

KOSHA GUIDE

P - 6 - 2011

인화성 액체의 분무 공정에서
화재·폭발 예방에 관한 가이드

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 서울산업대학교 안전공학과 이영순 교수
- 개정자 : 한 우 섭

- 제 · 개정 경과
 - 2009년 8월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2011년 12월 화학안전분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

- 관련 규격 및 자료
 - HSG 178 The Spraying of Flammable Liquids
 - NFPA 33 Standard for spray Application Using Flammable or Combustible Materials
 - CFR 1910.107
 - KOSHA GUIDE 폭발위험장소에서의 전기설비 설치에 관한 기술지침.

- 관련 법령 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에관한규칙 제225조(위험물질 등의 제조 등 작업시의 조치), 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)

- 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2011년 12월 29일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

인화성 액체의 분무공정에서 화재·폭발 예방에 관한 가이드

1. 목 적

이 가이드는 인화성 액체를 분무하는 공정은 분무되는 인화물로 인한 화재나 폭발의 위험성이 크므로 이에 대한 위험성을 줄일 수 있는 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 가이드는 인화성 액체를 사용하는 분무 공정에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 가이드에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “인화성액체(Flammable liquid)”라 함은 표준압력 하에서 인화점이 60℃ 이하이거나 고온·고압의 공정 운전 조건으로 인하여 화재·폭발위험이 있는 상태에서 취급되는 가연성 물질을 말한다.

(나) “인화점(Flash point)” 이라 함은 액체 표면에서 가연성혼합물을 형성할 정도의 충분한 증기를 발생시키는 최소 온도를 말한다.

(다) “내화시간”이라 함은 정해진 가열시험방법에 따라 시험한 결과, 내화성능이 보장되는 시간을 말한다.

(라) “폭발위험장소(Hazardous area)”라 함은 전기기계·기구(이하 “전기기기”라 한다.)를 설치·사용함에 있어 특별한 주의를 요하는 가스폭발분위기가 조성되거나 조성될 우려가 있는 장소를 말한다. 이 폭발위험장소는 가스 폭발 분위기의 생성빈도와 지속시간에 따라 다음과 같이 분류(Zones)한다.

① “0종장소(Zone 0)”라 함은 가스, 증기 또는 미스트의 가연성 물질의 공기

혼합물로 구성되는 폭발분위기가 장기간 또는 빈번하게 생성되는 장소(연 1,000 시간이상 또는 확률 10 % 이상 발생)를 말한다.

② "1종장소(Zone 1)"라 함은 가스, 증기 또는 미스트의 가연성 물질의 공기 혼합물로 구성되는 폭발분위기가 정상작동 중에 생성될 수 있는 장소(연 10~1,000 시간이상 또는 확률 0.1~10 % 이상 발생)를 말한다.

③ "2종장소(Zone 2)"라 함은 가스, 증기 또는 미스트의 가연성 물질의 공기 혼합물로 구성되는 폭발분위기가 정상작동 중에는 생성될 가능성이 없으나, 만약 위험분위기가 생성될 경우에는 그 빈도가 극히 희박하고 아주 짧은 시간 지속되는 장소(연 1~10 시간 이상 또는 확률 0.01~0.1 % 이상 발생)를 말한다.

주) 1. 이 정의에서 지속(Persist)이라는 용어는 가연성 분위기가 존재하는 전체 시간을 의미한다. 이것은 누출전체시간과 누출이 정지된 후에 확산되는 가연성 분위기의 시간을 합한 시간으로 구성된다.

(<부록 2>의 "지속시간"이라는 용어는 가연성 분위기가 존재하는 전체시간 중의 일부분만을 규정한다.)

2. 발생빈도 및 주기 표시는 특정 산업 또는 관련 코드를 적용할 수 있다.

(마) "폭발하한계(Lower explosive limit, LEL)"라 함은 가스 등이 공기 중에서 점화원에 의하여 착화되어 화염이 전파되는 가스 등의 최소농도를 말한다.

(바) "폭발상한계(Upper explosive limit, UEL)"라 함은 가스 등이 공기 중에서 점화원에 의하여 착화되어 화염이 전파되는 가스 등의 최대농도를 말한다.

(사) "분무지역"이라 함은 작업이나 분무공정으로 인한 인화성 증기나 미스트 또는 가연성 잔류물, 분진 또는 침전물의 양이 위험할 정도로 존재하는 지역을 말한다.

(아) "분무실(Spray booth)"이라 함은 비말, 증기, 잔류물의 누출을 제한하거나 배출시스템으로 안전하게 보내기 위해서 밀폐되거나 분무작업을 조절하도록 설치된 동력 배기 구조물을 말한다.

