

산소 시스템 안전

산소 시스템을 설계하고 이용하는 책임은 사용자에게 있으며, 산소의 안전한 사용을 위해 반드시 자격을 갖춘 전문가의 도움을 받아야 합니다.

범위

본 기술 보고서에서는 산소의 안전한 취급에 필요한 몇 가지 유의사항을 간략히 소개합니다. 뒷 장에 나열된 많은 참조 문서에 이러한 정보들이 나와 있으며 고객에게 서비스로 제공됩니다. 당사는 산소에 관한 전문업체가 아니므로 산소 시스템에 대한 엔지니어링 컨설팅은 하지 않습니다.

위험성

산소는 연소를 촉진시키기 때문에 화재를 일으킬 위험이 있습니다. 21%의 산소만 포함된 공기 중에서 화재가 발생해도 매우 심각한 결과가 초래된다는 것은 우리 모두가 잘 알고 있는 사실입니다. 산소 농도가 21%를 초과해 증가되면, 화재 위험이 더욱 커집니다. 대기 중에서 연소되지 않는 많은 물질들도 산소 농도가 높은 환경에서는 불이 붙을 수 있습니다. 연소 물질에 불이 붙으면 더욱 빠르고 격렬하게 번져 나갑니다. 불이 빠르게 번져 거의 폭발 수준에 이르는 경우도 있습니다. 공기 중에서는 발화되지 않는 점화원도 산소 시스템에서는 매우 중요한 점화의 원인이 될 수 있습니다.

산소 시스템 화재

불이 붙기 위해서는 산화제, 연료 및 점화 에너지의 세 가지 요소가 필요합니다. 대기 중의 화재는 이 세 가지 요소 가운데 하나를 제거함으로써 막을 수 있지만, 산소 시스템에서는 이들을 분리해 생각할 수가 없습니다. 산소는 대개 일정 압력을 받는 시스템 내에 들어 있습니다. 밸브, 레귤레이터, 배관, 피팅 등 산소라인을 구성하고 있는 부품들이 실제로는 연료에 해당합니다. 일반적인 환경에서는 점화를 유발하지 않는 에너지가 산소 시스템 내부에 존재하고 있습니다. 따라서, 산소 시스템의 화재 가능성을 없앨 수는 없더라도 위험성에 대한 세심한 분석을 통해 위험을 관리함으로써 화재를 예방할 수 있습니다. 시스템 설계, 부품 선택, 구성 재질, 제조 방법을 비롯하여 시스템 운영과 유지보수도 각각의 목적에 맞도록 세심하게 개발되어야 합니다.

연쇄 점화

연쇄 점화는 시스템에서 작은 양의 에너지가 방출될 때나 점화 온도가 낮은 물질 또는 질량이 적고 표면적이 큰 입자가 점화되면서 시작됩니다. 작은 물질이 점화되면 여기서 생성된 열이 더 높은 점화 온도를 가진 큰 물질을 점화시켜 더욱 큰 열을 발생시키게 되어 불이 자체적으로 번지게 됩니다. 일반적인 4가지 점화 메커니즘:

기계적 충격

해머로 표면을 때릴 때처럼 한 물체가 다른 물체와 충돌하면 충격 지점에서 열이 발생합니다. 기계적 충격으로 발생한 열은 점화원으로 작용할 수 있습니다. 예를 들어, 산소 시스템에서 기계적인 부품이 압력 용기에서 떨어져 나오거나 용기에 충격을 가할 때 열을 발생시킬 수 있습니다. 또한, 용기 표면이 오일로 오염된 경우, 여기서 점화가 일어나 연쇄 점화가 시작될 수 있습니다.

입자 충격

작은 입자가 산소 시스템 내에 섞여 때로 높은 속도로 이동합니다. 입자가 시스템 표면을 때리면 충격 에너지가 열로 방출되고, 작은 질량 때문에 그 입자들은 더 큰 물질을 점화시킬 수 있을 정도로 가열됩니다.

마찰

두 고체 물질이 서로 마찰하게 되면 다른 물질을 점화시킬 수 있는 열이 발생합니다.

압축에 의한 열

가스가 고압에서 저압으로 오리피스를 통과해 흐르면 부피가 확장되어 속도가 음속에 도달할 수 있습니다. 가스 흐름이 차단되면 가스압이 원래의 압력으로 다시 압축되고 온도가 상승합니다. 압력 차이가 클수록 가스 온도는 더욱 높아집니다. 이러한 효과는 자전거 타이어에 공기를 불어넣는 경우에 경험할 수 있습니다. 즉, 타이어 압력이 증가할수록 펌프가 뜨거워집니다. 산소 시스템에서 산소 온도는 연쇄 점화를 일으킬 수 있을 정도로 올라갈 수도 있습니다.

