

KOSHA GUIDE

M - 175 - 2014

고온 염색기 사용 시 안전에 관한
기술지침

2014. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 인제대학교 보건안전공학과 김태구 교수

○ 제·개정 경과

- 2014년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(제정)

○ 관련 규격 및 자료

- HSE, High temperature textile dyeing machines

○ 관련 법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제261조 (안전밸브 등의 설치)

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2014년 11월 27일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

고온 염색기 사용 시 안전에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 염색공장에서 사용되는 고온 염색기 사용 시 기술적인 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 고온 염색기를 사용하는 작업에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “고온 염색기”란 합성 섬유 등을 1~5 atm의 압력하 100℃ 이상에서 염색하는 기계를 말한다.

(나) “파열판(Bursting disc)”이란 밀폐된 압력용기, 관 등을 이상 압력 시에 파열로부터 방호하기 위해 설치하는 원판형 또는 돔(Dome)형의 얇은 금속판을 말한다.

(다) “벤트(Vent)”란 증발기의 가열실에서 수증기 쪽에 경막 전열 계수의 저하를 방지하기 위해 비응축성 가스를 배출하는 배관을 말한다.

(라) “테스트 콕(Test-cock)”이란 유리 수면계 대신에 보일러 내의 수위를 확인하기 위해 보일러 수주관에 최고, 표준, 최저의 각 수위 위치에 부착하여, 상부의 코크는 증기부에, 하부 코크는 수부에 연결되어 각 코크를 여는데 따라서 수면을 추정할 수 있는 장치를 말한다.

(마) “바이패싱(Bypassing)”이란 측관(側管), 주된 유로(流路)에서 갈라져서 주된 유로와 병행하다가 다시 주된 유로로 연결되는 분기 유로를 말한다.

(바) “실(Seal)”이란 기계부분의 접합면 또는 미끄럼면 등에서 유체나 기체의 누설 또는 외부로부터의 이물질의 침입을 방지하는 부품을 말한다.

(사) “건전성(Integrity)”이란 기계의 구조나 부품 등이 안전성 여부를 평가하는 데 사용하는 용어를 말한다.

(2) 그 밖의 용어의 정의는 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 염색기의 유해·위험요인

염색기와 관련된 대부분의 사고는 폭발 또는 화상에 의한 것이다.

(1) 압력용기 또는 덮개와 같은 부속품들이 압력을 받고 있는 동안 기계적 결합이나 덮개가 제대로 닫히지 않는 것 등으로 인해 사고가 발생할 수 있다.

(2) 과산화수소 표백 작업 중 과산화수소 분해에 의한 산소의 급속한 방출로 안전밸브의 용량을 초과해 용기가 폭발할 수 있다.

(3) 작업자가 증기, 끓는 용액, 뜨거운 물에 의해 사고를 당할 수 있다.

(가) 염색액의 온도가 100°C이상이고 뚜껑이나 샘플 챔버(Sample chamber)가 열려 있어 용액이 증기 속으로 폭발하듯 갑자기 떠오르면서 용기로부터 분출될 수 있다.

(나) 도어가 열려있고 뜨거운 용액이 흘러나올 때, 예를 들어 수평용기로 완전히 배출되지 않았거나 수직용기가 커버플랜지 레벨(Cover-flange level) 이상으로 채워졌을 때 뜨거운 용액이 분출될 수 있다.

- (다) 염색기의 한 부분이 일상적인 블로우 다운(Blow-down)이나 배출라인을 통해 옆에 있는 기계로부터 우연히 가압되는 경우 증기나 용액 등이 분출될 수 있다.