(2) 그 밖에 이 가이드에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를

제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 분무공정의 화재 또는 폭발 위험

- (1) 인화성 액체의 사용으로 인해 발생 가능한 주요 위험은 액체에서 발생한 증기나 액체와 관련된 화재 또는 폭발이다. 화재나 폭발은 증기나 액체가 발화원이 존재하는 곳에 누출되었을 때나 인화성액체가 사용되는 곳에 발화원이 유입되었을 때 일어난다.
- (2) 분무공정에서는 분무된 모든 액체가 제품에 침착되는 건 아니고 과잉분무나 반향(Bounceback)으로 50 % 이상이 손실된다. 손실된 미스트나 증기들은 벽, 바닥, 의복 등에 침착되어도 여전히 연소 가능하므로 점화원의 존재에 따라 심각한 화재가 될 가능성은 충분하다.
- (3) 인화성 증기는 건조공정에서 방출되며 심각한 화재위험으로 존재한다. 락커 공정과 같은 마감공정에서는 건조공정 중에 증발하는 휘발성 용제가 80 % 까지 이를 수도 있다.
- (4) 분무공정과 관련된 사고의 일반적인 원인들은 아래와 같다.
 - (가) 인화성 액체 특성에 대한 인지 부족
 - (나) 담배
 - (다) 분무설비나 이에 근접한 화기작업
 - (라) 비방폭전기 설비
 - (마) 운전 중이거나 세척 중의 누출
 - (바) 손상되거나 불충분하게 관리된 관, 호스 및 다른 이음쇠에서 누설
 - (사) 벽, 바닥 그리고 기타 표면의 과잉 분무된 인화성 침착물

- (아) 오염된 세척용 형조, 의복 등 기타 물질
- (자) 부적절한 설계 및 설비의 설치
- (차) 부적절한 정밀검사(Inspection)와 보수 관리(Maintenance)

5. 분무공정의 위험성평가(Risk assessment)

5.1 위험성평가 5단계 접근법

- (1) 1단계 : 위험의 확인
- (2) 2단계 : 예상되는 위험의 결과와 그 과정의 파악.
- (3) 3단계 : 위험도(Risk)의 평가와 기존 사전대책 점검 및 보완.
- (4) 4단계 : 평가 결과의 기록.
- (5) 5단계 : 평가 결과의 주기적인 검토와 보완

5.2 위험성평가 사전 조사 항목

- (1) 위험물 공급자로부터 제공된 위험물 정보
- (2) 분무 공정의 평가
 - (가) 보다 덜 인화성이거나 비인화성인 액체로 대체 가능 여부
 - (나) 증기가 분무 지역 안에 존재하는지, 그리고 존재하는 경우 적절히 관리되는 지 여부
 - (다) 화재의 확산 방지를 위한 방화구획 설치 여부
 - (라) 분무 지역의 적절한 환기 여부

(마) 발화원의 통제 여부

6. 분무공정의 화재·폭발 예방 대책

6.1 대체(Substitution)

- (1) 대체란 단순히 보다 덜 위험한 물질을 사용하는 것이다. 가능하면 낮은 인화점을 가진 액체의 사용을 피하고, 보다 덜 위험하거나 위험하지 않은 액체로 대체하여야 한다.
- (2) 만약 대체가 효과적이지 않다면 과잉분무나 반향의 양을 줄이는 것을 고려해야 한다. 전형적인 손실의 범위는 사용되는 분무시스템의 형태에 따라 30 %~70 %이다.

6.2 봉쇄(Containment)와 방화구획

- (1) 분무공정에서 발생하는 인화성 증기를 제어하는 방법은 보통 환기가 되는 분무실 또는 밀폐공간을 사용하는 것이다.
 - (가) 작업장에서 증기의 누출 방지
 - (나) 과잉분무에 의한 작업장의 오염 방지
 - (다) 근로자의 건강 보호
 - (라) 화재 확산 방지와 발화원으로부터 격리 준비
 - (마) 그리스(유지)와 먼지에 의한 제품의 오염 방지
- (2) 분무실의 설계는 분무되는 입자에 따른다. 전면개방 벤치형(Open-fronted bench-type) 분무실은 일반적으로 작은 입자를 사용한다. 밀폐공간 안이나 사람이 걸어 다닐 수 있는 분무실에서의 분무작업은 보통 차처럼 큰 물품이다.

- (3) 분무실이나 밀폐공간은 내화시간 30분으로 건설되어야 한다. 만약 분무가 일부분의 밀폐공간이나 작업영역, 분무지역에서 수행되어지면 화재 발생 시 근접한 방으로부터는 구획되어야 한다.

6.3 환기(Ventilation)

(1) 환기의 목적

- (가) 운전원의 위해성 저감
- (나) 인화성이고 위험한 증기를 통제
- (다) 흙 입자, 미스트 포집
- (라) 방출하기 전에 공기로 씻거나 여과

(2) 환기의 조건

- (가) 통상 운전을 하는 동안 분무지역이나 분무실에서의 최대 인화성 물질의 농도는 LFL의 25 %를 넘지 않아야 한다.
- (나) 가스 감지기가 있는 자동 분무실에서는 인화성 물질의 농도는 LFL의 50 %까지도 가능하다.

