쉘 & 튜브형
열 교환기

운전 매뉴얼

(주)카본가람

영업부 : 경기도 성남시 분당구 서현로 170 (서현동255-1)
풍림아이원플러스 T동 2102호
Tel (82)31-709-0005
FAX (82)31-709-0095

공 장 : 대구광역시 달성군 논공읍 논공로 391
Tel (82)53-616-1061~2
FAX (82)53-616-1063

안전 사항 1

설명/용어 2

취급, 보관, 설치 3

운전 4

서비스, 수리 5

작성된 양식 6

예비품 7

시험성적서와 증명서 8

정기시험과 검사 9

양식 10

코드, 규칙, 표준 11

노트/기타 12

1 안전 사항

1.1 매뉴얼 안내
1.2 운전자 준수사항
1.3 목적에 부합한 사용
1.4 안전을 염두에 둔 작업
1.5 금지 사항
1.6 열 교환기 경고 표시
1.7 사후 서비스와 수리
1.8 환경 보호/위험 물질
1.9 안전 표준과 규칙

1 안전 사항

1.1 매뉴얼 안내

쉘 & 튜브 (Shell & Tube) 흑연 열 교환기는 이 매뉴얼에서 “열 교환기” 로 언급합니다.

이 매뉴얼은
- 열 교환기 운전자와
- 열 교환기를 설치, 운전, 유지보수 작업자용입니다.

위의 사람들은 열 교환기 작업에 앞서 이 매뉴얼을 읽고 이해하여야 하며 기호들과 지시사항들을 숙지하고 있어야 합니다.
이 매뉴얼과 관련하여 문의사항이 있으면 폐사로 연락 주십시오.

기호와 주의사항

위험

인체에 위험함을 나타냅니다.
무시할 경우, 인체에 위험하며 사망사고의 가능성이 있습니다.

경고

인체에 유해함을 나타냅니다.
무시할 경우, 인체에 유해할 수 있습니다.

조심

인체 및 재산상 손실을 가져올 수 있음을 나타냅니다.
무시할 경우, 가벼운 상처 또는 부품의 파손을 일으킬 수 있습니다.

주의

주의하여야 할 정보를 표시합니다.
무시할 경우, 열 교환기 운전이 어려울 수 있습니다.

➜ **조치**
이 화살표는 조치되어야 할 사항을 표시합니다.

☞ **그림 참조**
그림 참조를 표시합니다.

1.2 운전자 준수사항

열 교환기의 설치, 운전, 서비스 및 수리 중, 이 매뉴얼에 언급된 내용을 준수하지 않을 경우, 중대한 사고로 이어질 수 있습니다.

열 교환기의 운전자는 아래의 규칙과 지시사항들이 이상 없이 수행되고 있음을 확인하여야 합니다. :

- 열 교환기와 관련된 일을 하는 모든 작업자들은 이 매뉴얼에 언급된 제반사항들(특히 안전사항)을 읽고 이해하여야 합니다.
- 열 교환기 운전자는 언제나 이 매뉴얼을 볼 수 있어야 합니다.
- 운전자는 훈련 및 교육받은 사람만 열교환기 관련 작업에 임하도록 하여야 합니다. 설치, 서비스 및 수리 작업은 폐사 직원이나 폐사에서 훈련받은 사람만 할 수 있습니다.
- 운전자는 이 매뉴얼에 언급된 운전 조건들을 확인하여야 합니다.
- 운전자는 파손되거나 손상된 부품들을 지체 없이 교환하여야 합니다.
- 운전자는 4장 및 5장에 기술된 유지, 서비스 작업이 수행되도록 하여야 합니다.

1.3 목적에 부합한 사용

열 교환기는 이 매뉴얼에 기술된 운전 조건들에서만 운전되도록 설계되어 있습니다.

이 매뉴얼에 기술되지 않은 다른 모든 제반 사항들은 폐사와 협의, 승인되어야합니다.

1.4 안전을 염두에 둔 작업

부품 및 공구의 낙하는 사고로 이어질 수 있으므로 부품 및 공구들이 적절하게 보관되어 있는지 확인하십시오.

열 교환기 작업 시에는 아래 보호구들을 항상 착용하십시오. :

- 헬멧,
- 안전화,
- 장갑,
- 보안경,
- 작업복.

모든 안전용품들은 최상의 상태이어야 합니다. 폐사는 타 업체에서 제작된 열교환기 부품들에 대해서 신뢰성을 보증할 수 없습니다.

1.5 금지 사항

아래의 행위들은 심각한 사고로 이어질 수 있으므로 금지합니다.

- 특정 운전 조건들의 변경,
- 부품의 제거,
- 열 교환기 수정,
- 열 교환기 설계의 변경.

1.6 열 교환기 경고 표시

열 교환기 명판 하단에 경고표시가 있습니다.

열 교환기 보온 작업 후, 이 매뉴얼에 동봉된 동일한 스티커를 같은 장소에 부착하여 주십시오.

1.7 사후 서비스와 수리

모든 서비스 및 수리 작업은 폐사 기술자 또는 폐사로부터 훈련받은 사람만 합니다.

이 매뉴얼은 열 교환기 납품 때 배포됩니다. 열 교환기용 부품들은 최상의 규격품만 사용하십시오.

1.8 환경 보호/위험 물질

결함이 있는 부품들은 적합하게 폐기되거나 재생하기 위하여 회수되어야 합니다.

열 교환기의 운전은 유해한 물질들의 오염 가능성을 가지고 있습니다. 서비스 및 수리 작업 때 이러한 물질들이 존재할 수 있고 작업자들을 위험하게 하고, 환경을 오염시킬 수 있으므로, 수리에 앞서 오염물을 제거하여 주십시오.

1.9 안전 표준과 규칙

국제 규격, 표준, 코드와 특히 사용 지역의 최신 강제 방호 규칙들에 부합함을 확인하십시오.

2. 설명/용어

이 장은 아래의 내용을 언급하고 있습니다. :

- 열 교환기의 일반 설명
- 이 매뉴얼에 사용된 용어

열 교환기의 자세한 설명은 도면과 부품 리스트를 참조하십시오.

사용된 용어

이 문서에 사용된 용어	통상 달리 사용되는 용어
튜브쉬트	튜브 플래이트, 관판
헤더	본넷(Bonnet)
명판	형판(Type plate)
고정튜브쉬트	고정 관판
유동튜브쉬트	유동 관판
배킹 프랜지 (Backing flange)	(유동 튜브쉬트에서) 분할 링이 있는 배킹 프랜지
카본 시멘트	부품 연결용 흑연-합성 수지 혼합물

3. 취급, 보관, 설치

3.1 취급
3.2 설치에 앞선 보관
3.3 해체 후 보관
3.4 설치
3.5 배관
3.6 보온

3 취급, 보관, 설치

3.1 취급

열 교환기는 받침목에 고여 납품됩니다.

경고

부주의로 인한 잘못된 취급은 심각한 사고를 유발할 수 있으므로 ;

- **크레인 또는 적합한 장비로 취급해야 합니다.**
- **크레인과 같은 장비는 충분한 용량을 가진 것이어야 합니다.**
  벨트 및 체인은 충분한 강도를 가진 것을 사용하십시오.
  열 교환기의 무게는 도면 및 명판에 표기되어 있습니다.
- **벨트 및 체인은 정해진 위치 또는 리프팅 러그에 걸어야 합니다.**

조심

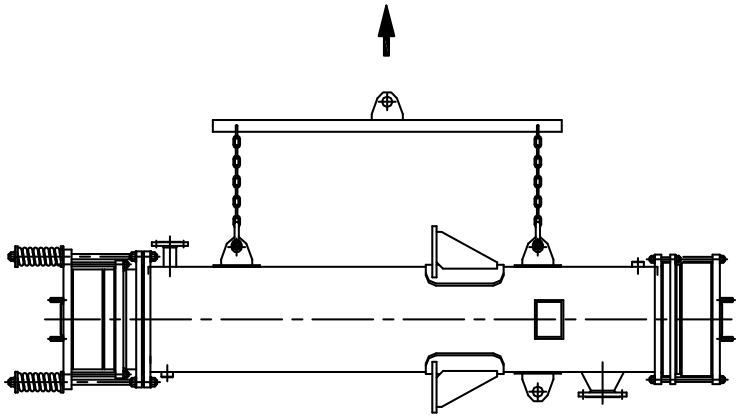
열 교환기는 충격에 약해 낙하, 심한 충격은 열교환기를 파손 시키므로 ;

- **열 교환기 이동시 주의하여야 하며,**
- **평탄한 장소에 보관하여야 합니다.**

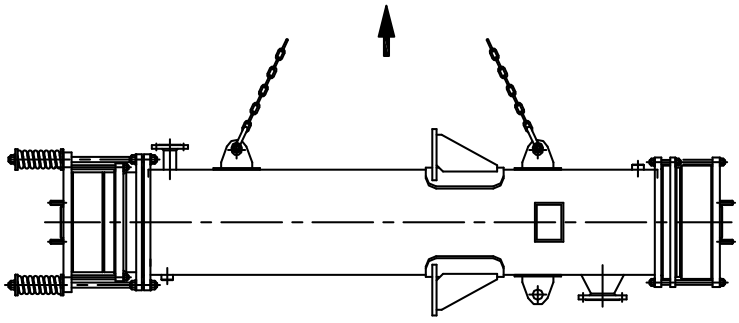
☞ **그림 SK4230**

➜ 리프팅 러그에 걸어 열 교환기를 이동합니다. ;
A : 리프팅 러그가 먼 거리에 설치된 경우의 수평 걸기
B : 수평 걸기
C : 수직 걸기

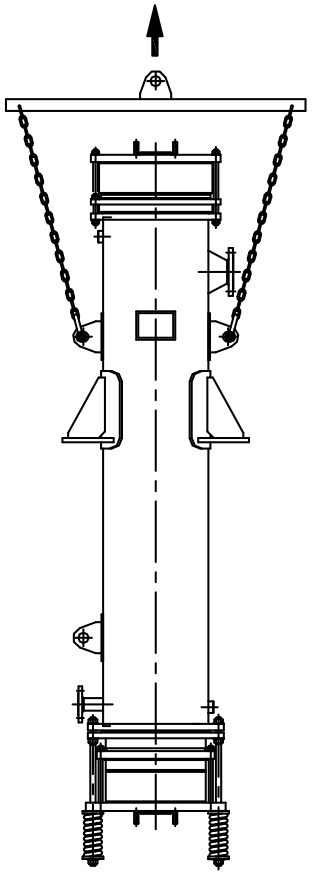
A



B



C



SK4230

열교환기의 이동

3.2 설치에 앞선 보관

조심

열 교환기 및 부속품들은 절대 쌓아두어서는 안됩니다.