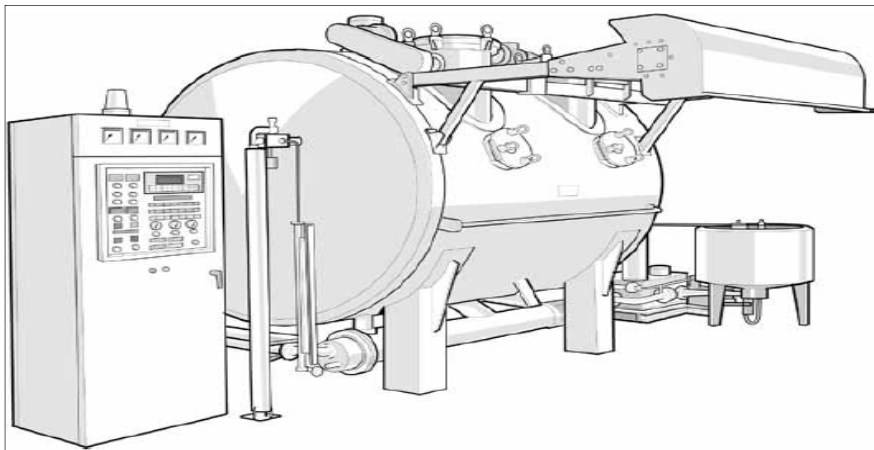
5. 염색기의 방호조치

5.1 용기

- (1) 용기는 적합한 재료로 구성되고 위험 예방을 위한 검사가 이루어질 수 있는 용기여야 한다.
- (2) 안전작업압력과 이에 맞는 온도가 표시된 올바른 압력 게이지가 있으며, 적합한 안전장치(압력방출밸브 또는 파열판)는 적정 용량과 용기가 초과 가압되는 것을 방지하도록 설치해야 한다.
- (3) 공급배관은 적합한 감압배관과 연결되어 있어야 하고, 용기의 안전작업압력보다 높은 압력의 증기나 공기가 외부로부터 공급되어 안전작업압력이 초과될 때 이를 막을 수 있는 안전장치가 있어야 한다.

5.2 다체결 볼트형 도어(Multi-bolted doors)

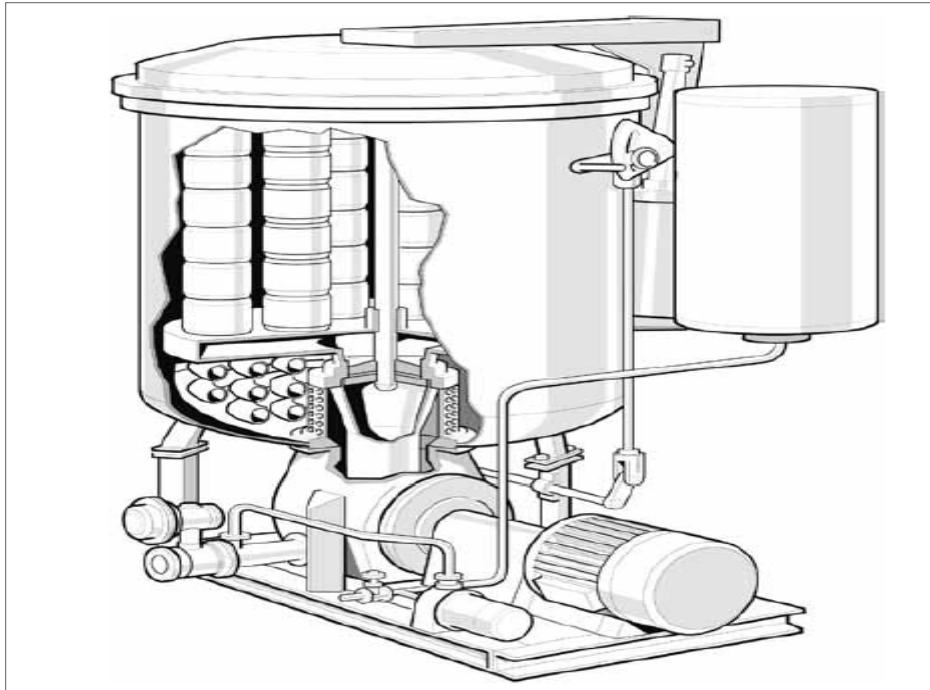
잔여 압력을 안전하게 제거하기 위해 도어는 실(Seal)을 부수거나 도어가 3 mm 이상 열리지 않도록 하는 장치를 갖추고 있어야 한다.



<그림 1> 다체결 볼트형 도어를 설치한 염색기

5.3 급속개방형 도어(Quick-opening doors)

급속개방형 도어의 압력용기 도어는 다음의 장치들을 갖추어야 한다.