(3) 공기 속도

- (가) 전면개방(Open-fronted) 분무실 및 밀폐공간의 정면에서 최소 평균 공기 속도는 0.7 m/s로 하는 것이 바람직하다.
- (나) 측방흡입형(Side-draught) 부스나 밀폐공간 안에서 분무기 작업을 한다면 분무기가 서있는 곳에서 최저측정속도는 0.4 m/s이고 최저평균 공기속도가 0.5 m/s보다 적어서는 안 된다.
- (다) 하방흡입형(Down-draught) 부스나 밀폐공간안에서 분무기 작업을 한다면 분무기가 서있는 곳에서 최저측정속도는 0.3 m/s이고 분무될 물품 주위의 점에서 측정하는 공기속도는 평균 0.4 m/s 이상이어야 한다.

- (4) 분무작업이 끝난 후 시스템으로부터 효과적으로 증기를 제거하기 위해 몇 분 정도 팬을 작동하는 것이 좋다. 젖은 품목은 부스 안이나 밀폐공간 안에 남겨두어서는 안되는데 이는 점심시간이나 휴식시간 또는 작업이 끝난 후의 경우와 같이 환기가 멈췄을 때 가연성분위기로 발전하기 때문이다.

6.4 점화원 관리

- (1) 인화성 액체의 분무 작업이 이루어지는 동안은 인화성분위기를 피할 수는 없으므로 점화원의 관리가 필수적이다. 점화원은 다음을 포함한다.

(가) 비방폭 전기 설비

(나) 가열용 전기설비

(다) 흡연

(라) 절단과 용접, 그 외 화기작업

(마) 마찰열 및 스파크

(바) 내연기관(Internal combustion engine)

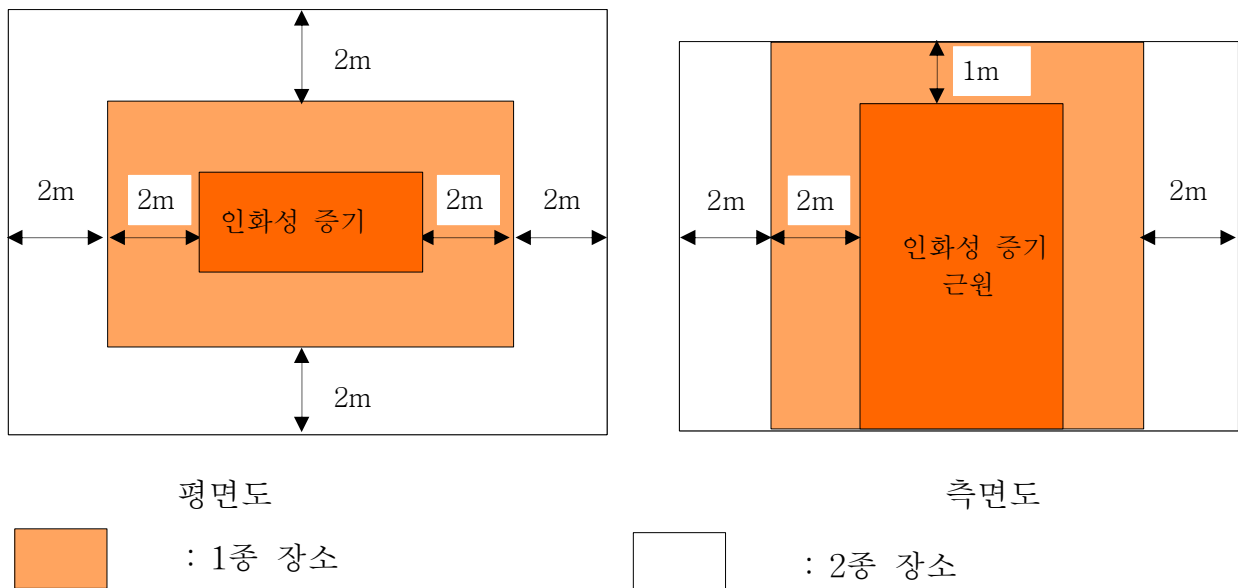
- (2) 점화원은 항상 분무지역에서 제거되어야 한다. 비록 분무가 되지 않고 있더라도 인화성 잔류물, 오염된 물질, 건조나 세척공정에서 화재의 위험은 항상 존재한다.

- (3) 폭발위험장소는 인화성 농도의 증기나 가스가 존재할 수 있는 영역을 식별하는데 사용되는 방법으로 보통 고정 전기설비를 선택하는 데 사용되지만 휴대용 전기설비, 뜨거운 표면과 같은 점화원을 제어하는 데 사용될 수도 있다.

- (4) 폭발위험장소의 분류

(가) 폭발위험장소의 분류는 쉽지 않은데 분무지역에서 폭발위험장소는 분무건이 사용되는 곳, 환기 정도, 분무건의 분사, 분무물질의 인화점과 증기 밀도에 달려 있기 때문이다.