➜ 열 교환기가 입고되면, 운송 중에 열 교환기 및 부속품의 파손이 없는지 포장상태 등을 확인하십시오. 파손품이 발견되었을 때는 지체 없이 폐사로 연락 주시기 바랍니다.

포장상태 보관과 결빙으로부터 보호

➜ 열 교환기를 평탄하고 차량 등에 의한 파손 우려가 없는 평탄한 장소에 보관합니다.

개방된 상태 보관

➜ 열 교환기를 평탄한 장소에 보관합니다.

➜ 수분침투, 분진 및 파손으로부터 보호합니다. 수분 동결은 열 교환기를 파손시킬 수 있습니다.

3.3 해체 후 보관

경고 **유해한 물질에 오염된 열 교환기에서 작업하는 것은 중대 사고를 유발하거나 건강을 해칠 수 있으므로 해체에 앞서 오염물을 제거합니다.**

➜ 내부를 완전히 드레인하고 물 세척을 실시합니다.

동결의 위험 동결의 위험이 있는 경우는 건조가 필요합니다. 건조되지 않을 경우, 결빙으로 인하여 튜브, 튜브쉬트가 파손 될 수 있습니다. 열풍기 또는 이와 유사한 장비로 건조시켜 주십시오. 최고 허용 온도는 도면을 참조합니다.

개방상태 보관 해체된 열 교환기를 개방된 상태로 보관할 경우, 완전 드레인 되어야 합니다. 열 교환기 내부로 빗물의 침투를 방지하여 주시고 각 흑연 노즐 등의 배관부위는 수분 침투 방지를 위해 막힘 프랜지 등으로 막아주십시오.

➜ 열 교환기를 평탄한 곳에 위치하고 수분침투, 분진, 파손으로부터 보호합니다.

3.4 포장 해체와 설치

조심

코팅된 부품이 있는 열 교환기를 포장 해체하고 설치할 경우, 다음 지시사항을 준수해 주십시오.

포장 해체

➜ 포장을 해체합니다.

➜ 운송 중에 파손이 있을 수 있으므로 파손품은 없는지 확인하시고 누락된 부품은 없는 지 확인하십시오. 이상이 있는 경우, 즉시 폐사로 연락 주십시오.

➜ 밴딩을 제거하십시오.

설치

➜ 열 교환기의 써포트 새들(Support Saddle), 마운팅 브라켓 (Mounting Bracket)이 설치위치와 일치하는지 확인하십시오. 마운팅 브라켓, 써포트 새들의 치수는 도면을 참조합니다.

➜ 설치부의 여유(열교환기를 원하는 위치까지 들어 올릴 수 있는지와 이동 경로에 장애물은 없는 지 등)를 확인하십시오.

➜ 지정된 위치에 벨트를 거십시오.

조심

적합한 허용 장력을 가진 벨트를 사용하십시오. 열 교환기의 무게는 명판 또는 도면에 표시되어 있습니다.

➜ 열 교환기를 설치위치까지 들어 올리고 안착하십시오.

➜ 안착즉시 미끄러짐이나 전도, 낙하가 없도록 조치하십시오.

➜ 써포트 새들, 마운팅 브라켓에 세팅 볼트를 체결하십시오.

3.5 배관

조심

잘못된 설치는 배관부위에 누수를 일으키고 열 교환기를 파손시킬 수 있으므로 다음사항을 준수하십시오.

구성품과 밸브의 사용

밸브 일반적으로, 개폐가 빠른 밸브는 사용이 불가합니다.
압력으로 인한 충격은 열 교환기를 파손시킬 수 있습니다. 안전 사양으로 개폐가 빠른 밸브가 사용되었다면 열 교환기의 유입구 쪽에 설치되어야 합니다.

신축이음 신축이음은 열 교환기의 흑연노즐과 배관 사이에 반드시 설치되어야 합니다.

가스켓 가스켓은 규정된 것만 사용합니다.

설치 요령

막힘 프랜지 설치에 앞서 각 노즐에 있는 프랜지 마개를 제거합니다.

이물질 설치하는 동안 이물질이 열교환기 내부로 들어가지 않도록 합니다.

조심 *응력 제거*

배관 파이프와 흑연 노즐은 응력이 없게 배관되어야 합니다.
배관되는 파이프를 볼트 조임으로 들어올리거나 당기지 마십시오.

조심 *볼트*

볼트는 대각선방향으로 고르게 조여 주십시오.
규정된 토크(Torque)를 적용하여 조이고 스프링 치수를 참조하여 조이십시오.(도면참조) 라이닝 된 프랜지나 흑연 노즐의 볼트 조임 때는 매우 조심하여야 합니다.

열 라이닝 된 제품과 흑연노즐 인접부에서는 열처리, 용접 등을 삼가해 주십시오. 라이닝에 문제 및 파손이 발생할 수 있습니다.

3.6 보온

히터로 사용되는 열 교환기는 보온처리 됩니다. 아래사항을 준수하십시오.

주의

스프링은 언제나 자유롭게 움직일 수 있어야 합니다.
따라서, 스프링 부위는 보온처리하지 않습니다.

4. 운전

4.1 승인된 운전 조건
4.2 압력 시험
4.3 공정투입전 확인사항
4.4 공정투입
4.5 공정으로부터 탈거
4.6 오작동과 파손
4.6.1 플랜트 운전 중 오작동
4.6.2 열 교환기의 오작동
4.6.3 열 교환기 손상
4.7 예방 보전

4 운전

경고

열 교환기에 유입되는 유체는 압력이 높고 유해하거나 고온이며 부식성이 강할 수 있습니다. 부적합하게 설치되거나 운전되는 열 교환기는 상당한 위험성을 내포하고 있으므로 지정된 방법으로 시험, 설치된 열 교환기만 운전되어야 합니다.

4.1 승인된 운전 조건

조심

열 교환기는 공정설계 조건 및 명판에 명시된 조건대로 운전하도록 설계되어 있습니다. 유체의 최대 허용 속도 초과, 타 용도로 전용, 타 냉각 유체 사용등과 같은 상이한 운전 상태들은 특히 열 교환기 파손 가능성을 높게 합니다.
명판에 표시된 제반 운전 조건들을 항상 준수하십시오.

규정된 운전

열 교환기는 설계 조건 및 명판에 표시된 조건대로 운전하여야 합니다.

규정운전으로부터의 변경

규정된 운전 조건의 변경은 장비의 효율을 변화시킬 수 있습니다. 또한, 열 교환기를 타 용도로 전용할 경우, 부적합할 수 있습니다. 규정운전 조건으로부터 상이한 운전이 계획된 경우는 폐사로 문의하여 주십시오.

- 열 교환기 구성 재질이 상이한 운전 조건들에 내식성을 가지고 있는지,
- 또한, 가스켓 및 고무 라이닝 등과 같은 열 교환기 구성품들이 적합한지.

등이 검토되어야 합니다.

냉각매체

열 교환기의 불충분한 냉각은 :

- 열 교환기의 과열을 유발하고,
- 이미 과열된 열 교환기가 급냉될 때, 열 충격이 가해질 수 있습니다.

과열, 급냉과 같은 열 충격은 열 교환기에 심각한 손상을 일으킬 수 있으므로 언제나 적적량의 냉각수, 냉각 제품이 열 교환기에 유입되어야 합니다.

냉각매체의 질

정화되지 않은 냉각 매체로부터 유발되는 퇴적물과 물때는 튜브 번들의 해체 없이 제거가 불가능합니다. 따라서, 정화된 냉각매체를 사용하십시오.

열 매체

적합한 열 매체는 온수, 스팀, 열 전달유 입니다.

이 외의 열매체를 사용코자 하실 때는 폐사와 상의하여 주십시오.

일반적으로,

- 열 매체 허용 온도를 초과하지 마십시오.
- 열 교환기로 유입하기 전에 과포화 스팀을 사용하여 주십시오.

주의

스팀은 절대로 입자를 함유하여서는 안됩니다.

- **응축수의 배출을 양호하게 하여 주십시오.**

주의

흑연 열 교환기는 증가된 응축수 전도율을 가집니다.

응축수 전도율은 :

- **제품,**
- **스팀의 순도,**
- **스팀의 공급 온도,**
- **스팀 부하에 의해 결정됩니다.**

발전소 영역에서는 엄격한 요구사항들을 참조하십시오.(응축수 처리) 응축수 전도율 증가는 열 교환기 시운전 때나 운전중지 후에 일시적으로 일어날 수 있습니다. (희석 효과의 부재)

4.2 압력 시험

열 교환기를 가동하기 전에 압력 시험을 하여 주십시오. 최대 허용 압력을 초과하지 마십시오.

시험 압력 최대 시험 압력 : 도면 또는 명판을 참조합니다.

조심

쉘 측의 최대 수압 시험 압력은 조립된 상태에서만 허용됩니다.

압력 시험 후에는 완전히 드레인하여 주십시오. (결빙과 관련된 사항은 3.2 를 참조합니다.)

설치후의 압력 시험 높은 시험 압력으로 시험이 진행되는 경우, 열 교환기는 배관으로부터 분리되어 있어야 합니다.
열 교환기 내부의 압력부하를 피하기 위해서는 압력 시험을 하기 전에 열 교환기의 벤트(VENT)를 개방 해 주십시오.

주의

마운팅 프랜지는 직경이 큰 열 교환기의 조립 목적으로 사용됩니다. 압력 시험을 하기 위한 헤더 고정 목적으로 사용하지 마십시오.

4.3 공정 투입 전 확인 사항

조심

이 장에 기술된 사항들을 준수하지 않을 경우, 심각한 사고로 이어질 수 있습니다.
열 교환기 관련된 일을 하는 모든 사람은 열 교환기를 운전하기 전에 열 교환기 사용에 대한 교육을 받아야 합니다.

열 교환기를 운전하기 전, 아래의 사항들을 확인하십시오. :

- 누수 확인,
- 공정과 관련된 장비, 기기의 이상여부 확인,
- 안전 장비들의 점검, 확인.

4.4 공정 투입

주의

열 교환기가 운전되는 공정의 설계, 기능, 운전 방법은 매우 다양하여 열 교환기의 운전에 필요한 일반적인 규칙들만 언급할 수 있습니다. 이러한 규칙들로부터 벗어나는 특별한 경우는 폐사로 문의 바랍니다.