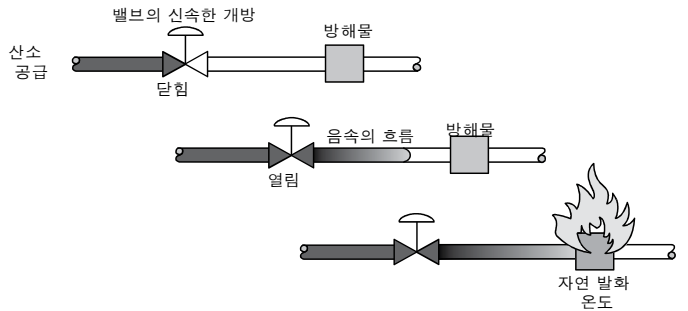


그림 1

산소 시스템에서 압축에 의한 열에 대한 일반적인 사례 (그림1)로는 밸브(특히 빨리 열고 닫을 수 있는 볼 또는 플러그 밸브)를 빠르게 열어 산소의 흐름을 막거나 방해하는 후단측 부품에 의해 산소가 압축될 때 발생합니다. 닫혀 있는 밸브나 레귤레이터는 확실한 방해물로 작용하며 방해물은 밸브 자체 내에 존재하기도 하므로 방해물이 분명하지 않은 경우도 많습니다. 예컨대, 방해물은 열리고 있는 밸브 시트, 부분적으로 열린 레귤레이터의 출구 혹은 또 다른 작은 오리피스들이 될 수 있습니다. 또한 가스 흐름은 엘보우 피팅의 굽은 부분에서 방해를 받을 수도 있습니다.

가스 흐름에 미세한 입자가 포함되었거나, 폴리머 밸브 시트, 탄성 중합체 밀폐제 또는 윤활제나 유기 물질로 오염된 표면에서 산소의 압축에 의한 가열이 발생하는 경우에 연쇄 점화가 시작될 수 있습니다. 이러한 물질은 다시 작은 스프링, 얇은 격막 또는 필터 등에서 점화되어 불이 자체적으로 번질 수도 있습니다. 산소 안전에 관한 ASTM 비디오 자료에서는 산소 화재의 일반적인 원인이면서도 종종 간과되는 압축에 의한 열 메커니즘에 대해 설명합니다.

산소 화재의 방지

이러한 모든 점화원과 가능한 화재 원인을 확인하고 식별하는 일은 쉽지 않습니다. 하지만, NEPA 53은 수많은 산업 및 응용 분야에서 발생하고 있는 심각한 산소 시스템 화재의 실제 사례를 통해 화재의 원인과 예방법을 안내하고 있어 유용한 자료로 사용되고 있습니다. ASTM G128은 이러한 위험성, 설계 고려사항 및 점화원을 보다 상세히 설명하며 G88 및 매뉴얼 MNL36은 특정 설계에 관해 안내합니다. ASTM G4 표준 기술 교육 과정인 산소 취급 시스템에서의 화재 위험 관리는 산소 시스템에 대한 위험 분석과 위험 관리를 세부적으로 소개하고 이용할 수 있는 여러 도구의 사용법과 활용할 수 있는 정보에 대해 알려줍니다.

이러한 각각의 발행 문서와 교육을 통해 강조되는 산소 화재 예방을 위한 핵심 사항은 다음과 같습니다.

- 시스템 설계 운영 및 유지보수
- 구성요소 선택
- 시스템 제조
- 시스템 운영 및 유지보수
- 시스템 청결도
- 윤활제 호환성
- 폴리머 및 기타 비금속 호환성
- 금속 호환성

산소의 안전한 사용을 위한 가장 중요한 규칙: 전문가와 상의하십시오. 산소 시스템에 대한 ASTM 표준은 전문가를 다음과 같이 정의합니다.

자격을 갖춘 기술자 – 교육, 학습 또는 경험을 통해 산소와 다른 물질 사이의 반응에 대해 물리적 또는 화학적 원리를 적용하는 방법을 알고 있는 엔지니어와 화학자 등의 전문가

산소 시스템은 위험성이 크고 심각한 것이 사실입니다. 하지만 산소 시스템이 안전하게 사용되면 인사 사고나 경제적 손실의 위험성을 관리하고 통제할 수 있기 때문에 업계 전반에 걸쳐 폭넓게 사용되고 있습니다.