- (나) 정상운전 중의 최고 가연농도가 LFL의 0~25 % 이면 그 영역은 2종장소로 간주한다.
- (다) 정상 운전 중에 LFL의 25 % 이상 이라면 1종장소로 간주한다.
- (라) 많은 경우 정성적인 혹은 상식선의 평가로 충분하다. 예를 들면, 분무건의 범위 내의 어디에나 1종장소로 고려한다던가 또는 분무실을 위한 가장 간단한 접근 방법은 다른 점화원과 모든 전기설비는 제외하고 전체 부스 인테리어는 1종장소로 간주하는 것이다. 부스의 인테리어의 조명은 방폭 조명을 사용하는 것이 적절하며 부스 상단에서 화재 시 30분을 견딜 수 있는 내화유리판넬로 봉인하고 이를 통한 빛이 오버헤드 부속품을 통과하도록 되어있는 조명을 설치한다.
- (마) <그림 1>은 수동 분무를 위한 폭발위험장소 지역설정을 보여준다. 1종장소는 인화성 증기의 근원으로부터 수평으로 2 m 연장하고, 소스 위와 수평으로 2 m 연장된 부분 위로 1 m 수직 연장한 지역으로 간주한다. 1종장소의 주위로 2종장소가 있다. 즉 2종장소는 2 m가 추가로 확장된 영역이다. 1종장소의 위에 2종장소의 영역은 없는데 이는 인화성증기는 보통 공기보다 무거워 다시 아래로 떨어지는 경향이 있기 때문이다.



<그림 1> 폭발위험장소

6.5 정전기 축적(Electrostatic charging) 방지

- (1) 사전대책은 정전기의 방전에 의해 증기가 점화되지 않도록 취해져야 한다. 정전기 생성은 정전기방지용 신발과 의복과 바닥을 사용함으로써 줄일 수 있다.

7. 분무 지역에서의 화재·폭발 예방 대책

7.1 화재·폭발 예방 설비

7.1.1 환기

- (1) 모든 분무지역은 인화성 증기, 분진, 분말을 제거하고 가연성 잔류물을 제한 하기에 적당한 강제 환기장치가 설치되어야 한다.
- (2) 강제 환기장치는 분무작업이 이루어지는 동안은 물론이고 그 후 건조 코팅 된 물체와 건조 최종 물질 잔류물로부터의 증기를 배기할 수 있는 충분한 시간 동안 작동하여야 한다.
- (3) 측방흡입형 부스(Side-draught booths)는 공기의 흐름이 수평인 곳이고, 회전테이블에서 회전하는 중·소 규모 물품의 분무작업에 사용할 수 있다.
 - (가) 이것은 가장 보편적인 흐름의 방향으로 분무추진력(Momentum)의 이점이 있다.
 - (나) 밀폐공간의 크기를 바꾸는 것은 가능하나 과잉분무를 조절하는 것이 더 큰 밀폐공간을 선택하는 것보다 더 쉽다.
- (4) 하방흡입형 부스 (Down-draught booths)와 같은 수직 하강 환기의 형태의 부스는 회전테이블의 사용이 적합하지 않은 사방에서 접근이 필요한 큰 물품의 분무작업에 사용된다.

(가) 이 방식은 물품주위에서 자유롭게 움직일 수 있으나 작업자는 절대 에어 로졸의 하류에 있으면 안 된다.

(나) 공기는 열려진 지붕이나 공기교체시스템을 통해 들어오며 보통 부스 측면의 챔버를 세정하고 바닥을 통해 추출된다.

7.1.2 여과 시스템

(1) 물 세척 분무실(Water wash booths)

(가) 배출 덕트로 들어가는 분진이나 잔류물을 최소한으로 하고 분무 최종 물질을 회수하도록 설계된 물세척 시스템이 설치된 분무실

(나) 전형적인 물커튼 펌프시스템은 부스의 후방으로 편향판(Deflector plate)에 물을 살포하는 방식이다. 과잉분무는 수막에 영향을 주고 수집탱크로 세척되어 떨어진다.

(2) 건조여과분무실(Dry filter booth)

(가) 물 세척 시스템이 갖추어지지 않은 분무실.

(나) 건조필터는 배출 공기로부터 입자를 제거하고 부스의 구석구석에 고르게 흐름을 배부한다. 건조필터는 Steel wire packed panel에 맞는 주름을 잡은 종이 또는 섬유 매트와 교체 가능한 여과기 셀(Cell)과 일회용 자동 공급 롤의 두 가지 형태가 있다.

7.1.3 덕트

(1) 모든 덕트는 내화시간이 적어도 30분 이상이어야 한다.

(2) 덕트는 공기 흐름을 감소되게 하고 잔류물의 증착을 허용하는 경향이 있으므로 실용적으로 짧게 해야 하며 급격한 굴절도 없어야 한다.

(3) 분무공정을 외부 벽 가까이 설치하면 건물의 외부로 배출되는 공기의 방출을 위해 필요한 덕트의 길이를 줄일 수 있다.