세척

납품 때, 열 교환기는 제작중에 발생한 미량의 분진을 함유하고 있어 운전 후의 초기제품을 오염시킬 수 있습니다.
따라서, 열 교환기와 배관은 공정 투입에 앞서 세척하여 주십시오.

벤트(VENT)

경고

벤트하는 동안 액체가 분출될 수 있습니다.
고온의 스팀은 사고 가능성이 있으므로 적합한 작업복, 장갑, 보안경을 착용하십시오.

➜ 열 교환기를 공정에 투입하기 전, 쉘측을 벤트(Vent)를 개방합니다.
배기 플러그(Venting plug)의 위치는 도면을 참조합니다.

조심

열 교환기를 공정에 투입
급격한 압력 변화와 열 충격은 열 교환기를 파손시킬 수 있으므로, 열 교환기를 기동할 때는 급격한 압력변화 및 높은 온도차를 피하십시오.

열 교환기를 공정에 투입하기 위한 아래의 사항은 폐사와 계약시의 시방에 대해 어떠한 변동사항도 없는 경우에만 따르시기 바랍니다.

➜ 냉각 매체를 먼저 개방하십시오.

조심

초기에는 가열 매체가 아주 천천히 흐르게 개방되어야 합니다. 그렇지 않을 경우, 열 교환기가 파손될 수 있습니다.

➜ 가열 매체를 천천히 흐르게 개방하고 점차적으로 증가하여 최대로 흐르게 합니다.

기동 시간 가열 매체가 개방 후 최고로 흐를 때까지의 기동시간 : 최소 20 분.

주의

증류기(Evaporator)와 응축기(Condenser)용으로 사용되는 경우, 응축수의 배수를 확실히 하여 주십시오.

4.5 공정으로부터 탈거

범위

공정으로부터 열 교환기를 탈거하는 이 장의 내용들은 폐사와 계약 시의 시방에 대한 어떠한 변동사항도 없는 경우에만 해당됩니다. *이 장에는 폐사의 특별한 사항들만 편철됩니다.*

공정으로부터 탈거

조심

급격한 압력 변화는 열 교환기를 파손시킬 수 있으므로 가열, 냉매용 밸브는 언제나 천천히 닫습니다.

➜ 가열 스팀을 먼저 천천히 닫습니다.
➜ 열 교환기가 대략 냉각 매체 온도까지 되도록 합니다
➜ 냉각 매체측의 밸브를 천천히 닫습니다.

열 교환기 드레인

경고

열 교환기의 부적절한 드레인은 위험하여 사고로 이어질 수 있으므로 :

- **열 교환기와 내용물이 드레인에 앞서 충분히 냉각되도록 합니다.**
- **프랜지 배관을 통하여 드레인 하지 않도록 합니다.**
- **압축공기를 이용하여 드레인하지 마십시오.**

조심

드레인에 앞서, 열 교환기 내에 있는 잔류물들을 적합한 용기로 받아 내십시오.

➜ 열 교환기를 감압하고 벤트(VENT)를 개방합니다.
➜ 드레인 밸브를 개방하고 열 교환기 내의 잔류물들이 빠지도록 적당한 용기를 받쳐 둡니다.

세척/열 교환기 오염 제거

열 교환기는 아래와 같을 경우 세척/오염물제거 합니다.

- 결정으로 성장할 수 있는 내용물로 운전되었거나,
- 유해한 물질로 오염이 된 경우.

조심

열 교환기 내부에 결정성장 물질이 존재한다면 공정으로부터 탈거된 후 결정성장으로 인하여 튜브가 막히거나 균열이 발생될 수 있습니다. 따라서, 공정으로부터 탈거하고 즉시 드레인 후, 물 세척을 하거나 내용물을 희석하여 내용물이 결정으로 성장되지 않도록 합니다.

오염제거 오염 제거는 운전 매체의 유해정도와 조성에 따라 달라집니다.

경고

오염물을 제거하는 동안 사고와 부상을 막기 위해 적합한 작업복, 보안경, 방독면을 착용합니다.
폐사로 열 교환기를 보내는 경우, 완전히 세척하여 유해한 물질이 남아 있지 않도록 조치하여 주십시오.

➜ 수리를 목적으로 열 교환기를 폐사로 보내게 된다면 10 장의 오염 제거 쉬트를 작성하고 발송문서(5.11 참조)와 함께 보내주십시고 1 부는 복사한 다음 보관하십시오.

열 교환기 건조, 보관

열 교환기의 건조와 보관을 위해서는 3장을 참조하십시오.

4.6 오작동과 파손

4.6.1 플랜트 운전중 오작동

중대한 운전 오작동

운전중의 오작동은 열 교환기를 파손시킬 수 있는 운전상태가 원인이 됩니다. 즉 ;

- 급격한 압력변화,
- 열 충격,
- 부적절한 사용매체의 조성,
- 열 교환기 결빙,
- 과도하게 높은 압력 또는 온도.

따라서 ;

- 열 교환기가 중대한 운전 오작동 상태에 놓이지 않도록 하여주십시오.
- 중대한 오작동에 대비하여 아래의 조치사항을 숙지하십시오.

오작동	조치
제품 공급이 없음.	1. 냉각기 : 냉매가 흐르도록 합니다. 2. 히터, 증발기 : 가열 스팀을 차단합니다.
증발기용 사용시 순환펌프 고장	가열 스팀을 차단합니다.

➜ 공정으로부터 탈거는 4.5 장을 참조하십시오.

➜ 공정으로 복귀는 4.4 장 공정투입” 을 참조하십시오.

4.6.2 열 교환기의 오작동

효율의 변화 또는 감소

효율의 변화 또는 감소는 열 교환기의 오작동을 암시할 수 있으므로 즉시 점검하십시오.

오작동	조치
효율의 변화	매체의 유속/조성의 변화가 있었는지 확인합니다.
열 교환기 튜브 내면의 침적물로 인한 능률 감소	공정으로부터 열 교환기를 탈거하고 세척합니다. (5.4장 참조)

외부 누수

어떤 누수인지 확인하는 것과 운전종료 여부는 운전자의 판단에 달려있습니다. 열 교환기 탈거를 위해서는 4.5 장을 참조하시고 누수를 막기 위해 아래사항을 참조하십시오.

경고

운전 중에 프랜지 배관부위의 볼트를 조이게 되면 프랜지 연결 부위에 균열이 발생될 수 있고 심각한 사고로 이어질 수 있습니다. 따라서 반드시 감압 후에 볼트를 조이십시오.

자격 열 교환기 내부의 누수부위 보수는 폐사 기술자 또는 폐사에서 훈련받은 사람만 할 수 있습니다.

내용물 내용물의 잠재 위험성을 조심하십시오.
필요하다면, 열 교환기의 오염물을 제거합니다.

새 가스켓 배관에 사용되는 가스켓은 언제나 새 제품을 사용하십시오.
(5.6 장 참조)

조심

흑연 노즐 배관에는 언제나 규정된 가스켓을 사용하시고 규정 조임 토크(Torque)를 적용하여 조이십시오. (도면 참조) 토크렌치를 사용하여 대각선 순서로 고르게 조이십시오.

4.6.3 열 교환기 손상

손상 감지 5장을 참조하십시오.

경미한 손상 경미한 손상과 관련되는 부위는 발생 부위 추론, 수리를 위해 탈거 해야 할 때를 근거로 하여 열 교환기 운전자가 판단할 수 있습니다.
경미한 손상의 예는 :

- 미세하게 기공이 발생한 열 교환기 튜브,
- 냉각수, 가열 스팀의 미세한 누출.

큰 손상 큰 손상의 경우, 열 교환기는 즉시 감압, 공정으로부터 탈거 후, 드레인, 세척되어야 합니다.
수리와 관련해서는 폐사와 협의하여 주십시오.

열 교환기의 큰 손상 예는 :

- 배관 부위에 제품, 냉매, 가열 매체가 새어 나오는 손상,
- 깨지거나 균열이 진행된 열 교환기 튜브,
- 튜브 쉬트의 균열,
- 철재 동체, 배관 파이프의 균열.

4.7 예방 보전

열 교환기의 파손을 방지하기 위해, 아래 점검사항과 조치사항을 수행하고 기록으로 남기십시오.

점검 사항	조치 사항
운전 데이터와 압력 손실.	과도한 압력, 효율의 감소때는 열 교환기를 탈거하고 세척하십시오.
열 교환기의 누수와 부식 ; 보온재의 손상.	즉시 손상부위를 보수 하십시오.
철재 부품의 부식.	손상부위를 보수하십시오.
압축 스프링의 균열	열 교환기를 감압하고 스프링을 교환합니다.

5 서비스와 수리

5.1 안전 사항
5.2 수리 작업
5.2.1 공구/재료
5.2.2 열 교환기 개방
5.3 헤더 탈거와 조립
5.3.1 고정헤더 탈거
5.3.2 유동헤더 탈거
5.4 세척
5.4.1 재질 정보
5.4.2 튜브번들 내부세척
5.4.3 튜브번들 외부세척
5.5 누수탐지와 손상분석
5.5.1 프로세스 측과 쉘 측 사이의 누수
5.5.2 누수 탐지법
5.5.3 열 교환기 외부의 누수
5.5.4 파손 분석
5.6 가스켓 교환
5.7 카본 시멘트 작업
5.7.1 안전 사항
5.7.2 카본 시멘트 설명
5.7.3 보관 조건
5.7.4 적용
5.8 파손 튜브의 플러깅
5.8.1 마모방지 슬리브
5.8.2 플러깅 순서
5.9 파손 튜브 교체
5.10 튜브쉬트 및 헤더 수리
5.11 폐사 공장에서 수리
5.12 서비스 및 수리작업 기록 유지

5 서비스와 수리

5.1 안전사항

경고 ⚠ **잘못된 서비스 및 작업은 심각한 사고와 물리적인 손상을 초래할 수 있으므로 폐사의 기술자 혹은 폐사에서 훈련받은 사람만 서비스 및 수리 작업을 할 수 있습니다.**

운전 정지 열 교환기는 운전 종료 후에도 내부에 압력이 차 있을 수 있습니다. 이러한 상황에서의 배관 프랜지의 분리는 사고로 이어질 수 있으므로, 열교환기를 분리하기 전에
1. 냉각,
2. 감압,
3. 배수,
4. 벤트 및 드레인 합니다.

