

KOSHA GUIDE

P - 89 - 2023

## 회분식 공정의 안전운전지침

2023. 8.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 지침임

## 안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 최 재 수

○ 개정자 : 이 정 석

한국산업안전보건공단 전문기술실 오상규

○ 제 · 개정 경과

- 1999년 11월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 1999년 12월 총괄기준제정위원회 심의
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
- 2023년 7월 화학안전분야 표준제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

○ 관련규격 및 자료

- CCPS, “Guidelines for Engineering Design for Process Safety”
- 일본 중앙노동재해방지협회, “벡치프로세스의 안전”

○ 관련법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건법 시행규칙 제50조(공정안전보고서의 세부내용 등)

○ 안전보건기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2023년 8월 24일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 목 차

1. 목적	1
2. 적용범위	1
3. 용어의 정의	1
4. 제조공정의 위험성에 관한 조사	1
5. 설비적 안전대책	3
6. 관리적 안전대책	8
7. 원료 및 제품의 저장	10
8. 화학반응	12
9. 증류	14
10. 건조	15
11. 분쇄	16

# 회분식 공정의 안전운전지침

## 1. 목적

이 지침은 사업주가 작성하여야 할 회분식 공정 안전운전지침서의 원활한 작성에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

## 2. 적용범위

이 지침은 화학설비 및 그 부속설비 중 회분식 공정에 적용한다.

## 3. 용어의 정의

- (1) “회분식 공정 (Batch process)”이라 함은 일반적으로 원료를 투입하여 일정 시간 혹은 일정공정을 거쳐 제품을 얻는 모든 공정을 말한다.
- (2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

## 4. 제조공정의 위험성에 관한 조사

아래 각 항에 대한 내용을 문헌이나 실험을 통하여 사전에 조사하여 회분식 공정의 운전개시전에 화학물질의 저장에서부터 반응, 증류, 건조 등에 대한 모든 작업표준서 작성 및 운전사고 수습을 위한 절차를 작성한다.

### 4.1 예비조사 항목

- (1) 원료 및 제품의 화재·폭발 위험성
- (2) 주반응의 화학반응식 및 발열량
- (3) 주반응에 의한 중간체 및 최종 생성물에 대한 화재·폭발 위험성

- (4) 부반응에 대한 화재·폭발의 위험성(부반응의 발열량, 생성물의 형태 등의 영향)
- (5) 부반응이 화재·폭발의 위험성이 클 경우에는 부반응을 일으킬 수 있는 반응조건
- (6) 반응기 및 저장탱크 등의 냉각기능 및 교반기 등의 정지, 촉매첨가량, 원료의 공급순서 및 공급량, 증류·건조공정의 계속 시간 등의 잘못과 기타 야기 될 수 있는 비정상 상태의 위험성

## 4.2 공정별 위험성

### 4.2.1 증류

- (1) 증류온도 및 증류시간의 영향에 따른 열안정성
- (2) 부산물, 불순물 농축에 따른 위험
- (3) 과열에 의한 위험
- (4) 공기의 접촉위험 등

### 4.2.2 건조

- (1) 건조온도 및 건조시간의 영향에 따른 열안정성
- (2) 건조시에 발생하는 용매등의 위험
- (3) 정전기에 의한 착화 위험
- (4) 과열의 위험 등