- (4) 덕트 내부의 청소와 검사를 위한 접근이 용이해야 한다.
- (5) 댐퍼는 환기시스템의 균형을 위해 필수적이지 않는 한 배출 덕트 크기에 꼭 맞추면 안 된다.
- (6) 팬을 위한 전기모터는 인화성 증기의 통로에 놓아두어서는 안 된다. 비록 내화 제작되었다 할지라도 모터는 분무실이나 덕트 안에 위치해서는 안 된다.
- (7) 상대적으로 많은 부피의 공기를 배출할 경우 분무공정이 있는 방은 신선한 공기가 유입될 수 있도록 적당한 크기의 유입구가 준비되어야 한다.

7.1.4 전기 장치

- (1) 압축기의 모터와 같은 전기장치, 스위치와 정전기 파워 팩은 가능한 부스에서 제외되어야 한다. 부스 안의 전기장치는 폭발위험장소 분류에 따라 1종장소, 2종장소에 사용되도록 설계, 제작되어야 하며, 이들은 인화성 잔류물이 쌓이지 않는 곳에 위치하여야 한다.
- (2) 건조 조건은 코팅의 종류에 따라 달라진다. 실내 온도에서의 건조는 분무실 또는 설계된 건조 플래시-오프(Flash-off) 영역에서 이뤄진다. 인화성 증기가 형성되는 것을 방지할 수 있도록 환기설비를 설치하여야 한다.
- (3) 높은 온도에서의 건조를 위해 사용되는 오븐은 인화성 증기가 형성되는 것을 방지되도록 환기설비를 설치하여야 한다.
- (4) 댐퍼는 적절한 배출유속을 유지하도록 위치를 정하는 것이 중요하다. 증기의 농도가 일정 수준을 넘을 경우 경보음과 응급 환기와 조업중지가 가능하도록 폭발감지기로 감시하여야 한다.
- (5) 일반적으로 안전밸브(Relief valve)는 경보 시스템과 가스 탐지기에 의해 보호되는 콤비 부스(Combi-booth)나 오븐이라 할지라도 장착하여야 하고 유지보수 되어야 한다. 폭발 안전밸브를 차단하거나 고정시키거나 덮어서는 안 되며, 안전한 곳에 벤트를 설치하여야 한다.

- (6) 건조하는 동안 부스나 오븐으로 들어가면 안 된다. 상황에 따라 문을 잠그거나 가열 시스템에 연동장치(Interlock)를 연결하는 것이 필요할 수도 있다. 이는 공급자의 제품설명서를 따른다.

7.2 분무 작업별 화재·폭발 예방 조치

7.2.1 작업실에서의 분무작업

- (1) 항공기나 강철공작물 같은 큰 물품에 분무작업이 진행되는 경우에는 분무실(Spray booth)에서의 분무작업이 비실용적일 수 있는데 이 경우 적절한 건강과 안전상의 예방조치가 취해진 작업실에서 분무를 실행할 수도 있다.
- (2) 분무작업에 사용될 작업실이 건물 안에 있다면 분무실과 빌딩의 나머지부분 사이에 화재를 30분 방화(防火)할 수 있는 방화구획(Fire separation)이 설치되어야 한다.
- (3) 분무지역이 큰 방의 일부라면 분무작업 공간은 내화 커튼으로 나뉘어져 하고, 소방 시설이 갖춰져야 한다.
- (4) 분무작업 전에 모든 점화원은 제거되어야 한다. 비 방폭전기장치는 제거되거나 고립시켜야 하며, 폭발위험장소의 분류에 따라 설치하여야 한다.
- (5) 환기는 LEL의 25 %이하의 농도를 유지하도록 규정되어져 있다. 폭발감지기(Explosimeter)를 사용한 모니터링이 필요하다.
- (6) 용제(Solvent)의 양과 과잉분무의 양을 줄이는 분무시스템의 사용을 권장한다. 환기시스템은 농도가 낮을 때 효과적이며 증기는 어느 곳에서나 축적될 수 있으므로 늘 주의가 요구된다.

7.2.2 대기 중 분무작업

- (1) 분무작업 전에 모든 점화원은 제거되어야 하며, 자연적인 환기가 증기의 분산에 적합한 지 점검해야 한다.

(2) 분무지역이 보호구역 안에 있거나 벽이나 다른 구조물로 둘러 싸여 있다면 강제 환기설비를 설치하여야 한다.

(3) 건물근처의 개방된 곳, 구덩이 근처, 도랑, 지하실 같은 인화성 가스가 축적될 수 있는 곳에서는 분무작업을 수행하여서는 안 된다.

7.2.3 봉쇄된 공간에서의 분무작업

(1) 분무작업은 종종 봉쇄된 방이나 공간, 배의 짐칸, 저장탱크의 내부에서 수행되기도 하는데 환기가 되지 않는 밀폐공간에서 유해한 증기의 농도는 수초 동안의 분무작업이 수 분 동안 인화성 분위기를 형성할 수 있다.

(2) 봉쇄된 공간의 출입 시, 서면으로 된 출입허가증이나 작업허가증이 필요하다.

(3) 봉쇄된 공간에서의 농도가 안전한 수준으로 유지하기 위하여 강제 환기장치를 설치하여야 한다. 가연성 가스의 농도는 LFL의 25 % 를 결코 넘지 않아야 하며 LFL의 10 % 이하를 유지하도록 한다.