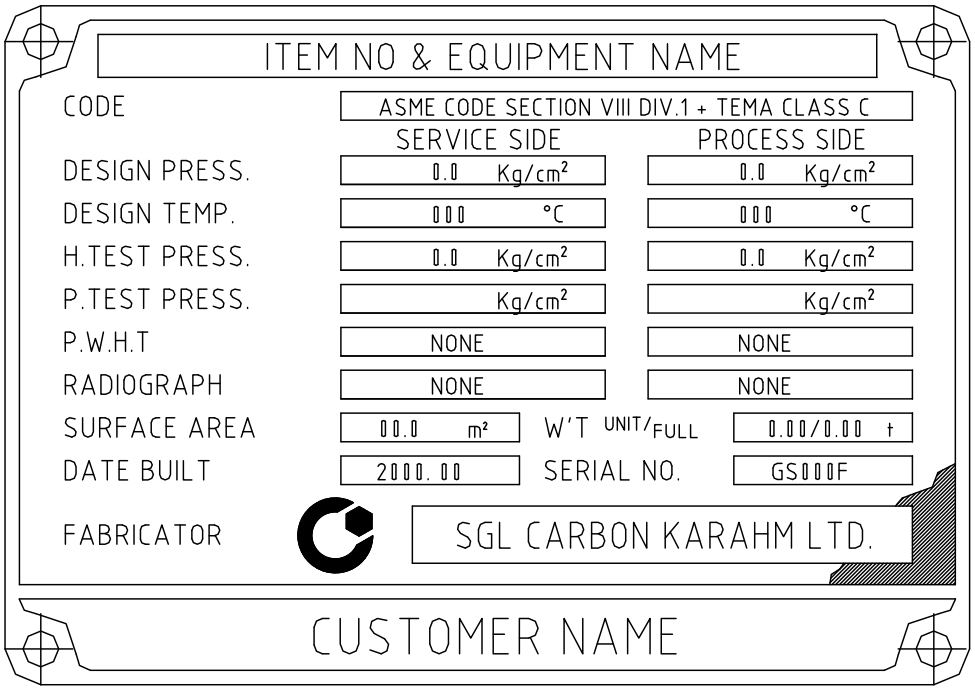
오염 열 교환기는 운전 중에 건강에 좋지 못한 유해물질들로 차 있을 수 있습니다. 이러한 물질들은 수리, 서비스 작업자들까지 오염시킬 수 있으므로 열 교환기 수리 전에 제거되어야 합니다. 오염물을 제거하는 동안 보호구도 착용하십시오. *열 교환기 수리를 목적으로 폐사로 보내는 경우, 10 장에 있는 오염물 제거 쉬트 양식을 복사, 작성하여 열교환기와 같이 보내주시고 한 부는 복사하여 보관하십시오. (5.11 참조)*

서비스 쉬트 *튜브 번들의 서비스와 수리 후 10장에 있는 서비스 쉬트를 작성하시고 보관하십시오. 이것은 언제 어떤 작업이 진행되었는지 추적이 가능하게 할 것입니다.*

고압 세척 고압의 물 세척과 같은 부적합한 세척작업은 사고를 유발 할 수 있으므로 세척기 제조사 운전지시사항과 보안사항을 준수하십시오.

명판 참조 열 교환기 작업에 앞서 열 교환기의 명판 내용들을 참조하여 주십시오.

☞ **그림 S 922**


ITEM NO & EQUIPMENT NAME
CODE
ASME CODE SECTION VIII DIV.1 + TEMA CLASS C
SERVICE SIDE
PROCESS SIDE
DESIGN PRESS.
0.0 Kg/cm²
0.0 Kg/cm²
DESIGN TEMP.
000 °C
000 °C
H.TEST PRESS.
0.0 Kg/cm²
0.0 Kg/cm²
P.TEST PRESS.
Kg/cm²
Kg/cm²
P.W.H.T
NONE
NONE
RADIOGRAPH
NONE
NONE
SURFACE AREA
00.0 m²
W'T UNIT/FULL
0.00/0.00 t
DATE BUILT
2000. 00
SERIAL NO.
GS000F
FABRICATOR
SGL CARBON KARAHM LTD.
CUSTOMER NAME

S922
명판

5.2 수리 작업

주의

보증기간 동안, 열 교환기의 모든 작업은 폐사에서 문서로 승인 합니다. 문서상 승인되지 않은 열 교환기의 작업은 보증의 효력을 해지합니다.

예비품의 견적

빠른 시간 내 수리를 완료하기 위해서는 필요 부품이 재고로 있어야 할 것이므로 폐사에서 생산한 부품들의 재고를 비치하여야 할 것입니다.

5.2.1 공구/재료

이 항에 언급된 공구, 재료들은 다음 작업에 필요한 것들입니다. :

- 헤더의 탈거,
- 플러깅 또는 튜브의 교체,
- 헤더, 튜브쉬트에 발생한 경미한 수리.

헤더 탈거

- 스페너
- 토크 렌치
- 호이스트
- 체인 또는 바
- 크램프
- 걸쇠
- 아이볼트, 너트
- 타이로드 (하부헤더 하강용)
- (헤더를 내려놓기 위한) 연질의 바닥

튜브 플러깅

위의 공구에 추가로 :

- 기계탭
- 전동 드릴 (저압용)
- 연마 페이퍼 (부드러운 것과 거친 것)
- 방열기/열풍기
- 긴 드라이버
- 시멘트 작업용 용기

튜브 교체

위의 공구에 추가로 :

- 전용 드릴

5.2.2 열교환기 개방

열 교환기 점검, 세척, 수리를 위해 헤더 탈거, 배관해체 등이 필요합니다. 이러한 작업은 열 교환기의 형태에 따라 달라집니다. 이 장에 있는 헤더의 탈거, 조립 내용를 참조하십시오.

작업을 개시하기 전에 감압, 배수, 드레인 하여 주십시오.

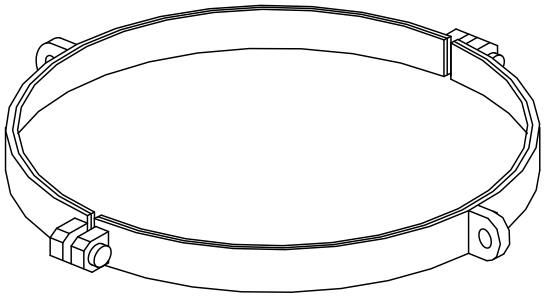
5.3 헤더 탈거와 조립

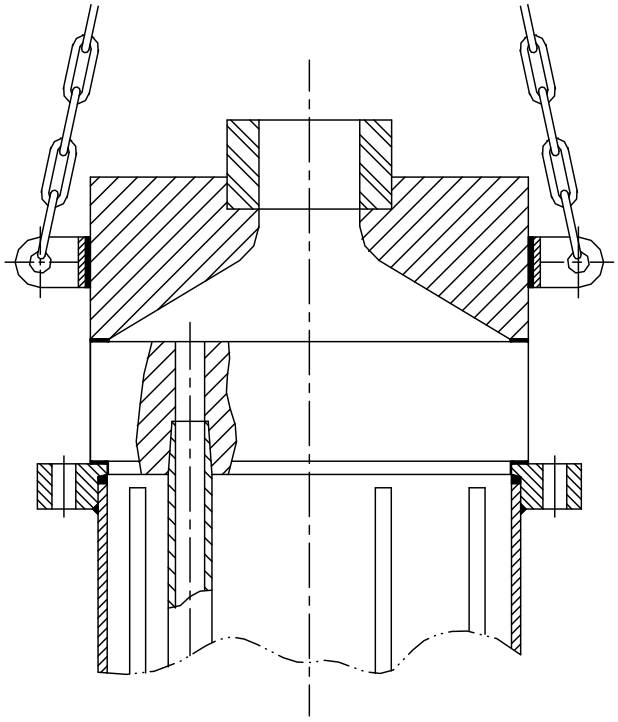
주의

이 장은 수직형 열 교환기에만 해당 됩니다.

무거운 헤더를 탈거하고 조립하기 위해 클램프와 벨트(체인)를 사용하십시오.

☞ **그림 SK 4217**





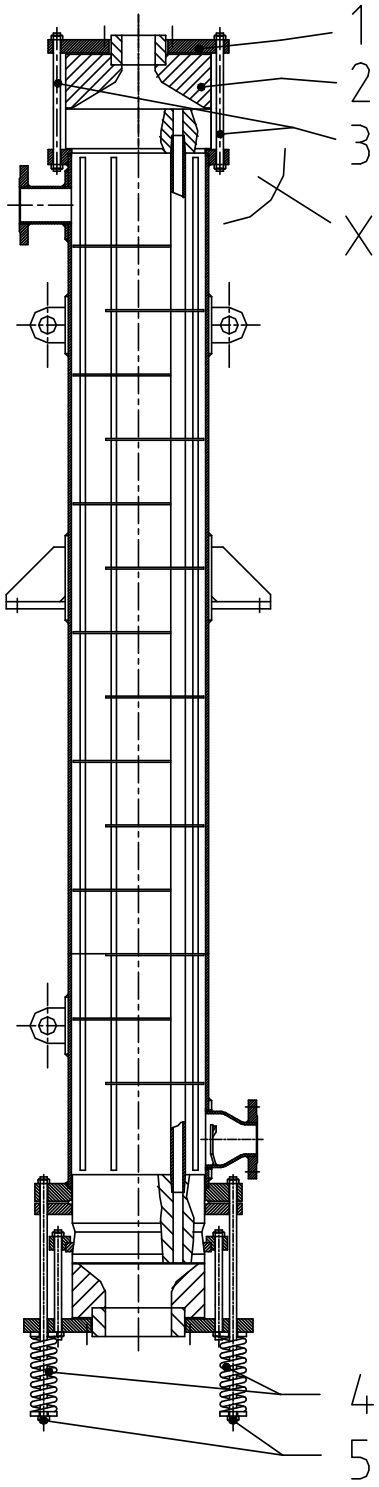
SK4217
클램프

경고 ⚠ **스프링의 제거시, 볼트는 스프링을 완전히 이완한 다음 제거하여 주십시오.**

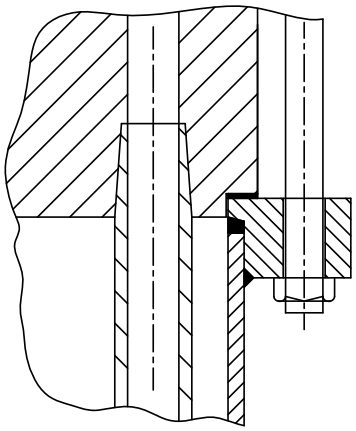
5.3.1 고정헤더 탈거

☞ **그림 4214 sheet 01**

➜ 프로세스 측의 배관을 탈거합니다.
➜ 너트(5)를 조금씩 풀어 스프링(4)을 완전히 이완합니다.
➜ 상부에 위치한 타이로드(3)를 풉니다. ; 볼트를 대각선 순서로 조금씩 균등하게 수 차례에 나누어 풀어줍니다.
➜ 고정끝 프랜지(1)를 탈거합니다.
➜ 헤더(2)를 탈거합니다.
➜ 연질의 바닥 위에 헤더를 내려 놓습니다.