아래에 열거된 출처의 문서를 포함하여 공개된 많은 문헌에 이러한 관리와 통제에 필요한 지식과 기술이 잘 정립되고 문서화되어 있으므로 유용하게 활용할 수 있습니다. ASTM 교육 과정인 산소 취급 시스템에서의 화재 위험 관리는 시스템 및 장비 설계자와 규격 검토자 및 사용자를 대상으로 산소 안전에 대한 기본적인 개념을 가르치고 있습니다. 산소를 사용하는 분야에 종사하는 사람은 누구나 이러한 교육 과정에 반드시 참여해야 합니다.

참조 문서

National Fire Protection Association, Inc.
 1 Batterymarch Park, Box 9101, Quincy, MA 02269-9101
 www.nfpa.org

NFPA 53 고농도 산소 환경에 사용되는 물질, 장비 및 시스템의 권장 사용 방법

ASTM
 100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959
 www.astm.com

ASTM G128 고농도 산소 시스템에서 위험을 관리하기 위한 표준 안내

ASTM G88 산소 사용을 위한 시스템 설계 시의 표준 안내

ASTM G-4 산소 취급 시스템에서의 화재 위험 관리의 표준 기술 교육 과정

ASTM 비디오 자료 : 산소 안전

산소 및 산소 시스템의 안전한 사용: 산소 시스템 설계 재료 선택, 운영, 보관 및 운송을 위한 가이드라인, 매뉴얼 MNL36; H.D. Beeson, W.F. Stewart 및 S.S. Woods, Ed., 2000

기타 참고문헌

아래에 발행 기관별로 산소 시스템에 대한 추가 정보를 수록한 문헌을 열거 하였습니다. 산소의 안전한 사용에 관한 발행 문헌의 최신 목록을 얻으려면 발행 기관으로 연락하십시오.

미국 표준 협회(ANSI)

11 W. 42nd St., New York, NY 10036 www.ansi.org
ANSI/ASME B31.3 공정 배관

ASTM

100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959
www.astm.com

ASTM 발행 문헌: 고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도에 관한 표준 PCN 03.704097.31.

이 발행 문헌에는 발행일 현재 산소 안전에 관해 ASTM에서 발행한 모든 표준이 수록되어 있습니다.

ASTM 표준 연감, 00.01권, 주제 색인; 알파벳 순서
이 표준 연감에는 위의 발행 문헌에 아직 포함되지 않은 표준을 포함하여 발행 당해 연도에 공표된 모든 표준이 수록되어 있습니다.

산소 및 우주항공 시스템의 부품 세척시

CFC(Chlorofluorocarbon) 액체의 대체, STP 1181,
C.J. Bryan 및 K. Gebert-Thompson, Ed., 1993

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, STP 812,
B.L. Werley, Ed., 1983

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 2권, STP 910,
M.A. Benning, Ed., 1986

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 3권, STP 986,
D.W. Schroll, Ed., 1988

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 4권, STP 1040,
J.M. Stoltzfus, F.J. Benz 및 J.S. Stradling,
Ed., 1989

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 5권, STP 1111,
J.M. Stoltzfus 및 K. McIlroy, Ed., 1991

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 6권, STP 1197,
D.D. Janoff 및 J.M. Stoltzfus, Ed., 1993

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 7권, STP 1267,
D.D. Janoff, W.T. Royals 및 M.V. Gunaji, Ed., 1995

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 8권, STP 1319,
W.T. Royals, T.C. Chou 및 T.A. Steinberg, Ed., 1997

고농도 산소 환경에서 물질의 연소성과 감도, 9권, STP 1395,
T.A. Steinberg, B.E. Newton 및 H.D. Beeson, Ed., 2000

미국 용접 학회(AWS)

550 NW Lejeune Rd., Box 351040, Miami, FL 33135
www.aws.org

AWS Z49.1 용접 및 절단, 그 외 관련 공정에서의 안전

Compressed Gas Association, Inc.

1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004
Arlington, VA 22202 www.cganet.com

CGA 비디오 AV-8 극저온 액체 산소의 특성과 취급 안전

CGA G-4 산소

CGA G-4.1 산소 사용 장비의 세척

CGA G-4.4 가스 상태의 산소의 전달 및 공급 배관 시스템에
관한 산업 안전 규정

CGA P-39 고농도 산소 환경

압축 가스 핸드북, 3차 개정, 1989

유럽 산업 가스 협회 (EIGA)

Publication de la Soudure Autogene

32 Boulevard de la Chapelle, 75880 Paris Cedex 18, France
email: info@eiga.org

EIGA 33/86/E 산소 사용 장비의 세척

EIGA 6/77 산소 연료 가스 시스템 절단 기계의 안전

EIGA 8/76/E 대기 중 산소의 농축 또는 결빙으로 인한 사고
예방

EIGA 13/82 파이프라인을 통한 산소의 운송과 공급 설계,
시공 및 유지보수에 대한 권장

Factory Mutual Engineering Corp.