(4) 분무작업에서 발생한 증기는 거의 바닥에 축적되므로 제거는 이 수준에서 하는 것이 필수적이다. 출구 점은 다른 빌딩, 작업 공간, 점화원으로 부터 안전한 곳에 위치하여야 한다.

(5) 인화성 증기의 농도가 정해진 수치(LFL 10 %)보다 높게 증가하는 것을 감지하기 위해 가스 감지기 또는 경보장치가 있는 폭발감지기(Explosimeter)를 사용하여야 한다.

(6) 주기적인 측정치의 점검과 지속적인 모니터링을 권장한다.

(7) 분무기의 수가 증가하거나 보다 더 휘발성인 코팅을 한다던가 하는 분무조건의 변화가 있다면 환기 시스템의 재평가가 필요하다.

(8) 폭발감지기(Explosimeter)를 사용하는 사람은 계기의 사용과 결과의 해석에

관한 훈련을 받아야 한다.

- (9) 경보음은 봉쇄된 공간에서도 사람들에게 정확하게 전달될 수 있어야 한다. 경보음을 들은 작업자는 증기의 수준이 안전한 작업환경 수준으로 될 때까지 돌아와서는 안 된다.
- (10) 봉쇄된 공간 안의 점화원은 제거되어야 하고 1종장소의 적합한 규정에 따른 방폭 조명기구를 사용해야 한다. 팬 모터, 압축기, 스위치 또는 경보장치 같은 비방폭장비는 증기의 인화성농도에 폭로되지 않도록 봉쇄된 공간 밖의 안전한 영역에 위치하여야 한다.
- (11) 인화성 분위기의 위험이 추가되지 않더라도 닫힌 공간 안에서 인화성 증기가 축적되면 외부의 화기작업에 의해 점화가 가능하기 때문에 코팅이 건조되는 동안 닫힌 공간에서는 환기를 유지하여야 한다.

8. 원료의 취급 및 저장 시 고려사항

8.1 원료 혼합 시 고려사항

- (1) 분무 코팅제들은 여러 가지 혼합물로 이뤄지는 데 원료혼합전용지역은 환기가 잘 되는 내화성의, 방화구획이 된 곳에 위치하여야 한다. 적합한 전기기구 외의 점화원은 제외되어야 한다.
- (2) 혼합 전용 시스템은 특별히 페인트의 혼합이 가능하므로 취급, 저장과 유출의 위험을 감소시킨다.

8.2 저장

- (1) 작업실에 있는 인화성 액체의 양은 작업장에서 요구되는 최소량이어야 하고 보통 하루나 일교대의 공급량을 초과해서는 안 된다.
- (2) 사용하지 않는 컨테이너는 캐비닛 안에 안전하게 보관하거나 유출이 방지되는 뚜껑이 달린 통에 보관되어야 한다.
- (3) 많은 양을 저장할 경우 분리된 방호 저장소에 두어야 한다.
- (4) 위험한 물질을 저장하는 경우, 적합한 경고 표시가 되어있는 지 확인하여야 한다.
- (5) 각각의 컨테이너에는 함유된 물질과 인화성 정도를 명확하게 표시하여야 한다.
- (6) 분무 용기(Container)
 - (가) 분무 노즐을 공급하는 용기는 밀폐식이거나 밀봉상태를 유지하는 금속 덮개가 설치되어야 한다. 바닥에 놓이지 않은 용기는 금속지지물 위에 위치하거나 철사 케이블로 고정되어 있어야 한다.
 - (나) 중력흐름에 의해서 분무노즐을 공급하는 용기는 용량이 38 ℓ (10 gallon) 을 초과해서는 안 된다. 원래의 수송 용기는 분무 노즐의 공급을 위해 대기압의 영향을 받아서는 안 된다. 대기압하의 분무 노즐 공급 용기는 용량이 제한되어야 하고, 일일 작업 필요량을 초과해서는 안 된다.

8.3 배관과 호스

- (1) 호스나 유연한 연결부가 붙어있는 모든 용기나 배관은 연결부에 차단밸브가 설치되어야 한다. 차단밸브는 분무작업이 수행되지 않는 동안에는 닫혀 있어야 한다.
- (2) 펌프가 생산물을 이송하기 위해서 사용될 때는 압력이 부품, 배관, 호스의 설계 압력을 초과하는 것을 방지하기 위한 자동장치가 설치되어야 한다.

- (3) 모든 압력 호스와 연결 장치는 용도에 적합한 규칙적인 검사를 해야 한다. 호스와 연결 장치는 확장된 호스와 “최대 운전 압력”으로 시험되어야 한다. 재질의 변질, 누출의 징후, 뼈대나 연결부의 약화를 보이는 호스는 작업으로부터 제외되고 보수 또는 폐기되어야 한다.
- (4) 인화성 및 가연성 액체를 이송하는 배관 시스템은 열이나 물리적 손상에 대해 저항 특성을 가진 금속이거나 다른 물질이어야 한다. 배관시스템은 적절히 결합되거나 접지되어야 한다.