### 4.2.3 분쇄

- (1) 피분쇄물의 충격·마찰·가열 등에 따른 위험
- (2) 이물질 혼입에 따른 위험

### 4.2.4 혼합

- (1) 혼합순서 착오 등에 의한 혼합 위험
- (2) 이물질 혼입에 따른 위험
- (3) 충격·마찰·가열 등에 따른 위험 등

#### 4.2.5 저장

- (1) 저장시간, 온도의 영향, 중합억제제, 분산억제제 등의 자기반응성에 의한 위험
- (2) 물 등의 이물질 혼입에 따른 위험 등

#### 4.2.6 세정

- (1) 세정용제의 화재·폭발 위험
- (2) 세정작업시 산소결핍 위험
- (3) 산·알칼리 등과 같은 세정제와 피세정 물질의 반응위험 등

#### 4.2.7 배기

배기 덕트내에 응축되는 위험물 및 여러 종의 배기가스가 혼합됨으로써 일어나는 화학반응에 의한 화재·폭발의 위험 등

### 5. 설비적 안전대책

#### 5.1 건축물 및 그 부속설비

- (1) 반응폭주 및 이상반응으로 화재나 폭발이 발생할 수 있는 설비는 피해를 최소화하기 위하여 격리된 장소에 설치한다.
- (2) 건축물의 벽, 기둥, 계단 및 지붕등은 불연성 재료를 사용하고 바닥은 원료, 중간생성물등과 같은 화합물질에 의해 부식이나 침투가 일어나지 않는 재료를 사용한다.
- (3) 위험물을 취급, 저장하는 장소에 설치하는 건축물의 기둥과 보, 위험물 저장, 취급용기의 지지대 그리고 배관 및 전선관의 지지대는 내화구조로 하여야 한다.
- (4) 화재등의 비상사태에 대비하여 화재탐지 및 경보시설을 설치하고 피난용 통로 및 출입구를 확보한다.
- (5) 운전, 검사, 정비, 보수 등이 용이하도록 설비간 충분한 거리를 유지하고 시설물 사이의 통로에는 장애물을 설치하지 않는다.

## 5.2 설비기기의 구조

- (1) 설비, 배관, 밸브 등의 재질은 취급되는 원료, 중간생성물 등 화학물질의 부식성과, 온도, 농도 등 반응조건에 따른 위험성을 고려하여 적절한 재질을 선정한다.
- (2) 설비 또는 배관의 플랜지, 밸브 등의 접합부에서의 누출을 방지하기 위하여 적절한 가스킷을 사용하고 접합면을 상호 밀착시키는 등의 조치를 한다.
- (3) 설비 또는 배관의 외면은 부식방지 조치를 한다.
- (4) 밸브 등은 비상시 신속하게 조작이 가능하도록 쉽게 식별할 수 있고, 안전한 위치에 설치한다.
- (5) 밸브 등은 오조작 방지를 위하여 개폐방향을 표시하고 색이나 형상으로 구분한다.
- (6) 필요한 경우 온도변화에 따른 배관의 신축을 고려하여 신축 연결부를 설치한다.
- (7) 중합촉매로서 유기과산화물을 사용하는 탱크, 배관, 밸브 등의 재료는 철녹 등 유기과산화물의 분해를 촉진하는 물질이 발생되지 않도록 한다.
- (8) 통상 사용하지 않는 밸브는 오조작 방지를 위하여 시건장치 또는 봉인을 한다.
- (9) 강산, 강알칼리 등 부식성물질을 수송하는 배관의 플랜지 부위는 누출로 인한 비산방지를 위하여 내산성재질의 덮개를 설치한다.
- (10) 반응기와 그 자켓에 대한 기밀시험은 주기적으로 실시하고 기록을 유지 관리한다.
- (11) 배관은 지반면에 닿지 않도록 하되 점검·보수를 위하여 지면에서 30cm 이상 높이에 설치한다.

### 5.3 이상발생에 대비한 설비

#### 5.3.1 안전밸브

회분식 공정에 있어서 설비가 대기압 이상으로 운전되거나 이상반응등으로 인하여 내부 압력이 대기압을 초과할 우려가 있는 설비에는 안전밸브, 파열판, 자동조절기 등의 안전장치 또는 이에 대처할 수 있는 방호장치를 설치한다. 단, 설치시에는 KOSHA GUIDE "안전밸브 설계 및 설치 등에 관한 기술지침"에 준한다.

#### 5.3.2 이상반응방지 안전장치

회분식 공정에 있어서 발열반응이 일어나는 반응장치 및 폭발범위 내에 도달할 위험이 있는 상태에서 운전되거나 이상반응 등으로 화재, 폭발 위험성이 높은 설비에는 다음 각호와 같은 안전장치 등을 설치한다.