X 상세



SK4214 sheet 01

고정튜브쉬트 (상부)

5.3.2 유동헤더 탈거

하부 헤더 하강

주의

헤더와 하부 튜브 쉬트 사이의 가스켓 교환 및 검사를 위한 경우는 헤더를 조금만 하강해도 가능합니다.

☞ **그림 SK 4218 sheet 01 (그림 A - C)**

➜ 배관을 탈거합니다.
➜ 2, 3개의 안전볼트(2)를 긴 전산볼트(4)로 교체합니다.
➜ 남아 있는 안전볼트(2) 와 유동헤더볼트(1)를 대각선 순서로 조금씩 풀고 탈거합니다.

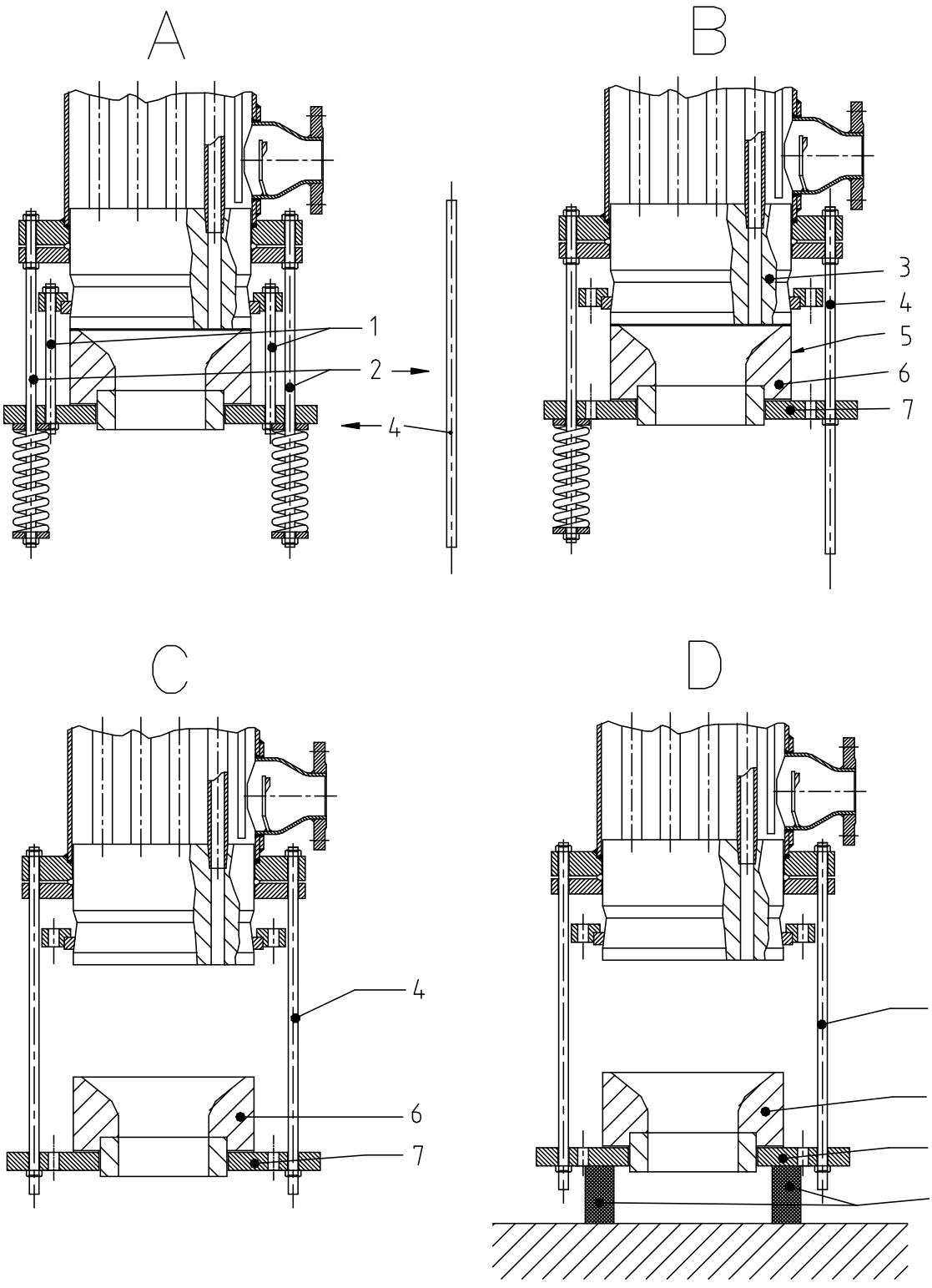
조심

헤더가 튜브 쉬트에 접착된 경우도 있으므로 무리하게 잡아끌고 밀거나 강하게 치면, 헤더에 손상을 초래할 수 있습니다. 따라서,

➜ 유동끝 프랜지(7)를 수 밀리미터만 하강합니다.
➜ 헤더의 외경부분(5)을 고무 망치로 조심스럽게 두드려 헤더(6)가 튜브쉬트(3)로부터 떨어지도록 합니다.
➜ 긴 볼트(4)를 이용하여 유동끝 프랜지(7)와 함께 헤더(6)를 더 하강합니다.
➜ 역순으로 이와 유사하게 재조립합니다.

조심

잘못 설치되거나 파손된 가스켓은 오작동과 누수를 일으킵니다. 따라서, 조립 때는 항상 사양에 맞는 새 가스켓을 사용하십시오.



SK4218 sheet 01

유동튜브쉬트로부터 헤더 탈거

하부 헤더의 탈거

➜ 헤더를 하강합니다. (“하부헤더 하강”참조)

☞ **그림 SK 4218 sheet 01 (그림 D)**

➜ 긴 볼트(4)를 이용하여 유동끝 프랜지(7)와 함께 헤더(6)를 더욱 하강하고 목재 받침(8)에 올려 놓습니다.
➜ 안전볼트(2)를 완전히 탈거합니다.
➜ 받침에서 헤더(6)를 들어 올려 연질의 바닥위에 올려 놓습니다.

주의 **무거운 헤더를 옮길 때는 클램프를 사용하십시오.**

5.4 세척

5.4.1 재질 안내

재질 열교환기에 사용된 흑연은 수지가 함침 된 흑연입니다.
이 재질은 기계적인 성질 때문에 세라믹으로 분류되기도 하므로 충격으로부터 보호되어야 합니다.

보호 정도 열 교환기는 충격으로부터 보호되어야 합니다.
어떠한 경우에도 급격한 압력 변화가 따르는 운전 및 부하는 방지되어야 합니다.

5.4.2 튜브 번들, 내부 세척

세척 안내

침적물의 두께 침적물의 두께가 한계에 이르면 튜브는 파손됩니다. 어느 정도의 침적물 두께가 문제되는지는 탄성계수(Modulus of elasticity), 침적물의 강도와 팽창계수에 달려 있습니다. 예를 들면, 석고 침적(Gypsum deposits)의 경우 1mm 이상의 두께에서 튜브 파손을 일으킵니다.

정기검사 따라서, 정기적으로 열 교환기를 검사, 세척하십시오.

흐름 저항 튜브 번들 내에서 흐름 저항이 급격히 증가하였다면, 튜브 번들의 튜브가 심하게 막힌 경우이므로 즉시 세척하여야 합니다.

헤더 탈거 튜브 번들을 검사하거나 청소를 위해서는 헤더 한 쪽 또는 양 쪽의 탈거가 필요합니다.
이 장의 탈거 조립 내용을 참조하십시오.

자격 이 작업을 위해서는 폐사에서 교육받은 사람이나 폐사의 기술가자 하도록 하여 주십시오.

세척 방법 추천

가장 최선의 세척 방법은 침적물의 성질과 상태에 따라 달라지므로 기준제시와 추천만 가능합니다.

조심

침적물은 절대로 드릴 작업하거나 눌러 떨어뜨리는 방법으로 작업 해서는 안됩니다. 튜브 벽이 침적물 보다 강도면에서 약하므로 드릴 작업 중에 손상될 수 있습니다. 드릴 중심이 이탈되어 튜브 벽을 파손하고 여러 개의 튜브들을 파손시키게 됩니다. 침적물을 눌러 제거하는 것 또한 튜브를 파손시킵니다.

화학 세척

대부분의 경우 화학 세척으로 충분합니다. 화학 세척제로 사용되는 것들은 :

- 물,
- 염산,
- 5% 가성 소다 액,
- 탈석회제 등입니다.

경고

화학세척의 경우 사용하는 화학 세정제의 부적합한 취급은 사고로 이어질 수 있습니다. 열 교환기의 부품이 손상되기도 하므로 세척제의 선정시에는 고무 라이닝, 스텐리스 스틸, 라이닝과 접촉하는 부품 재질들의 내화학성을 고려하여 주십시오.
사용 재질에 대해서는 도면을 참조합니다. 화학 세척제의 취급 시는 세척제 제조사의 안전 지시사항을 따르십시오.
가스가 발생하는 화학 세척때는 환기하여 주십시오.

고압수

고압수를 이용한 튜브 번들 세척 시 튜브 번들이 손상된 경험을 가지고 있습니다. 그 때의 이유는

- 이미 부적합하게 세척되었고
- 많은 세관회사들이 흑연 튜브 번들의 재질특성에 익숙하지 않았습니다.

따라서, 아래의 지시사항을 따르십시오. :

변수 고압수를 이용하여 세척하기 전에(전문 세척회사를 포함합니다.) 폐사에 문의하여 주십시오.

분사구 분사구는 튜브 벽 파손 원인이 되지 않습니다. 되도록, 회전 분사구를 사용합니다.

세척 압력 최대 세척 압력 : 200 bar
최대 압력에서도 세척이 되지 않는다면 폐사와 협의하여 주십시오.