<그림 2> 급속 개방형 도어를 설치한 염색기

- (1) 도어가 완전히 닫히고 잠기기 전까지 용기에 압력을 가하기 위해 도어의 밸브가 열려있는 것을 방지하기 위해 도어 잠금 장치와 반드시 인터록 되어야 한다.
 - (가) 증기에 의해 압력이 증가하면, 도어가 완전히 닫히고 잠길 때까지 열림을 방지할 수 있는 인터록 장치가 있어야 한다. 또한, 인터록 장치는 도어가 열리기 전에 고열을 제거할 수 있어야 한다.
 - (나) 외부펌프를 통해 용기에 압력이 가해졌다면 도어가 완전히 닫히고 잠길 때까지 가해진 압력으로부터 펌프를 보호할 수 있는 인터록 장치가 반드시 있어야 한다.
- (2) 도어 잠금 메커니즘과 주요 벤트사이의 인터록 장치는 도어가 열리기 전에

벤트가 열리도록 되어 있으나, 도어가 한번 완전히 개방된 상태에서는 벤트가 닫혀있어도 된다. 비가압 또는 저온 염색은 용기의 도어가 열려야만 실행이 되지만 고온 염색 기계는 도어가 부분적으로 닫혔을 때는 작동이 불가능하다.

- (3) 주요 벤트가 용기 도어 쪽에서 작업하고 있는 사람에게 완전히 보이지 않는다면 테스트 콕(Test-cock)이 필요하며, 용기 도어 아래에 설치되어야 한다.
- (4) 테스트 콕은 용기가 압력이 가해지고 있는지 또는 일정 온도 이상의 뜨거운 액체가 있는지를 알 수 있도록 읽을 수 있거나 들을 수 있는 장치가 되어 있어야 한다. 테스트 콕의 지름은 막히는 것을 피할 수 있을 만큼 충분히 커야 하는데 일반적으로 12 mm 이상이 적합하다.
- (5) 도어가 열리면 잠금장치는 자동으로 해제되는데 이는 도어가 열릴 때까지 해제되지 않을 수도 있다. 그렇지 않으면 도어의 작동에 대해 효과적이도록 고안된 유압식 또는 공기식 댐퍼 또는 램이 사용될 수 있다.
- (6) 온도감지 인터록은 용기 내 액체의 온도가 80°C를 넘으면 도어가 열리는 것을 막아준다. 온도감지 인터록은 온도감지 장치가 제자리에 위치해 있을 때 일반적으로 시스템 내 가장 높은 온도를 감지한다. 인터록이 제자리에 없아 해도 온도가 80°C를 넘지 않게 하는 안전장치(Fail-safe)가 있어야 한다.
- (7) 도어를 개방하기 전에 반드시 내부온도를 확인하고 40°C 이하가 아니면 도어를 개방하지 않는다.

5.4 인터록(Interlocks)

- (1) 기계식, 전기식, 펌프식, 유압식으로 작동되는 모든 인터록 시스템은 작동할 때 이중 안전장치가 되어 있어야 한다.
- (2) 안전장치가 전기 시스템으로 이루어졌고 또한 다른 백업 안전장치가 없을 때, 안전성은 반대편에서 작동되도록 고안된 2개의 리미트 스위치(Limit switches)로 향상될 수 있으며, 전기식 인터록 장치의 경우 안전의 목적으로 사용될 때는 회로가 다른 시스템과 완전히 별도로 구성되어야 한다.

5.5 샘플링 장치

- (1) 샘플링에는 여러 가지 다양한 방법이 있지만 어떠한 샘플 채취 장치라도 샘플링 통(Pot) 또는 샘플링 장치를 열기 전에 샘플 제거를 위해 감압되었다는 것을 확인하는 인터록 장치가 되어 있어야만 한다.
- (2) 인터록 장치는 회전 도중에 메인 뚜껑을 여는 경우 작동을 멈추게 하고, 샘플링 전에 용기 안의 압력이 안전하고 액체가 차가워졌는지 확인할 수 있어야 한다.

5.6 설치 및 수정

- (1) 절단 또는 용접처럼 고온이 발생하는 작업은 기계적 건전성(Integrity)에 영향을 줄 수도 있는데, 이런 작업은 관리감독자의 동의 없이는 절대로 수행하지 않아야 한다.
- (2) 기계들이 공동의 배수관 또는 감압관을 통해 서로 연결되었을 때는, 역류방지밸브와 단독밸브를 각각의 관로에 설치하는 것이 좋다.
- (3) 관리감독자는 용기의 건전성(Integrity) 또는 안전장치 작동에 영향을 줄 수 있는 수리 작업 전에는 반드시 제조업체의 상담을 받아야 한다.