- (1) 내부의 이상상태를 조기에 파악하기 위한 온도계, 유량계, 압력계, 액면계 등 계측장치와 자동경보장치
- (2) 이상상태 발생에 따른 원재료 공급의 긴급차단장치, 반응물질을 옥외 방출용탱크에 이송하기 위한 블로우다운 시스템 및 불활성가스 주입설비
- (3) 이상발열 등에 대비한 냉각용수 공급장치와 고장에 대비한 살수설비 등 비상냉각장치
- (4) 전력공급 중단시 사용할 수 있는 예비 동력원
- (5) 반응기의 경우 교반기의 정지시 즉시 파악할 수 있는 전류계 등과 경보를 발하는 장치
- (6) 건조설비 등에 필요한 경우 폭발압력방산구
- (7) 냉각수 공급펌프의 정지를 즉시 파악할 수 있는 경보장치
- (8) 중합반응기 등에는 균압식 또는 가압식의 중합억제제 투입설비



#### 5.4 안전장치의 설치방법

- (1) 인화성액체 또는 가연성가스를 저장하거나 취급하는 설비로부터 가스 또는 증기를 대기로 방출할 때에는 외부로부터의 화염방지를 위한 화염방지기를 벤트 배관 상단에 설치한다.
- (2) 위험물 취급설비의 배기구는 배기DUCT 내로 공기가 유입되는 것을 방지하는 구조의 환기 및 DUCT를 설치, 안전한 곳으로 배기되게 한다.
- (3) 각 반응기 등에 전용 냉각수 공급펌프가 없고 하나의 펌프에 의해 여러개의 반응기에 냉각수를 공급하는 경우에는 냉각수 주배관에 압력저하를 즉시 파악할 수 있는 압력경보장치를 설치한다.
- (4) 가연성가스나 증기 또는 독성물질의 누출위험이 있는 곳에는 누출탐지기 및 경보장치를 각각 누출감지가 용이한 장소와 근로자가 항상 상주하는 장소에 설치한다.

#### 5.5 독성물질의 취급설비와 관리

- (1) 사업장내 독성물질의 저장 및 취급량을 최소화한다.
- (2) 공정에 사용되는 독성물질의 입·출하량과 재고량, 사용량은 일일기록을 유지한다.
- (3) 독성물질 취급설비의 이상운전으로 독성물질이 외부로 방출될 우려가 있는 경우는 적절한 저장, 포집 또는 처리설비를 설치한다.
- (4) 독성물질의 누출을 감지·경보할 수 있는 설비를 설치한다.

#### 5.6 전기 및 정전기방지 설비

- (1) 가연성가스, 증기 또는 분진 등의 누출로 폭발한계에 달할 위험이 있는 장소에 설치하는 전동기, 개폐기, 조명기구, 계측기기 등 전기기계·기구 등은 적절한 방폭성능이 있는 방폭구조의 전기기계·기구를 설치한다.
- (2) 폭발범위에 달할 위험이 있는 장소에 설치하는 전기기계·기구 또는 금속체등에 대하여는 접지한다.

- (3) 정전기에 의한 화재·폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 설비에 대하여는 접지 또는 도전성재료를 사용하거나 제전장치를 설치하는 등 정전기의 발생을 억제하거나 제거하는 장치를 설치한다.
- (4) 반응기, 저장설비 등에 인화성물질을 공급할 경우에는 공급관의 끝단을 하부까지 삽입하여 액중에 잠기는 구조로 설계·설치한다.
- (5) 누전에 의한 감전위험 방지를 위하여 전기기계·기구의 금속제 외함 및 철대 등에는 접지를 한다.
- (6) 가연성가스, 증기 또는 분진 등을 수송, 저장, 취급하는 설비 및 부속설비와 배관 등에는 유효한 정전기방지 대책을 강구한다.
- (7) 드럼 등의 용기에서 탱크로 인화성액체를 이송할 때는 드럼을 접지하고 전도성파이프를 사용한다.
- (8) 위험물을 저장하거나 취급하는 설비에는 피뢰설비를 설치한다.

## 5.7 방화 및 소화설비

- (1) 화재·폭발의 원인이 될 우려가 있는 물질을 취급하는 장소에는 건축물 등의 규모, 넓이 및 취급하는 물질의 종류와 양에 따라 예상되는 소화설비를 설치한다.
- (2) 화재·폭발을 일으킬 위험이 있는 설비와 건축물 기타 가연성물체 사이에는 방화에 필요한 안전거리를 유지하거나 방호벽 등을 설치한다.

## 5.8 폐기·처리설비

- (1) 유해위험물질을 폐기·처리할 경우에는 냉각, 분리, 흡수, 흡착, 소각 등의 처리공정을 설치 처리함으로써 이들이 외부로 방출되지 않도록 한다.
- (2) 독성물질을 폐기·처리 또는 방출하는 설비를 설치할 경우에는 자동으로 작동될 수 있는 구조로 하거나 원격조작이 가능한 구조로 한다.