8.4 흡연

- (1) 인화성액체가 사용되는 곳에서 담배를 피우는 것은 금지되어야 한다.
- (2) “금연” 표지는 모든 분무지역과 페인트 저장지역에 잘 보이도록 게시하여야 한다.

8.5 잔류물의 제거 및 처리방안

- (1) 잔류물로 오염된 잔류 쓰레기와 부스러기는 즉시 그 지역에서 제거되고 처리되어야 한다. 결레와 쓰레기가 버려지는 곳에는 승인된 금속 쓰레기통이 설치되어야 한다. 쓰레기통은 적어도 하루에 한번 또는 일 교대에 한번은 처리되어야 한다.
- (2) 인화성 침전물은 화재 위험이 있으므로 인화성 침전물이 축적되는 모든 장소는 보통 일주일에 한번, 필요하다면 그보다 자주 정기적으로 세척하여야 한다.
- (3) 세척하는 동안 발생하는 스파크를 방지하기 위해서 니트로셀룰로즈 잔류물은 철이나 강철로 된 것보다는 플라스틱이나 나무, 인청동으로 만든 스크래퍼로 제거하여야 한다.
- (4) 분무실 안의 잔류물을 보다 쉽게 제거하는 방법은 표면을 잔류물과 함께 쉽게 벗겨낼 수 있는 전용 생성물로 코팅하는 것이다. 이런 코팅은 붓질을 하

거나 분무할 수 있는 액체나 시트 물질로 깨끗한 표면에 적용해야 한다.

- (5) 분무실 또는 분무지역에 다른 액체가 분무작업에 사용된다면 배합 금기의 물질이 아닌지 주의해야 한다. 다른 물질로 교체하기 전에는 건조필터의 교체와 덕트와 부스의 청소가 필요하다. 배합이 금기된 조합의 예를 보면

(가) 니트로셀룰로즈가 함유된 락커 침전물과 바니쉬같은 마감재, 유성착색제, 공기건조 에나멜, 건조 오일을 함유한 프리머(애벌칠 재료)

(나) 유기 마감재와 산화제

- (6) 형질 조각이나 결레가 아마인유(Linseed oil)와 같은 건조오일을 함유한 페인트의 잔류물로 오염되어 있다면 자연발화가 일어날 수 있다.

- (7) 제작자의 조언에 따라서 모든 잔류물은 안전하게 처리해야 한다.

8.6 세척 장치

- (1) 장치의 세척을 위해 인화성액체를 사용할 때는 특별히 취급설명서의 방법에 따라 안전한 행굼, 담금, 벤치 캔을 사용하여 처리해야 한다.

- (2) 높은 인화점을 가진 액체나 비인화성인 액체를 사용하는 것이 우선이며, 세척 작업은 충분히 환기가 이뤄지는 영역이나 캐비닛 안에서 수행하여야 한다.

- (3) 세척작업에 필요한 용제의 양을 줄이기 위하여 남은 페인트는 세척작업을 시작하기 전에 분리된 컨테이너에 담아야 한다.

- (4) 인화성 세척 용제는 가능한 적은 유량의 펌프나, 완만한 비(非)제트 흐름을 생성하는 펌프를 사용하는 것이 좋다. 이것은 정전기적 스파크의 생성을 방지하기 때문이다.

- (5) 인화성 세정제 컨테이너는 작업실로부터 제거하고, 안전하게 처리하여야 한다.

- (6) 유용한 전용 분무건의 세척 시스템은 완전히 봉쇄된, 세척에 필요한 용제의 양을 최적화하는 시스템으로 작업장에서 발생하는 증기를 줄여 건강과 안전 환경적 이익을 가져온다.

8.7 방호복(Protective clothing)

- (1) 의류는 분무공정으로부터 반향과 과잉분무에 의해 스며들거나 오염되기 시작한다. 이것은 화재 위험의 시작일 수 있다. 분무작업동안 입었던 의류는 담배를 피기 전에, 점화원이 존재하고 있는 장소로 이동하기 전에 벗어야 한다.
- (2) 비록 건조된 것처럼 보이더라도 오염된 의복은 즉시 바꿔 입어야 한다. 인화성 증기는 오랜 시간 잔류하며 쉽게 점화되기 때문이다.