5.7 공급자가 제공한 정보

- (1) 공급자는 사용자로 하여금 장치를 안전하게 작동할 수 있도록 최대 허용 작업압력과 온도 등에 관한 정보를 충분히 제공해야 한다.
- (2) 공급자는 사용자가 서면 계획서를 준비할 수 있도록 공장의 설계, 구성, 검사, 운영, 그리고 정비에 관한 정보를 충분히 제공해야 한다.
- (3) 제조자는 장치의 작동원리, 기대 수명 및 검사를 위한 자료를 제공하여야 한다.

6. 작업 전 주의사항

- (1) 숙련된 작업자를 포함하여 모든 작업자들은 적합한 교육과 감독을 받아야 한다.
- (2) 작업자는 제조자의 운전매뉴얼을 참고하여 이를 엄격히 준수하여야 한다.
- (3) 작업자는 반드시 뚜껑 또는 도어를 열기 전에 열기가 완전히 배출되었는지 확인해야하고, 바이패싱 안전장치와 도어 개방 메커니즘의 핸들을 사용할 때의 위험을 반드시 알고 있어야 한다.
- (4) 작업자는 다양한 제어관련 작동법과 기능 그리고 유닛(Unit)에 적용되는 안전수칙을 숙지하여야하고 기능이 불량하거나 고장 난 부품이 있다면 즉시 보고하여야 한다. 그리고 관리자는 보고된 고장 사항을 지속적으로 기록하여야 한다.
- (5) 염색기에서 형클어진 직물을 풀려고 하는 경우, 온도감지 장치에 측정되는 것 이상의 높은 온도에서 염료포켓이 해체될 때, 증기가 갑자기 떠오를 수 있다. 따라서 올바른 절차를 따르는 것이 매우 중요하며, 이러한 절차를 수행 중에는 안면 보호대(Face shields)와 작업에 맞는 개인 보호구를 착용하여야 한다.

7. 유지·보수 시 주의사항

7.1 도어

- (1) 예방점검계획을 통해 안전장치 또는 다양한 제어시스템이 제대로 작동되는지, 도어 메커니즘에 결함 또는 손실된 부품이 없는지 확인하여야 한다. 리미트 스위치(Limit switch)는 도어 개방용 인터록에 사용되는데, 정기적인 유지·보수를 하는 동안 전기 회로 점검과 함께 스위치의 기계적 작동에 대한 주기적 점검도 중요하다.

- (2) 리미트 스위치 부속품의 손상, 롤러와 캠의 마모, 잘못된 위치에 의해 도어가 파손된 후 스위치가 열림 상태로 접촉되어 사고가 발생할 수 있다. 어떠한 결함이라 할지라도 이는 관리자에게 보고되어야 하고, 용기를 재사용하기 전에 조치되어야 한다.
- (3) 도어잠금장치의 베어링은 정기적으로 점검하여야 한다. 용기 또는 도어작동 메커니즘에 결함이 의심된다면 그 용기는 사용하지 말고, 유자격자가 용기의 안전성이 허용가능한 수준인지 아닌지를 즉각적으로 결정할 수 있도록 조사하여야 한다.
- (4) 도어잠금 메커니즘이 2 단계로 해제되도록 고안되었을 때, 커버와 시일(Seal) 사이의 공간이 충분히 넓어서 압력평형(일반적으로 최소 3 mm)을 이루는 것이 매우 중요하다. 2 단계의 도어잠금 메커니즘은 절대로 1 단계로 열리는 것으로 개조되어서는 안 된다.
- (5) 매 회마다 염색 과정 전에, 도어잠금 메커니즘이 열리고 닫히는 위치에서 잠금장치가 완전히 전체 둘레에 걸쳐 있고, 이것이 평평하게 연결되어 있는지, 도어가 제 시간에 정확히 닫히는지 확인하는 것이 좋다.
- (6) 용기를 장착하기 전이나 후에는, 모든 먼지와 이물질 등이 도어 잠금 부분에서 반드시 제거되어야 하고, 결합부분이 잘 연결되어 있는지 확인한다.
- (7) 도어 안전장치는 억지로 밀어서는 절대 안 되며, 잠기는데 있어서 어떤 저항이 있다면 이는 즉시 조사하고 염색기 사용 전에 조치되어야 한다. 기계가 작동하고 있는 동안에는 도어의 잠금 고리를 결합하지 않도록 주의하여야 하는데, 그렇지 않으면 그 부분이 마찰점이 되어 높은 응력을 유발할 수 있다.

