및 조작회로

(1) 제어 및 조작회로는 고장안전 및 실수방지가 가능토록 하여야 한다.

(2) 제어 및 조작회로는 이상이 있는 경우에 점등과 경보음 등으로 신속한 경보가 가능한 구조이어야 한다.

(3) 이상이 발생하여 가열로가 정지한 후에 재가동하는 경우에는 이상 원인을 제거한 뒤에 재가동 조작을 하지 않으면 기동이 되지 않는 구조이어야 한다.

(4) 조작 스위치는 조작하는 순서에 따라 배열하고, 조작자의 잘못 조작을 방지하는 구조가 바람직하다.

(5) 조작반 등은 설치환경에 적합한 온도 이하이고, 폭발, 고온물 접촉 및 낙하물 등에 의한 손상을 받지 않는 장소에 설치하여야 한다.

(6) 조작반 등은 쉽게 점검할 수 있는 구조와 위치에 설치하여야 한다.

(7) 가열로 내부의 이상 상태를 조기에 파악하기 위하여 필요한 온도계·유량계·압력계 등의 계측장치를 설치하여야 한다.

5. 안전운전 및 취급

5.1 일반적 주의사항

(1) 설비 및 기기의 구조, 그리고 성능 등을 잘 이해하고, 안전장치의 기능을 숙지하여야 한다.

(2) 함부로 안전장치의 기능을 제거, 우회, 봉쇄하고 운전하여서는 안 된다.

(3) 사용하는 연료의 성상은 사용하는 연소 장치에 적합한 것이어야 한다. 또 성상 및 종류가 다른 연료를 사용하는 경우는 미리 연소 장치를 충분히 검토하고 새 연료의 성상 및 종류에 적합한 조정 및 개조 등을 하고나서 사용하여야 한다.

(4) 버너의 조작은 사용 조건 등에 적합한 안전운전절차서에 따라 미리 정하여진 점화, 운전 및 소화 순서 등으로 운전하여야 한다.

(5) 기동, 점화, 소화, 정지 및 긴급시의 조치 등 안전상 필요한 조작순서 등을 요약한 비상운전절차서 및 비상조치계획서등을 조작반 근처의 눈에 잘 띄는 곳에 게시해 두어야 한다.

(6) 유량 조절밸브 및 압력 조절밸브 등은 항상 제기능을 유지토록 하여야 한다.

(7) 버너는 소정의 범위내로 공기비를 설정해서 운전하지 않으면 안 된다.

(8) 함부로 연료의 공급 압력 및 연소용 공기압 등을 변경하여 소정의 압력을 초과하는 값으로 설정하고, 과부하 운전을 하여서는 안된다.

5.2 연소 장치의 점화, 운전, 소화 및 정지의 조작 순서

(1) 점화 준비

(가) 점화전에 메인 버너 및 점화용 버너 직전의 연료 차단밸브가 완전히 닫혀 있어야 한다.

(나) 연료의 공급 압력 및 온도, 연소용 공기압, 그리고 냉각수압 등이 소정의 값을 유지하고 있어야 한다.

(다) 연도 댐퍼 등이 소정의 열림 상태로 되어 있어야 한다.

(라) 배수 상황이 정상임을 확인하여야 한다.

(2) 점화

(가) 점화 직전에 다음의 요령으로 반드시 예비 퍼어지를 하여야 한다.

① 예비 퍼어지는 원칙으로 가열로 내용적의 4배 이상의 공기로 실시하여야 한다.

② 예비 퍼어지의 공기 유량은 최대 연소시의 50%이상으로 함이 바람직하다.

(나) 메인 버너에 점화하는 경우는, 원칙으로 공기를 유동시키고 나서 소정의 점화봉, 점화용 버너 또는 확실한 점화원으로 소정의 위치에서 소정의 조작 방법에 따라 점화하여야 한다.

(다) 점화용 버너에 점화하는 경우에도 메인 버너의 경우에 준한다.

(라) 특히 수동 점화의 경우는 공기를 유동시키고 나서 소정의 점화원을 준비하고 연료 스톱 밸브 또는 연료 차단 밸브를 열고, 원칙으로 점화를 5초 이내로 하여야 한다.

(마) 착화의 확인은 착화 확인구멍을 통하여 눈으로 직접 확인하거나 연소감시장치로 확인한다.

(바) 2개 이상의 메인 버너의 경우는 소정의 점화원을 준비하고 소정의 조작방법에 따라 반드시 1개씩 연료 스톱밸브 또는 연료 차단밸브를 열고 점화하여 착화를 확인한 뒤에 다음 메인 버너의 점화 조작으로 넘어가야 한다.