## 6. 관리적 안전대책

### 6.1 작업표준

회분식 공정에서는 각각의 공정마다 작업행위를 구분하여 안전을 위한 작업 포인트를 구체적이고 명확하게 나타낼 수 있는 작업표준을 만들어 오조작 등으로 인한 사고를 방지하여야 한다.

- (1) 작업자는 작업표준을 충분히 이해한 후에 작업에 임하고 이를 철저하게 준수하여야 한다.
- (2) 작업표준은 공정의 특성, 화학약품의 취급시 위험성, 이상반응 등으로 인한 재해사례 등을 참고하여 충분히 검토한 후에 작성한다.
- (3) 작업표준은 작업방법의 변경, 작업자의 제안 등을 수렴하여 관계자 전원의 의견교환 등을 통하여 필요시 변경해 나간다.
- (4) 단위공정마다 포인트를 정하여 그렇게 하지 않으면 위험하거나 공정상 문제가 될 수 있는 것, 그렇게 하면 작업이 순조롭고 능률이 향상되는 것을 명시한다.
- (5) 작업 전에 점검할 사항의 인수인계에 관한 사항을 정한다.
- (6) 비정상 운전 또는 사고수습대책 등에 관한 사항은 별도로 작업표준을 정한다.
- (7) 특히 다음 사항은 명시되어야 한다.
  - (가) 밸브, 코크의 조작
  - (나) 냉각, 가열 및 교반장치의 조작
  - (다) 계측 및 제어장치의 감시 및 조정
  - (라) 안전밸브, 긴급차단장치 및 기타 안전장치 및 자동경보장치의 조정
  - (마) 맨홀, 플랜지, 밸브 및 코크 등의 접합부에서 누출여부 점검
  - (바) 시료의 채취
  - (사) 일시적 또는 부분적인 운전중단시의 작업방법 및 운전재개시 방법
  - (아) 제품 및 제조공정 변경에 따른 설비의 개조, 배관의 변경 등 작업 방법
  - (자) 가연물질의 이송, 인입설비 등의 정전기 제거를 위한 조치
  - (차) 이상상태 발생시의 응급조치

## 6.2 작업방법

- (1) 위험물질이나 단량체 등을 저장·취급 또는 반응시키는 경우에는 질소등 불활성가스 분위기하에서 실시하거나 강제 배기 등에 의해 폭발성분위기를 형성하지 않도록 한다.
- (2) 인화성액체 등 위험물질을 탱크로리로 주입하는 경우에는 15 분 이상의 정차시간을 두고 액체의 유속을 1 m/sec 이하로 하는 등 정전기 발생을 방지하기 위한 조치를 취한다.
- (3) 인화성액체 등 위험물질을 드럼으로부터 반응기나 탱크 등에 옮기는 경우는 드럼을 접지하고 전도성파이프를 사용하며 공구는 방폭형을 사용한다.
- (4) 폭발·화재위험이 있는 장소에서 용접, 용단 등의 작업, 착화원 가능성이 있는 기계기구를 사용하여서는 안되며, 착화원이 될 우려가 있는 물질을 휴대하지 않는다.
- (5) 인화성물질 또는 가연성가스를 설비나 드럼등에 주입할 때는 호스의 결합부를 확실하게 연결한 후에 작업한다.
- (6) 서로다른 물질의 접촉으로 인하여 발화하거나 폭발할 위험이 있을 때는 이들 물질을 접근시켜 저장하거나 동일 운반기에 적재하여서는 안된다.
- (7) 유해, 위험물질을 폐기처리할 경우는 다음 사항을 준수하여야 한다.
  - (가) 폐기물과 폐액은 안전하게 처리한 후에 폐기한다.
  - (나) 유해, 위험물질을 폐기할 때는 적절한 보호구를 착용하고 작업한다.
  - (다) 혼합시 위험성이 있는 물질은 동일 폐액용기에 버린다.
  - (라) 독극물, 중금속류 및 기타 화학약품류는 폐액이 소량이라도 유출, 방류하지 않는다.

## 6.3 작업관리

- (1) 설비기기의 보수시에는 안전작업 허가지침을 준수한다.
- (2) 조종실 운전자와 현장 운전자는 정확한 의사전달이 이루어져야 한다.