9. 점검과 유지보수

- (1) 분무실과 분무 지역을 포함하는 플랜트나 장치는 정기적으로 유지 보수하고 점검하여야 한다. 전형적인 유지보수 일정표는 다음을 포함한다.
- (가) 공기 유량 또는 공기압차동스위치(Air pressure differential switch)가 정상적으로 작동중인지, 안전한 환기속도가 유지되는 지 여부
 - (나) 공기 흡입이 차단되는 않는 지, 벤트의 출구가 바르게 위치하는 지 그리고 보수가 잘 되어있는 지 여부
 - (다) 분무건과 환기 배출과의 연동장치의 유지 여부
 - (라) 필터 교체 여부
 - (마) 잔류물 제거 여부
 - (바) 손상된 분무실 패널이 내화성을 유지할 수 있도록 고쳐졌는지 여부
 - (사) 구조 장비 및 대피 경로 점검

- (2) 모든 공학적 제어는 배출 환기를 위해서 정기적으로 시험과 검사를 받아야 한다. 분무실과 오븐은 누출을 위해 매 14개월마다 정기적으로 검사하여야 하며 전문가(보험회사 엔지니어링 감독자나 제작자의 담당자)로부터 검사를 받아야 한다.
- (3) 호흡기를 보호하는 장비는 주의하여 유지 보수하여야 한다. 장비시험의 기록을 보관하여야 한다.
- (4) 건조필터는 정기적으로 교체하여야 한다. 필터 위에 분무에 의해 쌓인 축적물 때문에 분무자의 근처에서의 공기 속도가 종종 부스 안에서 최저로 되기 때문이다.
- (5) 부스는 물질이나 장비의 보관을 위해 사용되어서는 안 된다. 드럼과 같은 큰 물품은 화재 위험을 증가시키는 것 이외에도 공기 흐름의 양상을 방해하여 오염된 공기의 재순환을 불러오기 때문이다.
- (6) 분무실에서 야기되는 사고의 주요원인은 용접, 커팅, 그라인딩 등과 같은 화기작업이므로 분무실이나 분무실 근처의 화기작업은 운전 중이든 아니든 수행되어서는 안 된다.

10. 교육 및 훈련

- (1) 분무도장 공정과 관련된 모든 작업근로자는 사용되거나 저장된 인화성 액체의 위험성과 작업장에서의 열과 점화원 제거의 필요성에 대해 알아야 한다.
- (2) 분무작업 근로자는 분무작업의 정상운전과 비상절차에 대해 구체적인 훈련을 받아야 한다. 보통 정기적인 훈련이 필요한데 훈련은 다음을 포함하여야 한다.
 - (가) 사용되는 인화성 액체의 종류, 그들의 성질과 위험성
 - (나) 장치의 운전과 액체의 안전한 취급을 위한 일반적인 절차

- (다) 방호복의 사용
 - (라) 유지 관리
 - (마) 누출을 포함한 사고와 고장의 기록
 - (바) 경보음의 울림을 포함한 비상절차와 소방 설비의 사용
- (3) 인화성이거나 유해한 물질의 사용에 관한 내용을 포함하는 서류로 된 절차서가 있어야 하며 이는 훈련의 기본으로 사용되어야 할 것이다.
- (4) 안전 담당자는 건강과 안전 정보, 훈련과 필요하다고 고려되어지는 훈련에 관하여 초기단계에서 상담하여야 한다.

11. 화재 사전대책 및 비상절차

- (1) 화재 가능성은 늘 남아있으므로 화재와 같은 응급상황과 사건에 적합한 행동을 포함하여 비상사태를 위한 대응책을 가지는 것이 중요하다.
- (2) 화재 사전대책 및 비상절차는 다음의 사항을 포함하여야 한다.
- (가) 대피 경로
 - (나) 소화기
 - (다) 화재를 알리는 경고 시스템
 - (라) 위의 모든 것들이 유용하고 유지 보수되고 있으며, 이들의 사용을 위한 적합한 훈련이 있는 관리절차서

11.2 대피 방법

- (1) 작업장이나 분무실에서의 화재는 극단적으로 빠르게 전파되므로 적합한 대피방법이 있어야 한다.

- (2) 작업자는 출구로부터 6 m 이상 떨어져서는 절대 안 된다. 만약 부스가 작업장 안에 위치하거나 작업장이 분무 영역이라면 작업장으로부터 대피하는 적합한 방법이 있어야 한다.
- (3) 적어도 작업장의 출구 중 하나는 외부와 직접 통하거나, 외부로 나가는 직접 출구가 있는 건물의 일부이어야 한다.
- (4) 분무지역이나 작업장으로부터 나오는 비상 시 또는 정상운전 시 사용되는 모든 출구는 외부로 연결되어 있어야 한다.
- (5) 적합한 휴대용 소화 장비는 모든 분무지역에 준비되어야 한다. 9 kg 분말 또는 9 L 폼 소화기가 권장된다.
- (6) 방화용 모포를 제공하여야 한다. 방화용 모포는 화재 속에 있는 사람의 불타는 의복을 감싸서 소화하는데 사용될 수도 있다.
- (7) 큰 분무 영역 또는 둘러싸인 큰 분무실은 자동으로 작동하거나 수동 패닉버튼 시스템으로 운전되는 고정된 스프링클러시스템을 고려할 필요가 있다.
- (8) 자동 화재경보 시스템과 환기설비와의 인터락은 자동분무실에 특별히 권고할 만하다.

11.3 비상절차

화재 또는 유출 처리에 대한 절차는 다음을 포함하여 작성되어야 한다.

- (가) 경보(알람) 울리기
- (나) 소방대 호출
- (다) 안전을 확보한 상태에서의 화재 저지
- (라) 구내(지역 내) 안전 대피