(사) 점화에 실패한 경우에는 신속한 연료 스톱밸브 또는 연료 차단밸브를 닫고, 재점화 전에 예비 퍼어지로 부터 소정의 방법에 따라 점화를 재차 실시하여야 한다.

(아) 메인 버너는 지정된 점화시의 연소량으로 점화하여야 한다.

(3) 운전 중 및 이상의 조작

(가) 운전 중에는 항상 바른 상태로 운전되고 있음을 확인하여야 한다.

(나) 이상 사태로 인하여 화염이 꺼진 경우 또는 연소가 불안정하게 된 경우 기타 위험한 상태가 발생한 경우는 신속하게 연료를 차단하고, 연료스톱밸브를 닫아야 한다. 이때 반드시 원인을 조사하여 즉시 보수 또는 그 밖의 필요한 조치를 하여야 한다.

(다) 이상 정지 후의 재기동은 안전을 확인한 후에 예비 퍼어지로 부터 일정한 조작 방법에 따라 점화하여야 한다.

(라) 가열로의 운전을 일시 중단하는 경우에는 연료를 차단하고 소정의 연료 스톱 밸브를 닫고, 그 닫힘 상태를 확인하여야 한다.

(4) 소화

(가) 소화는 안전운전절차서 등에 따라 소화한다.

(나) 점화용 버너가 연속점화방식 또는 중복점화방식의 것에 있어서는 메인 버너를 소화

한 후에 버너를 소화하여야 한다.

(5) 정지

(가) 운전을 종료하는 경우에는 안전운전절차서 등에 따라 연료 스톱밸브 또는 연료 차단밸브를 닫고 필요에 따라 포트 퍼어지를 실시하여야 한다.

(나) 버너 소화 후에는 연료배관 계통의 하류에 있는 밸브에서 상류의 것으로 차례로 닫아야 한다.

(다) 운전 종료 후에는 안전운전절차에 따라 각종 밸브와 스위치 등을 닫거나 열어 둔다.

5.3 안전한 작업환경 유지

작업장 내의 방음, 채광, 조명, 환기, 정리정돈 및 보호구 착용 등으로 안전하고, 쾌적한 작업환경을 유지하기 위하여 적절한 조치를 하여야 한다.

6. 일상점검 및 유지보수

6.1 일상 점검

(1) 가열로의 본체, 연료배관, 메인 버너, 점화용 버너, 연소안전장치 및 각종 제어기기 등에 대해서는 제작자가 제시하는 안전점검기준과 사용자의 안전운전절차서 등에 따라 점검을 실시하여야 한다.

(2) 점검을 실시할 때는 사전에 안전작업허가를 받아야 한다.

(3) 점검 대상의 가열로는 불필요한 전원을 차단하고, 연료의 수동 스톱 밸브를 닫고, 밀폐시설 내부를 환기시키고, 또한 점검 중임을 조작반 위에 표시하는 등 다른 사람이 잘못 조작을 하지 않도록 하는 등의 조치를 하여야 한다.

(4) 안전장치, 주요 설비 및 정기적으로 교환할 필요가 있는 것은 그 예비품을 확보하여 보관하여야 한다.

- (5) 일상 점검은 안전운전지침서, 유지보수절차서 등이 점검표에 따라 실시한다.
- (6) 특이 사항은 운전일지에 기록, 보고 등의 적절한 조치를 한다.
- (7) 가스 누출 등의 긴박한 위험 상황에서는 안전운전절차서, 비상운전절차서 등에 따라 안전조치 후에 보고한다.

6.2 정기 점검

- (1) 정기 점검은 안전운전지침서, 유지보수절차서 등이 점검표에 따라 실시한다.
- (2) 점검 결과는 기록하고, 일정 기간 보존하여야 한다.

6.3 유지보수

(1) 점검후의 보수

- (가) 점검의 결과 이상을 발견하였을 때는 즉시 보수 및 기타 필요한 조치를 하여야 한다.
- (나) 보수 및 교환 등의 결과는 기록하고, 일정 기간 보존하여야 한다.
- (다) 점검 일자, 점검내용, 점검자 및 일상점검의 특이사항, 점검 후 보수 내용을 설비이력카드에 기록하고 보존한다.

(2) 예방보존

- (가) 연료 차단 밸브, 각종 검지기 및 수명 표시가 있는 기기 등 안전 확보상 중요한 기기는 정기적으로 점검하고, 위험이 예견되는 경우에는 신품과 교환하는 등의 보전대책 실시한다.

(나) 가열로에 따라 생산되고 있는 제품의 품질에 변동이 발생한 경우 등 일상의 생산 활동을 통하여 이상 상태를 파악하고, 설비의 보전에 노력하여야 한다.