- (3) 제품이나 제조공정의 변경시에는 운전전에 사전점검을 실시한다. 특히 다음 사항은 반드시 점검한다.
- (가) 반응기, 증류기 등 각종 설비내부에서의 화재·폭발원인이 될 수 있는 물질의 유무
  - (나) 설비의 내외면에 대한 현저한 손상, 변형, 부식 및 누출 등의 유무
  - (다) 뚜껑, 플랜지, 밸브, 코크 등의 상태
  - (라) 안전밸브, 긴급차단장치 및 기타 안전장치와 자동경보장치의 기능
  - (마) 냉각, 가열, 교반, 압축, 계측장치 및 제어장치의 기능
  - (바) 예비동력원의 기능 등
- (4) 반응기 등에 원료 및 촉매 등을 주입시에 작업자가 보기 쉬운 곳에 원료의 종류, 주입대상설비 및 기타 필요한 사항을 기입하여 게시하고 제품이나 공정의 변경시 마다 사전에 명확하게 알 수 있도록 수정한다.
- (5) 작업기록을 필요로 하는 작업의 종류와 기록의 작성방법, 보존방법, 보존기간 등을 정한다.
- (6) 교대업무를 포함하여 각 작업의 인수인계는 확실한 규정을 정하고 운전내용과 조치변화 등에 있어서는 일지에 기록하여 전달해야 한다.
- (7) 부품이나 비품의 정기적인 교환기준을 작성하여 관리한다.

## 7. 원료 및 제품의 저장

### 7.1 저장시설의 안전장치

- (1) 원료 및 제품을 저장하는 장소 주위에는 환기설비, 소화설비, 필요시 가스누출검지 및 경보설비 등을 설치한다.
- (2) 저장탱크 등에는 외부에서 액위를 측정할 수 있는 액면계 및 액위상승시에 대비하여 경보장치를 설치한다.
- (3) 저장설비에는 필요시 내부온도와 압력을 측정할 수 있는 온도계와 압력계 및 경보장치를 설치한다.

- (4) 저장설비에는 필요시 냉각을 위한 살수설비를 설치하고 저온저장이 필요한 경우는 보온, 보냉을 위한 단열처리를 하여야 한다.
- (5) 이상사태에 대비하여 저장설비의 출구배관에는 긴급차단밸브를 설치하고 내부 인입 배관에는 역류방지밸브를 설치한다.
- (6) 저장설비에는 필요시 역화방지기와 통기밸브를 설치한다.
- (7) 저장설비에는 필요시 불활성가스 밀봉설비를 한다.
- (8) 저장물질의 어는점이 대기온도일 경우는 동결방지조치를 한다.
- (9) 실내 저장설비의 통기구능은 옥외의 안전한 곳으로 배출되도록 설치한다.
- (10) 저장설비 주위에는 필요시 방유제를 설치한다.
- (11) 저장설비에는 필요시 안전밸브를 설치하되 고장을 대비하여 두개를 설치한다.
- (12) 본체, 펌프, 배관 등 필요한 곳에는 접지시설을 한다.

## 7.2 반입 및 반출작업시 안전사항

- (1) 배관 등을 통하여 반입 및 반출시 유속제한 및 정지시간을 준수하며 「위험물주입 중」, 「화기엄금」 등의 표시물을 게시한다.
- (2) 탱크로리 등 위험물 운송설비 및 주입설비 등에는 접지 등 제전조치를 한 후 작업한다.
- (3) 필요시는 내부를 불활성가스 등으로 치환한 후 주입작업을 한다.
- (4) 위험물질을 탱크에 주입할 때는 책임자의 임회하에 실시한다.
- (5) 드럼 등으로 위험물을 저장설비에 주입하는 경우는 드럼을 접지하고 필요시는 전도성 파이프 등을 사용한다.
- (6) 위험물질을 반입, 반출시는 호스의 결합부 등을 확실하게 연결한 후 작업한다.

- (7) 접촉으로 인하여 발화 등의 위험이 있는 물질 등은 별도로 구분 저장하거나 적재한다.