드레인 세척액이 바르게 드레인 되는지 확인하여 주십시오.

완전히 막힌 튜브는 세척제가 잘빠지도록 하기 위해 하부에서만 세척되어야 합니다.
열 교환기와 시스템 구성 품들을 잘 덮어 세척수가 보온재 내부로 스며들지 않도록 하여주십시오.

조심

분사구를 20cm 이상 튜브 안쪽으로 위치한 상태에서 고압세척기를 가동하지 마십시오. 심한 압력 쇼크가 있습니다.

방해 세척 작업을 방해 받은 때는 세척 호수 등을 튜브로부터 꺼낸 다음, 튜브 입구부터 다시 세척하십시오.

자국/구멍 고압 세척을 하는 동안 항상 같은 지점을 쏘지 않도록 분사구를 끊임없이 움직여 주십시오. 고정된 분사구는 튜브벽에 흠이나 구멍이 생기게 합니다.

점검 세척 결과를 점검하십시오. 침적물은 완전히 제거 되어야 합니다. 소량의 고착 침적물이 튜브내에 여전히 잔존할 경우, 침적물 주위에 난류가 발생하고 튜브 벽을 따라 홈 및 홀이 생기게 할 것입니다.

5.4.3 튜브번들, 바깥 세척

사용 일반적으로, 튜브 번들의 바깥 쪽 세척은 냉각기로 사용될 때만 필요합니다. 이런 경우, 이 장의 추가 내용들을 참조하십시오.

가벼운 막힘 원칙적으로 튜브 번들의 바깥 세척에는 두 가지의 방법이 있습니다.

- 기계적인 역세척,
- 화학적 세척.

이러한 두 방법은 가벼운 정도의 막힘에만 효과가 있습니다.

심하게 막힘 심하게 막힌 것과 모래 및 슬럿지 등의 침적물은 이러한 방법으로도 좀처럼 제거되지 않습니다.
튜브 번들이 쉘에 완전히 틀어 막혀 있기 때문에 이러한 상태에서의 튜브번들의 분리는 튜브 번들과 바플 판의 손상을 가져옵니다.
심하게 막힌 경우는 폐사에 문의하여 주십시오.

5.5 누수탐지와 손상 분석

5.5.1 프로세스 측과 쉘 측 사이의 누수

적합한 누수 감지법의 선정

누수 감지법은

- 열 교환기의 설치 위치
- 고정 튜브쉬트의 위치
- 헤더 탈거 가능성에 따라 달라집니다.

누수 감지법은 5가지가 있습니다.

1. 감압법,
2. 쉘 측과 튜브 측에 공압 시험,
3. 튜브측에 물을 채우고 쉘 측에 공압 시험,
4. 쉘 측에 수압 시험,
5. 개별 튜브의 시험.

아래 표는 다양한 시험 방법의 적용범위를 보여줍니다. 방법은 5.5.2에 기술되어 있습니다.

열 교환기의 설치 위치	5.5.2에 따른 시험 방법
수직, 상부에 고정튜브쉬트, 마운팅 링 없음.	1, 2, 4*, 5*
수직, 상부에 고정튜브쉬트, 마운팅 링 있음.	1, 2, 3*, 4*, 5*
수직, 하부에 고정튜브쉬트, 마운팅 링 없음.**	1, 2, 3
수직, 하부에 고정튜브쉬트, 마운팅 링 있음.	1, 2, 3*, 4*, 5*
수평	1, 2, 4*, 5*

* 방법 3 ~ 5는 하나 또는 두 개 헤더가 탈거 된 경우에만 가능합니다.

** 수직설치(하부에 고정튜브쉬트, 마운팅 링 없음)의 경우, 열 교환기를 방법 3 에서 5까지 시험을 위해 시스템으로부터 분리 하십시오.

문제해결 안내

조심

문제를 해결하는 동안 손상의 진행을 막기 위해 튜브 번들, 헤더 작업을 하는 동안 이 장의 내용에 따라 관련 부품들에 대해서도 주의를 기울여 주십시오. 열 교환기 작업은 폐사에서 교육받은 사람이 하도록 하여 주십시오. 곤란한 경우가 있다면 폐사 기술팀과 협의가 필요합니다.

튜브 플러깅 파손으로 추정된 튜브는 폐사에서 교육받은 사람에 의해서만 플러깅 되거나 교체되어야 합니다. (5.8 5.9참조)

심각한 손상 많은 수의 튜브가 손상된 경우라면, 열 교환기는 폐사로 보내져야 할 것입니다. 상태에 따른 필요 시험은 폐사에서 실시될 것입니다.

파손 원인 **열 교환기의 파손 원인이 밝혀지고 조치가 취해지기 전까지는 열 교환기를 사용하지 마십시오.**

5.5.2 누수 감지법

1. 감압법

목적 기본 누수 감지

필요 장비 정밀 압력 게이지와 벤트(VENT) 밸브가 설치된 막힘 프랜지.

➜ 열 교환기 쉘 측의 배관을 분리하십시오.

➜ 쉘측 하부 배관에 물 공급용 배관과 차단밸브를 설치하십시오.

➜ 정밀 압력계와 벤트 밸브가 달린 막힘 프랜지를 쉘 상부 배관에 설치하십시오.

➜ 쉘 측에 물을 가득 채우고 벤트 밸브로 물이 흘러 넘치는 것을 확인합니다.

➜ 벤트 밸브를 완전히 조입니다.

➜ 열 교환기의 운전 압력(명판을 참조하여 시험 압력)까지 압력을 상승시킵니다.

➜ 압력 공급 밸브를 닫습니다.

➜ 압력변화를 관측합니다.

관측시간 3 ~ 6 시간 (가능하면 긴 시간)

누수 표지 3시간에 0.5 bar 이상의 압력 강하

주의 **열 교환기에 차 있는 물과 대기가 온도차가에 따른 압력 변화는 마치 경미한 누수가 있는 것처럼 보일 수 있습니다.**

➜ 시험 후 열교환기를 감압합니다.

결함이 발생한 정확한 위치를 파악하기 위해 또 다른 시험이 필요합니다.

2. 쉘 측과 튜브 측에 공압 시험

전제조건 *열 교환기가 어떠한 설치형태라도 무관합니다.*

목적 기초 누수 감지

필요 재료 압축 공기, 가스 세척 병, 막힘 프랜지.

☞ **그림 SK 4274**

➜ 열 교환기 배관을 모두 분리합니다.

➜ 플라스틱 튜브를 물이 차있는 투명 세척병과 쉘측 노즐 프랜지중 하나와 연결합니다.

➜ 막힘 프랜지를 이용하여 다른 프랜지를 막습니다.

➜ 튜브 측에 압축 공기를 넣습니다.

별도의 안전조치가 없는 경우의 최대 허용 공압 : 0.5 bar

➜ 세척 병을 관측합니다.

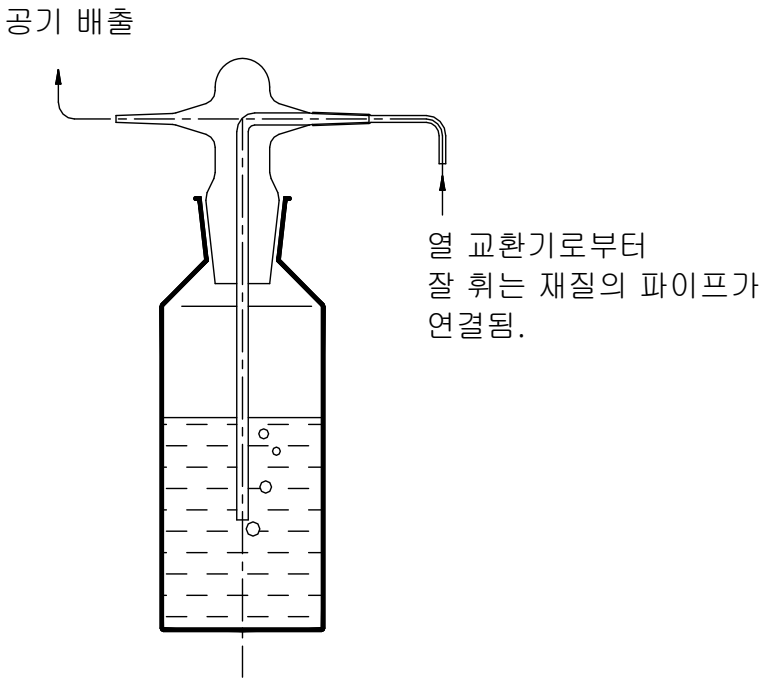
누수 표지 공기의 유량은 튜브측의 압력에 따라 변합니다. 기포의 부양이 보인다면 누수가 있는 것입니다.

주의 온도 변화는 누수가 있는 것처럼 보이게 할 수 있습니다.

따라서 ; 투명 세척병을 수분 동안 관찰하십시오.

➜ 열 교환기를 감압합니다.

결함이 발생한 정확한 위치를 파악하기 위해 또 다른 시험이 필요합니다.



SK4274
가스세척병

3. 튜브측에 물을 채우고 쉘 측에 공압 시험

전제 조건 열 교환기는 수직형이어야 하고, 상부 튜브쉬트를 관찰할 수 있어야 합니다.

목적 손상 튜브를 찾아냅니다.

필요 사항 압축 공기, 라인 차단.

주의 시험이 모든 경우에 다 가능한 것은 아닙니다. (5.5.1 참조)

➜ 하부 헤더에 연결된 배관을 탈거하고 급수관을 연결합니다.

➜ 튜브 측에 상부 튜브쉬트 면과 같은 수준이 되도록 물을 채웁니다. 중성세제를 첨가하면 더욱 좋습니다.

➜ 아래 공식에 따라 쉘 측에 압축공기를 불어 넣습니다.

열교환기의 높이 (미터) × 0.1 + 0.5 bar

➜ 수면을 관찰합니다.

관찰 시간 누수 정도에 따라 2 ~ 4 시간 관찰합니다.

누수 표지 손상된 튜브가 있는 구멍에서 공기방울이 **연이어** 올라옵니다. 중성세제가 첨가된 경우는 거품이 발생됩니다.

➜ 손상 튜브를 표시합니다.

➜ 감압하고 드레인 합니다.

4. 쉘 측에 수압 시험

전제 조건 열 교환기는 수직형이어야 하고 수평형 열교환기는 누액 된 액체가 흘러 나올 수 있도록 기울여야 합니다. 하부 튜브쉬트를 관찰할 수 있어야 합니다.