7.2 배출 및 감압 장치

- (1) 배출장치는 덮개가 열리기 전에 개방하도록 설계되는 것이 중요하다. 방출구(Discharge)는 작업자의 시야 내에 있어야 하며 안전한 장소로 배출되어야 한다.
- (2) 유지보수 시에는 안전밸브가 정위치에 있고 주어진 압력에서 작동하는지 확

인하여야 한다. 험거운 섬유를 염색할 때는 섬유들이 릴리프밸브나 이와 연결된 배관에 축적될 수 있어 효과적인 배출을 방해할 수 있으므로, 작업자는 그 부분에 대한 점검을 하여야 한다.

- (3) 작업자는 안전밸브가 청결하게 유지될 수 있게 정기적으로 점검하여야 하며, 안전밸브의 장착과 점검 사항은 검사계획서에 포함해야 한다. 또한 압력 게이지를 정기적으로 점검하는 것도 중요하다.

7.3 일상적인 배수 및 배출관

- (1) 배출 피트(Pit) 또는 머플러 시스템이 작동되면, 배수시스템이 노후되거나 슬러지(Sludge) 때문에 막히지 않는지 확인할 수 있도록 주기적으로 점검을 받아야 한다.
- (2) 인접한 기계에서 피트(Pit)로 배출될 때, 작업자들이 정상적인 염색 공정에서 배출되거나 기계들이 드레인 밸브가 의도치 않게 열리는 경우 사고를 당할 수 있다. 작업을 위한 안전한 시스템을 갖추기 위해서는 작동되고 있는 기계들이 서로 독립적으로 떨어져 있어야 한다.

8. 검사 시 주의사항

- (1) 검사계획서는 위험을 예방하는데 필수적인 검사의 특징과 주기를 명시해야 하고, 부식, 마모, 피로와 같은 기계적 과손을 고려해야 한다. 이전 검사에서 발견된 문제점과 작동하는 상황에서 발견된 문제점에 대해 조치한 사항을 반영할 수 있도록 하고 장기간에 걸쳐 검토 하여야 한다.
- (2) 사용자는 이전 검사보고서와 검사자가 적합한지 아닌지를 판단할 수 있게 관련 서류에 관한 기록을 보관하여야 하며, 이들 기록에는 모든 유지·보수와 조치된 사항이 기록되어야 한다. 기록은 책임자에 의한 출입자들의 서명과 함께 각각의 개별 염색기별로 보관되어야 한다.
- (3) 도어 인터록의 정확한 작동이 위험을 예방하는 데 중요한 역할을 하는 것처럼 도어 인터록의 안전성은 반드시 정기적으로 검사해야 하며, 회사 내부에

전문가가 없을 경우에는 반드시 유자격자나 제조사에 상담을 받아야 한다.

- (4) 검사 동안 발견된 문제점은 책임자에게 보고되어야 하고 염색기가 재사용되기 전에 이 문제들은 반드시 조치되어야 한다.

9. 과산화수소 사용 시 주의사항

9.1 과산화수소의 취급 안전일반

(1) 성질

무색, 무취의 액체로 수용액에서의 상업적으로 추출하며, 직물, 음식, 머리카락, 종이의 표백제로 사용하거나 화학물질, 플라스틱, 의약품, 사진, 전기도금, 폐수처리에 사용한다.

(2) 폭로 시의 영향 (독성, 부식성)

흡입 시 호흡기를 자극하여 브론치염, 폐수종을 유발하며, 눈 접촉 시 농축증기 또는 미스트가 발진, 염증, 수포를 일으키고 상해 또는 실명을 초래하거나 농축액 비산으로 각막 손상을 입을 수 있다. 피부에 접촉된 경우에는 발진을 일으킬 수 있으며, 섭취 했을 경우 목과 위에 통증을 유발하며 삼키면 많은 양의 산소 발생과 함께 가스의 압력으로 중상이 초래될 수 있다.