Box 9102, Norwood, MA 02062 www.affiliatedfm.com

National Fire Protection Association, Inc.

1 Batterymarch Park, Box 9101, Quincy, MA 02269-9101
www.nfpa.org

NFPA 51 산소 연료 가스 시스템의 용접 및 절단, 그 외 관련
공정에서의 설계 및 설치 표준

NFPA 51B 용접, 절단 및 기타 고온 작업 시 화재 예방을 위한
표준

NFPA 55 휴대용 및 고정형 용기, 실린더 및 탱크에서 압축
가스 및 극저온 유체의 보관, 사용 및 취급에 관한 표준

NFPA 99 의료 시설 표준

NFPA 의료 시설 핸드북

전미 기술 정보 서비스 (NTIS)

5285 Port Royal Rd., Springfield, VA 22161

www.ntis.gov

NASA 산소 및 산소 시스템의 안전 표준-산소 시스템 설계,
물질 선택, 운영, 보관 및 운송 가이드라인.

288 p., 1 1996년 1월.

NTIS 주문 번호: N96-24534/51NZ.

NASA 기술 보고서 서버

<http://techreports.larc.nasa.gov/cgi-bin/NTRS>

Underwriters Laboratories, Inc.

333 Pfingsten Rd., Northbrook, IL 60062 www.ul.com

주의: 다른 제조사의 제품과 혼용하지 마십시오.

본 문서에 대한 안내 사항

전자 카탈로그 파일을 다운로드 해주셔서 감사합니다. 본 파일은 많은 내용이 수록된 인쇄본 책자(Swagelok 제품 카탈로그)의 한 장(chapter)입니다. 이와 같은 전자 카탈로그는 최근에 변경된 내용 및 새로운 정보를 담고 있기 때문에 인쇄 버전보다 더욱 최신의 정보를 확인하실 수 있습니다.

Swagelok 사(社)는 연구, 계장, 의약, 오일 및 가스, 발전, 석유화학, 대체연료 및 반도체 산업 관련 제품, 조립 및 서비스를 제공하는 주요 유체 시스템 솔루션 개발 및 공급업체입니다. Swagelok사(社)의 제조, 연구, 기술 지원 및 유통 시설은 전세계 57개 국가에서 운영되고 있는 200개 이상의 지정 판매 대리점을 지원하고 있습니다.

Swagelok 웹사이트를 방문하면, 제품 기능, 기술 자료, 주문 번호 및 기타 제품 관련 정보에 관해 Swagelok 지정 판매 대리점에 문의할 수 있으며 Swagelok 판매 서비스 센터에서만 이용 가능한 다양한 서비스에 관한 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.

안전한 제품 선택

제품을 선택할 때 안전하고 고장 없는 성능을 보장하기 위해서는 전체 시스템 설계를 고려해야 합니다. 부품의 기능, 재질의 적합성, 적절한 등급 분류, 적절한 설비, 운영 및 유지보수는 시스템 설계자와 운영자의 책임입니다.

보증 정보

Swagelok 제품은 Swagelok Limited Lifetime 보증을 받습니다. Swagelok.com이나 Swagelok 지정 판매 대리점에서 보증서를 받으실 수 있습니다.

Swagelok, Ferrule-Pak, Goop, Hinging-Colleting, IGC, Kenmac, Micro-Fit, Nupro, Snoop, SWAK, Ultra-Torr, VCO, VCR, Whitey—TM Swagelok Company
Atlas—TM Asahi Glass
AutoCAD—TM Autodesk, Inc.
CSA—TM Canadian Standards Association
DeviceNet—TM ODVA
DuPont, Kalrez, Krytox, Viton—TM DuPont
Dyneon, TFM—TM Dyneon
Grafoil—TM GrafTech International Holdings, Inc.
Elgiloy—TM Elgiloy Specialty Metals
FM—TM FM Global
MAC—TM MAC Valves, Inc.
Microsoft, Windows—TM Microsoft Corp.
17-7 PH—TM AK Steel Corp.
PH 15-7 Mo—TM AK Steel Corp.
Pillar—TM Nippon Pillar Packing Company, Ltd.
picofast—TM Hans Turck KG
Raychem—TM Tyco Electronics Corp.
SAF 2507—TM Sandvik AB
Simriz—TM Freudenberg-NOK
SolidWorks—TM SolidWorks Corporation
UL—Underwriters Laboratories Inc.
Xylan—TM Whitford Corporation