목적 손상 튜브를 찾아냅니다.

필요 도구 보안경

주의 시험이 모든 경우에 가능한 것은 아닙니다. (5.5.1 참조)

➜ 하부 헤더를 탈거 합니다.

➜ 쉘 측에 물을 채우고 압력을 가합니다. (명판의 최대 시험압력을 참조하십시오.)

경고 떨어지는 물방울에는 소량이라도 제품이 포함되어 있어 유해할 수 있으므로 하부 튜브쉬트를 관찰할 때는 보안경을 착용하십시오.

➜ 하부 튜브쉬트를 관찰합니다.

관찰 시간 누수 정도에 따라 2 - 6 시간.

누수 표지 손상된 튜브로부터 물이 흘러내립니다.

주의 쉘 측에 찬물이 있고 작업장의 습도가 높다면 튜브 표면에 수분이 응축될 수 있습니다. 이것은 튜브가 이상이 없는데도 마치 이상이 있는 것처럼 보이게 할 수 있으므로 쉘 내부 온도가 실온과 같아질 때까지 기다려 주십시오.

➜ 손상된 튜브를 표시합니다.

➜ 감압하고 드레인 합니다.

심하게 손상된 경우 해당 튜브의 상단과 하단을 플러그로 막고 시험을 계속할 수 있습니다.

5. 개별 튜브의 시험

목적 손상 튜브를 찾아냅니다.

예외 : HF1 튜브가 사용된 열 교환기.

조건 개별 튜브를 시험하기 위해 양쪽 헤더는 개방되어 있어야 합니다.

필요 기구 정밀 압력계

주의 개별 튜브의 압시험은 열교환기 형태에 관계없이 항상 가능한 것은 아닙니다.

➜ 시험할 튜브의 한쪽 끝을 전용 플러그(2)로 막고 공압 배관과 정밀 압력계가 달려있는 전용 플러그를 반대쪽 끝에 막습니다.

☞ **그림 SK 4275**

➜ 튜브 측에 압축공기로 가압합니다.

경고 너무 과다한 시험압력이 적용되면 플러그가 튕겨 날 수 있으므로 최대 허용 압력을 초과하지 마시고 플러그 주변에서 물러나야 합니다.

최대 허용 압력 : 2 bar

➜ 공급측 밸브를 닫습니다.

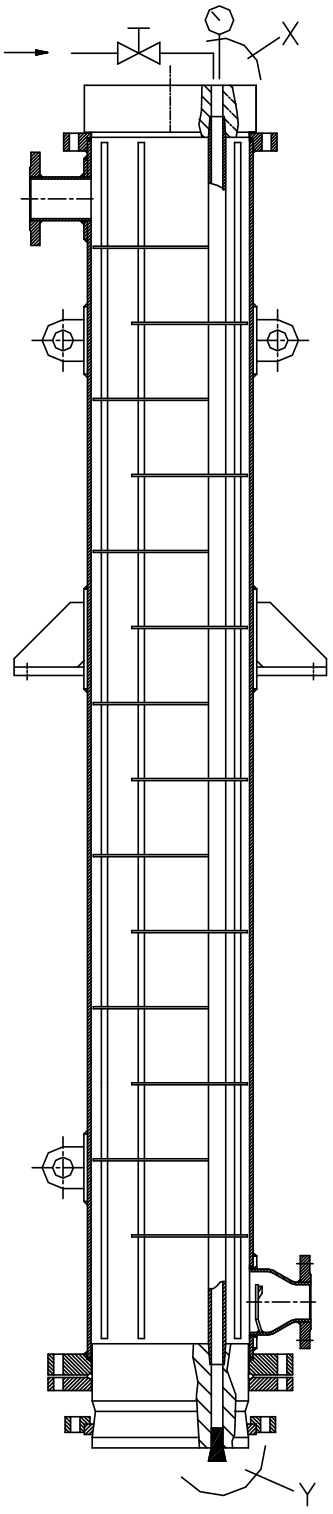
➜ 압력계의 지시 바늘을 관찰합니다.

관찰 시간 수분 동안 관찰합니다.

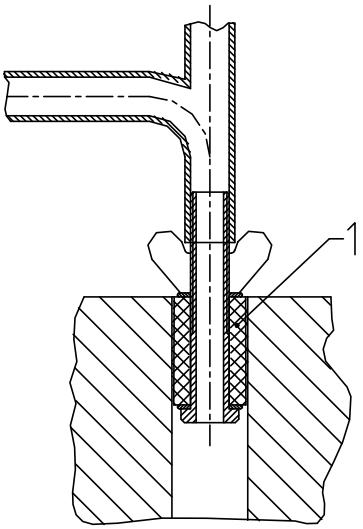
누수 표지 튜브 내 압력이 떨어집니다.

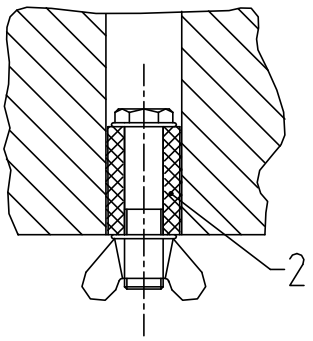
➜ 차례로 튜브를 시험합니다.

➜ 손상 튜브를 표시합니다.



X 상세





Y 상세

SK4275

튜브 개별 시험

5.5.3 열 교환기 외부의 누수

열 교환기 외부의 누수는 쉽게 감지됩니다. 누수의 원인을 찾고 수리하기 위해서는 아래 지시사항을 따르십시오.

경고

가동중인 열 교환기에서의 프랜지 작업은 사고로 이어질 수 있으므로 이 장에 기술된 작업을 하기 전에 열교환기의 운전을 중지하고 압력을 해제하여 주십시오.

프랜지 연결 부위 누수

조심

토크 랜치를 이용하여 볼트를 조입니다. 규정된 토크치 이내로 조이십시오. 볼트는 대각선 순서로 수 차례 순차적으로 나누어 조여야 합니다. 프랜지가 볼트 힘으로 들어올려 져서는 안됩니다.
잘못 선정된 가스켓과 가스켓 재질은 열 교환기의 오작동과 손상을 유발하므로 규정 가스켓을 사용하십시오.

상태	수리
볼트가 느슨함.	열 교환기 가동을 중지하고 압력을 해제한 후 볼트를 조이십시오.
가스켓과 씰링 면이 손상되거나 깨끗하지 못함.	씰링 면을 깨끗이 하고 손상이 있는지 확인합니다. 가스켓을 교환합니다. (5.6 참조)
설치 오류 : 프랜지가 정확하게 세팅되지 못하고 힘을 받고 있음.	열 교환기 가동을 중지하고 압력을 해제한 후 바로 잡아 주십시오.

헤더와 튜브쉬트에 발생한 크랙

튜브쉬트에 크랙이나 기공이 발생하였다면, 폐사로 연락 주십시오. 이것은 전문가만 수리할 수 있는 것입니다. 수리 방법은 손상정도에 따라 달라집니다. (5.10 참조)

헤더와 쉘의 표면 손상
PTFE 라이닝, 고무 라이닝에 손상이 있는 경우, 폐사로 연락주십시오.

5.5.4 파손 분석

열 교환기가 손상되었다면 손상의 원인이 밝혀지고 개선된 후에 설치, 운전되어야 합니다. 손상 원인을 밝히기 위해서는 아래 사항들이 점검되어야 할 것입니다. :

- 공정에서 열 교환기의 설치 위치,
- 배관과 계장 배치도,
- 배관 도면,
- 매체의 흐름, 조성, 온도, 압력,
- 손상이 일어난 정확한 시간와 온도 및 압력, 제어 운전, 밸브의 개폐, 운전개시 및 정지 절차, 비상 조치 등과 같은 공장에서의 중요사항 변경의 가능성,
- 운전 작업자의 관찰보고서,
- 상이한 화학제품, 상이한 운전 모드 등과 같은 장기간의 변화를 포함한 이전 운전조건과 비교된 서류상의 모든 변경사항,
- 같은 장소에 설치되었던 전 열 교환기와 비교.

추천 *손상 원인을 빠르게 찾기 위해서는 폐사에 연락주십시오. 앞에서 앞에서 언급한 모든 자료들은 폐사와 협의되어야 하며, 모든 자료는 기밀에 붙여질 것입니다.*

조심

5.6 가스켓 교환

아래의 지시사항들을 준수하지 않을 경우 열교환기의 오작동, 손상을 초래 할 수 있으므로 준수하여 주십시오.

배관 가스켓

- 항상 규정된 가스켓 재질을 사용하십시오.
- 항상 새 것으로 교환하십시오.
- 씰링 면을 깨끗이 하십시오.
- 치수는 바른지 확인하십시오.
- 배관 연결후, 응력이 없는지 확인하십시오.
- *볼트 조임에는 허용 토크를 적용하십시오.*
- 흑연 노즐은 깨지기 쉬우므로 사양에 따른 토크를 적용하여 대각선 순서로 수차례 나누어 조이십시오.

튜브쉬트와 헤더사이의 가스켓

- 헤더의 탈거를 위해 5.3를 참조합니다.
- 규정된 가스켓 재질을 사용하십시오.
- 항상 새 가스켓을 사용하십시오.f
- 씰링 면을 깨끗이 하십시오.
- 5.3에 따라 이와 유사하게 헤더를 조립하십시오.
- 볼트는 허용된 토크를 적용하여 조이십시오.
- 헤더에 물건이 부딪히지 않도록 하십시오.
- 볼트는 대각선 순서로 수차례 나누어 조이십시오.

튜브쉬트와 쉘 사이의 가스켓

이 가스켓은 폐사의 기술자 또는 폐사에서 훈련 받은 사람이 교환하여야 합니다.

5.7 카본 시멘트 작업

5.7.1 안전 사항

카본 시멘트는 2가지 요소로 구성되어 있습니다.

- 카본 분말
- 전용 수지

지정된 목적에 사용

카본 시멘트는 흑연 열 교환기 부품에만 사용하여야 합니다. 이 장에 언급된 이외의 목적으로 사용하는 것을 금해 주시기 바랍니다.

- 유독 가스가 발생할 우려가 있으므로 전용 수지에 다른 재료를 혼합하지 마십시오.
- 눈과 피부에 접촉을 피하십시오. 보안경과 장갑을 착용하십시오.
- 환기가 잘되는 작업장에서 작업하십시오.
- 전용 수지에서 나오는 증기를 흡입하지 마십시오.
- 시멘트 작업을 하는 동안 흡연, 음식물 섭취를 금지합니다. 작업장에는 담배, 음식물의 반입을 금지합니다.