## 8. 화학반응

### 8.1 반응기의 안전장치

- (1) 반응기가 설치된 장소 주위에는 환기설비, 가스누출 검지기 및 경보설비, 소화설비, 물분무설비, 비상조명설비, 통신설비 등을 설치한다.
- (2) 주위에 원재료를 보관하고 있을 경우는 비상세척시설을 설치한다.
- (3) 내부의 이상사태 파악을 온도계, 압력계, 유량계 등의 계측 또는 기록장치를 설치한다.
- (4) 이상온도상승에 대비하여 반응기 본체 및 냉각수 회수부위에 온도경보장치를 설치한다.
- (5) 이상압력상승 등에 대비하여 압력경보장치를 설치한다.
- (6) 이상압력상승으로 인한 보호를 위하여 안전밸브를 설치한다.
- (7) 내부물질이 부식성이거나 고형물 생성이 예상될 경우에는 안전밸브의 전단에 파열판을 설치하고 그 사이에 압력지시계를 설치한다.
- (8) 인화성액체 및 가연성가스를 취급하는 경우에는 전동기 등 전기기계·기구에는 방폭형을 설치한다.
- (9) 원료 등 공급배관에는 긴급차단장치를 설치한다.
- (10) 불활성가스 주입설비를 설치한다.
- (11) 이상시 반응기내 반응물을 안전하게 방출하기 위한 장치를 설치한다.
- (12) 중합반응기의 경우 중합억제제 투입장치를 설치한다.

- (13) 냉각 및 교반장치, 계장 및 조명설비 등 안전상 필요한 설비에는 예비동력원을 설치한다. 이들 장치들은 가능한 이상온도상승과 이상압력상승시 적절하게 작동되도록 인터록시켜야 한다.
- (14) 접지시설을 한다.
- (15) 냉각수 펌프용량, 냉각수 공급배관의 직경, 냉각수의 온도, 냉각형식 등은 이상반응 등에 기인된 열적 최악조건을 예상하여 설계한다.
- (16) 교반기의 형상, 회전수, 회전력 등의 성능은 반응 중 발생열을 균일하게 할 수 있도록 설계한다.
- (17) 배기시스템에는 필요시 역화방지기를 설치한다.

## 8.2 반응작업시 안전사항

- (1) 폭발분위기의 형성을 방지한다. 특히 주입시, 반응중 또는 생산물 취출시 등 필요시는 불활성가스를 이용한다.
- (2) 반응잔류물 등의 방치, 축적 등으로 인한 혼합위험을 방지한다.
- (3) 인화성액체 등 위험물질을 드럼으로 반응기에 주입하는 경우 드럼을 접지하고 전도성파이프를 사용한다.
- (4) 원료의 계량기 고장 또는 오조작에 의한 계량측정오류가 없도록 주의한다.
- (5) 주입원료의 총량은 교반시에도 그 액면이 상방향의 온도감지기 위치보다 높게 한다.
- (6) 반응중에는 반응기내의 온도와 교반상황을 확인한다.
- (7) 작업조건을 임의로 변경하여서는 아니된다.



## 9. 증류

### 9.1 증류설비의 안전장치

- (1) 증류기가 설치된 장소 주위에는 환기설비, 가스누출 감지기, 경보설비, 소화설비 그리고 통신설비를 설치한다.
- (2) 이상온도 상승에 대비하여 온도제어기, 온도기록계, 온도경보장치 등을 설치하고 온도계는 2개소 이상 설치한다.
- (3) 이상압력상승에 대비하여 압력측정기와 압력경보장치를 설비한다.
- (4) 냉각수 공급장치, 유량 조절기, 계장설비 등에는 예비동력원을 설치한다.
- (5) 냉각수 공급펌프에는 정지경보장치 또는 ON-OFF감시등을 설치한다.
- (6) 불활성가스 주입설비를 설치한다.
- (7) 접지시설을 한다.

### 9.2 증류작업시 안전사항

- (1) 가열온도와 가열시간을 적정하게 한다. 즉 일정한 온도상승곡선으로 가열하고 급격한 가열을 하지 않는다.
- (2) 완전증류 또는 증류잔여물을 과도하게 농축시키지 않는다. 과도 농축시에는 과열분해 또는 냉각시 잔류물이 배출밸브 등을 차단시킬 위험이 있다.
- (3) 공기혼입 방지를 위해 기밀유지를 한다. 특히 감압증류나 산화발열성 잔여물을 취출할 때 주의한다.
- (4) 증류잔여물이 방치, 축적되지 않게 세척한다. 잔여물 누적시는 이물질 혼입으로 인한 위험 뿐만아니라 전열효율의 저하로 인한 돌비 등의 위험이 있다.
- (5) 작업중 항상 액위를 확인한다.