(3) 위험성

과산화수소는 종종 섬유가공처리에서 표백제로 사용되는데, 표백을 하는 동안 화학적 반응이 통제되지 않는다면 과산화수소의 분해에 의해 반응의 속도와 산소의 불륨이 방출장치의 용량을 넘어설 수 있어 사고를 일으킬 수 있다.

(4) 개인 보호구 착용

허용농도를 초과하면 적절한 보호구를 착용하여야 하며 네오프렌, 바이톤(Viton), 부틸고무, 천연고무가 포함된 재료로 내화학적성 장갑이나 앞치마를 착용하며 내화

확성 보안경이나 전면형 보안면을 착용하여야 된다.

(5) 저장 및 취급

물 공급 설비가 있는 냉소, 환기가 잘되는 곳에 보관하며, 방출구가 있는 용기에 저장한다. 똑바로 세워서 관리하며 비치환성 물질과 격리시키고, 과산화수소와 접촉된 모든 물질은 완전히 세척하여 저장한다.

(6) 응급처치

(가) 흡입 시

- ① 발생원 제거 또는 환자를 신선한 공기가 있는 곳으로 옮김
- ② 호흡이 곤란 시 의사의 처방 하에 훈련 받은 자가 산소를 공급

(나) 눈 접촉 시

- ① 접촉 부위를 온수로 세척하고 흐르는 물에 20분 동안 눈을 뜨고 세안

(다) 피부 접촉 시

- ① 접촉 부위가 확산되지 않도록 흐르는 물에 옷, 신발, 벨트를 세척하고, 흐르는 온수로 20분 동안 접촉부위를 세척

(라) 섭취 시

- ① 의식불명, 경련을 일으키면 아무것도 주지 말 것
- ② 물로 입안을 완전히 헹궈낼 것
- ③ 250 ml의 물을 먹일 것
- ④ 토하개는 하지 말 것

9.2 작업 전 주요 안전 확인사항

- (1) 고농도에서의 평가가 필요하다면, 과산화수소수와 감압장치의 용량이 안정화 되도록 하고 작업을 실시해야 하며, 사용자는 과산화수소수 제공자가 제공하는 권고사항을 반드시 찾아보도록 권고되고 있다.
- (2) 방출장치는 반드시 예측가능한 과산화수소수 최대농도에 맞춰 적합한 사이즈의 토출용량을 가져야만 하며, 설계압력은 10%이상 넘을 수 없다는 것을 확인하여야한다. 방출장치는 안전한 장소로 배출되고 2상 흐름 상태(Two phase flow conditions)에 맞는 사이즈여야 한다.

9.3 작업 시 주의 사항

- (1) 사용자는 표백을 할 때 투여액의 최대 농도를 초과하지 않는 조건들과 이와 관련된 다양한 방안들을 확인하고 작업을 실행하는 것이 바람직하다.
- (2) 과산화수소 표백액은 용기에 담기 전에 항상 희석해야 하며, 표백액 온도가 45°C를 넘으면 표백액이 압력용기에 옮겨지지 못하도록 반드시 조치하여야 한다.
- (3) 과산화수소 농도를 맞추는 안전한 방법으로 염색기 첨가제 탱크 전에 용적 탱크(Volumetric tank)를 설치하는 것이 있는데, 이 용적 탱크는 배수구관에 맞아야 하고 과산화수소의 최대 안전치 볼륨에도 맞는 사이즈여야만 한다.
- (4) 용기가 첨가제 탱크와 연결된 배관이 열리기 전에, 첨가제 탱크에 붙어있는 배관은 그 이상의 과산화수소 플로어를 방지하기 위해 분리되어야 한다.
- (5) 작업자는 반드시 과산화수소 표백 작업과 관련된 위험을 인지하고, 안전작업 절차에 의해 작업을 진행하도록 교육 및 훈련을 받아야 한다.

9.4 유지·보수

과산화수소로 표백 작업을 수행 시에는 감압시스템이 완전한 기능을 유지하는지

주기적으로 확인하여야 한다.

9.5 철저한 검사

검사보고서는 용기의 사용 목적, 용기의 적합성, 그리고 과산화수소 사용과 관련된 안전장치 등이 포함되어야 하며, 검사보고서에는 용기의 사용과 그 목적에 맞도록 사용되는지 여부에 대한 내용을 포함하여야 한다.