## 10. 건조

### 10.1 건조설비의 안전장치

- (1) 가스, 증기 또는 분진의 농도는 폭발하한계값의 25 %이하로 유지할 수 있는 환기장치를 설치한다. 다만, 농도를 연속적으로 지시하거나 조절하는 장치가 설치된 경우는 50 %로 유지가 가능하다.
- (2) 설비내부의 온도를 지시, 기록하거나 일정온도로 유지 조절할 수 있는 장치를 설치한다.
- (3) 환기장치에는 가동중 공기유량을 검출할 수 있는 유량계측장치를 설치한다.
- (4) 설비내부는 운전시에 항상 음압이 유지되도록 배기설비를 설치한다.
- (5) 폭발위험이 높은 설비에는 불활성가스 주입설비를 설치한다.
- (6) 위험물건조설비 내부에 사용하는 전기설비는 방폭성능이 있는 것을 설치한다.
- (7) 위험물건조설비 또는 분진이 발생하는 건조설비에는 정전기가 발생할 수 있는 곳에 접지외에 도전성재료를 사용하거나 제전장치를 설치하여 정전기 발생을 억제한다.
- (8) 위험물건조설비나 분진 등으로 인한 화재·폭발위험이 있는 설비에는 폭발 압력방산구를 설치한다.
- (9) 배기 및 재순환용 송풍기는 가열장치 건조물공급 설비, 경보장치 등과 인터록하는 등 필요시 안전을 위하여 각종 인터록장치를 설치한다.
- (10) 배기덕트는 배기량을 수동 또는 자동으로 조절할 수 있는 댐퍼를 설치한다.

### 10.2 건조설비의 구조

- (1) 건조설비의 내부는 온도가 국부적으로 상승되지 않는 구조로 한다.
- (2) 내부표면에 분진등의 축적을 최소화할 수 있고 청소가 용이한 구조로 한다. 이는 배기덕트류에도 적용되며 청소구는 분진이 축적되기 쉬운 곳에 설치한다.

### 10.3 건조작업시 안전사항

- (1) 폭발하한계를 억제하기 위하여 휘발성이 크고 발생량이 많은 경우에는 공급량을 줄이거나 예비건조(상온)한 후 건조기에 넣는다.
- (2) 건조설비 내부는 청소 등을 철저히 함으로서 잔류물이나 기타 가연물질의 자연발화 등을 방지한다.
- (3) 고온으로 가열건조한 가연성물질은 발화위험이 없는 온도로 냉각시킨 후에 보관한다.
- (4) 건조방법, 건조물의 종류 변경시 등에는 사전에 작업내용을 주지시키고 관리자가 직접 지휘한다.
- (5) 내부온도, 환기상태 및 건조물의 상태를 수시로 점검하고 이상현상 발견시 즉각 조치한다.
- (6) 연료가스 배관의 플랜지, 밸브 등 가스누출 우려가 있는 장소에는 정기적으로 가스검지 등을 행한다.

## 11. 분쇄

분쇄설비에는 다음 설비를 설치한다.

- (1) 필요시는 불활성가스 주입설비를 설치한다.
- (2) 가연성분진의 발생되는 경우는 집진설비를 설치한다.
- (3) 분쇄, 집진설비 및 부속 닥트류 등에는 폭발압력방산구를 설치한다.
- (4) 필요시는 컨베이어 등 공급설비에 금속파편 등 이물질 제거장치를 설치한다.
- (5) 정전기 등으로 인한 폭발·화재위험이 있는 경우에는 접지외에 도전성 재료를 사용하고 제전장치 등을 설치한다.
- (6) 전동기 등 전기설비는 방폭성능이 있는 것을 사용한다.

## 안전보건기술지침 개정 이력

□ 개정일 : 2023. 8. 24.

○ 개정자 : 안전보건공단 전문기술실 오상규

○ 개정사유 : 산업안전보건법 관련 법령조항 삭제

○ 주요 개정내용

- (1. 목적) 산업안전보건법 제 49조의2, 같은 법 시행령 제 33조의 7 및 시행규칙 제130조의 2” 법령 조항 삭제