카본 시멘트에 접촉되었을 경우는 무엇을 해야 합니까?

접촉 형태	조치
피부에 접촉	다량의 물로 씻어 냅니다. 중성 비누, 폴리에틸렌 글리콜 또는 에틸알콜(주정)등으로 세척하고 pH5의 보호크림을 바릅니다.
눈에 접촉	다량의 물로 씻어 내고 즉시 의사에게 조언을 구하십시오.
삼킴	즉시 의사의 조언을 구하십시오
의류에 묻음	의류에 묻어 있는 부분들을 닦아냅니다. 피부에 남아 있는 것들은 위 “피부에 접촉”에 따라 조치합니다.

환경 보호

유효기간이 지난 시멘트와 남은 시멘트는 독극물로 분류하여 처리합니다.

5.7.2 카본 시멘트 설명

카본 시멘트는 두 가지 요소로 이루어집니다. :

- 카본 분말 (고체, 분말상)
- 전용 수지 (액상)

5.7.3 보관 조건

주의

시멘트 분말은 개방된 상태에서 보관되어서는 안됩니다. 개방될 경우 굳게 되어 사용이 불가하게 될 것입니다.

경고

전용 수지는 유해하므로 음식물과 같이 보관되어서는 안됩니다.

카본 분말은 아래와 같은 환경에 보관합니다.

- 밀봉된 용기에
- 건조하고
- 35℃ 이하.

전용 수지는 아래와 같은 환경에 보관합니다. :

- 유리 또는 폴리에틸렌(PE) 제의 밀봉된 용기
- 건냉한 곳 (5 ~ 15℃)

조심

전용 수지는 아래 사항에 해당될 경우 사용되어서는 안됩니다. :

- **3개월 이상 된 경우,**
- **물이 분리된 경우(상부에 우유 빛의 수층이 있는 경우),**
- **실온(20℃)에서 교반이 매우 어려운 경우.**

5.7.4 적용

카본 시멘트의 바른 사용을 위하여 아래와 같이 사용되어야 합니다.

기구	목적
#80, #120 사포	표면을 거칠게 함
깨끗한 마른걸레와 유분이 없는 압축공기	표면을 깨끗이 함
고무 비커, 스테인리스 칼, 유리 또는 PTFE 봉	혼합
전기 방열기, 적외선 열등	경화

주위의 온도와 재료의 온도 : 18 에서 35 ℃

➜ 사포를 사용하여 시멘트 접착 할 부위의 표면을 거칠게 하고 분진을 불어 냅니다.

정도 기름이 있는 표면은 효과적인 접착 작업에 방해가 되므로 표면은 건조하고 유분이 없어야 합니다. 연마된 면은 맨손으로 만지지 않도록 합니다.

사용량 혼합과 동시에 경화가 시작되므로 다음 30 ~ 45분 동안 사용할 정도의 량만 혼합하십시오.

➜ 혼합 용기에 전용수지, 흑연 분말을 차례로 넣고 부드럽고 쉽게 펴지는 연고상이 될 때 까지 완전히 혼합하여 주십시오.

혼합 중량비 ; 약 1 : 1

혼합 봉으로부터 쉽게 흘러내린다면 알맞게 혼합된 것입니다.

주의

시멘트 사용이 불가한 경우는 :

- **접착할 부분에 시멘트를 바르기가 불가능하거나 수리부분이 부서져서 조각이 된 경우.**
- **혼합비에 따른 혼합이 불가능 할 때.**

➜ 고정칼을 사용, 접착이 필요한 부품 표면에 시멘트를 바릅니다.

➜ 실온(15 ~ 30℃)에서 접착 부품을 누릅니다. 필요한 경우 고정합니다.

➜ 최소 12시간동안 방치한 다음 뭉툭한 기구로 눌러보아 상태를 점검합니다. ; 눌림이 없어야 합니다.

➜ 시멘트 부위에 열등, 열풍기, 적외선 램프 등을 설치하여 경화합니다.

경화 온도	시간
60 ℃	12
80 ℃	8
100 ℃	6
120 ℃	4

5.8 파손 튜브의 플러깅

파손된 튜브는 대개의 경우 즉시 교체해야 할 사항은 아닙니다. 플러깅 작업이 훨씬 빠르고 적은 비용이 소요될 수 있습니다.
차후에 플러그 제거 및 튜브 교체가 가능합니다.

조심 **잘못 교체된 튜브는 열 교환기 및 튜브 번들에 손상을 가져올 수 있습니다. 따라서 튜브의 교체는 폐사의 기술자 또는 폐사로부터 교육받은 사람만이 하여야 합니다.**

주의 **5.2, 5.6, 5.7. 참조**

5.8.1 마모 슬리브

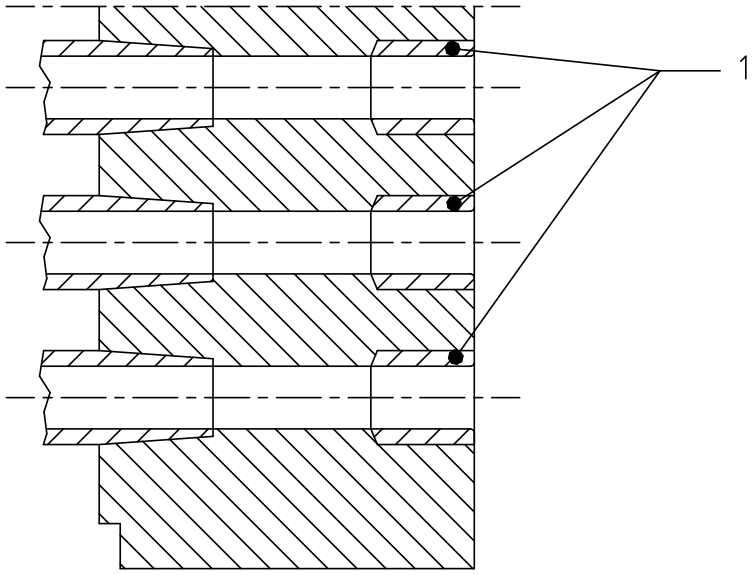
특히, 공정유체내의 입자는 열 교환기의 프로세스 유입구쪽 튜브 쉬트의 마모를 일으킵니다.
이러한 마모로부터의 보호하기위해 아래의 것들을 사용합니다.

- Upstream 마모판 (구형 열 교환기에서), 또는
- 보호 슬리브 (최근의 열 교환기).

☞ **그림 SK 4221**

마모 슬리브

마모 슬리브(1)를 제거합니다. 드릴을 사용해서 마모 보호층을 제거합니다.
그 다음 아래에 따라 플러깅 하거나 튜브를 교체하고 새 마모 슬리브를 끼웁니다.



SK4221
마모슬리브

5.8.2 플러깅 순서

특수 공구 수직형 열 교환기에는 전용 드릴, 전용 플러그가 필요합니다.

➜ 열 교환기를 드레인하고 깨끗이 세척합니다.

➜ 양 쪽 헤더를 탈거합니다.

➜ 손상된 튜브를 찾아내고 표시합니다. (5.5 참조)

주의 마모판, 마모슬리브가 장착된 열 교환기에서의 작업은 5.8.1을 참조하십시오.

➜ 전용 드릴을 사용하여 표시된 튜브의 양 쪽 튜브쉬트를 카운터보링합니다.

➜ 유분이 없는 압축공기를 이용하여 분진들을 불어냅니다.
시멘트 작업장은 물, 기름, 그리스가 없이 청결해야 합니다.

주의 **카본 시멘트 작업을 위해서는 5.7을 참조하십시오.**

➜ 플러그를 깨끗이 합니다. 플러그는 건조하고 오일등으로 오염되지 않아야 합니다.

☞ **그림 SK 4223**

➜ 튜브쉬트의 안쪽으로 약 50 mm 깊이 까지 탭 가공한 후 압축공기로 불어낸 다음 아세톤으로 닦습니다.

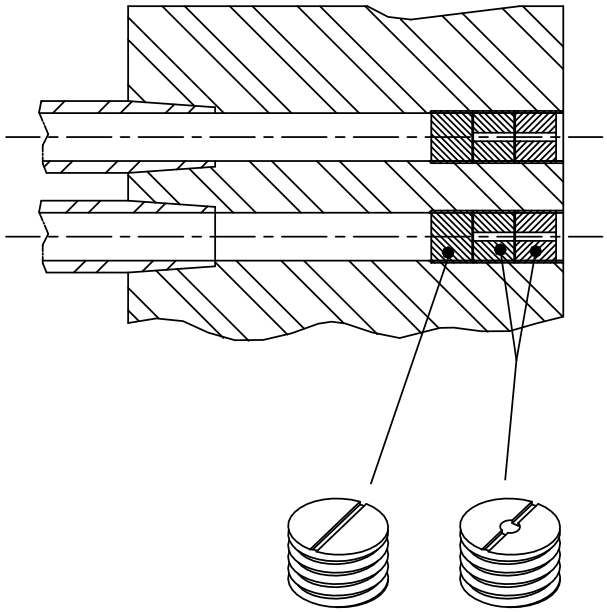
➜ 가운데 홀이 없는 플러그 1 개를 먼저 시멘트 도포 후 조립한 다음 홀이 있는 플러그 2 개를 시멘트 도포하고 조립합니다.

➜ 밀려나온 시멘트를 긁어냅니다.

➜ 시멘팅 부위를 경화합니다.

➜ 헤더를 조립합니다.

➜ 기밀 시험합니다.



SK4223
플러그

5.9 파손 튜브 교체

튜브를 교체하기에 앞서 플러깅 작업이 좋을지 검토해 봅니다.

조심

잘못된 튜브의 교체는 튜브 번들에 손상을 일으킬 수 있습니다. 폐사의 기술자 또는 폐사로부터 교육받은 사람만이 작업하여야 합니다.

주의

손상 튜브를 교체 할 때는 5.3 과 5.7절을 참조하십시오.

교체 순서

➜ 열 교환기를 드레인하고 깨끗이 세척합니다.

➜ 헤더를 탈거합니다. (5.3 참조)

➜ 표시된 파손 튜브를 확인합니다. (5.5 참조)

주의

마모 슬리브가 있는 열 교환기에서의 작업은 5.8.1을 참조합니다.

전용 공구 전용 드릴

➜ 튜브를 교체합니다.

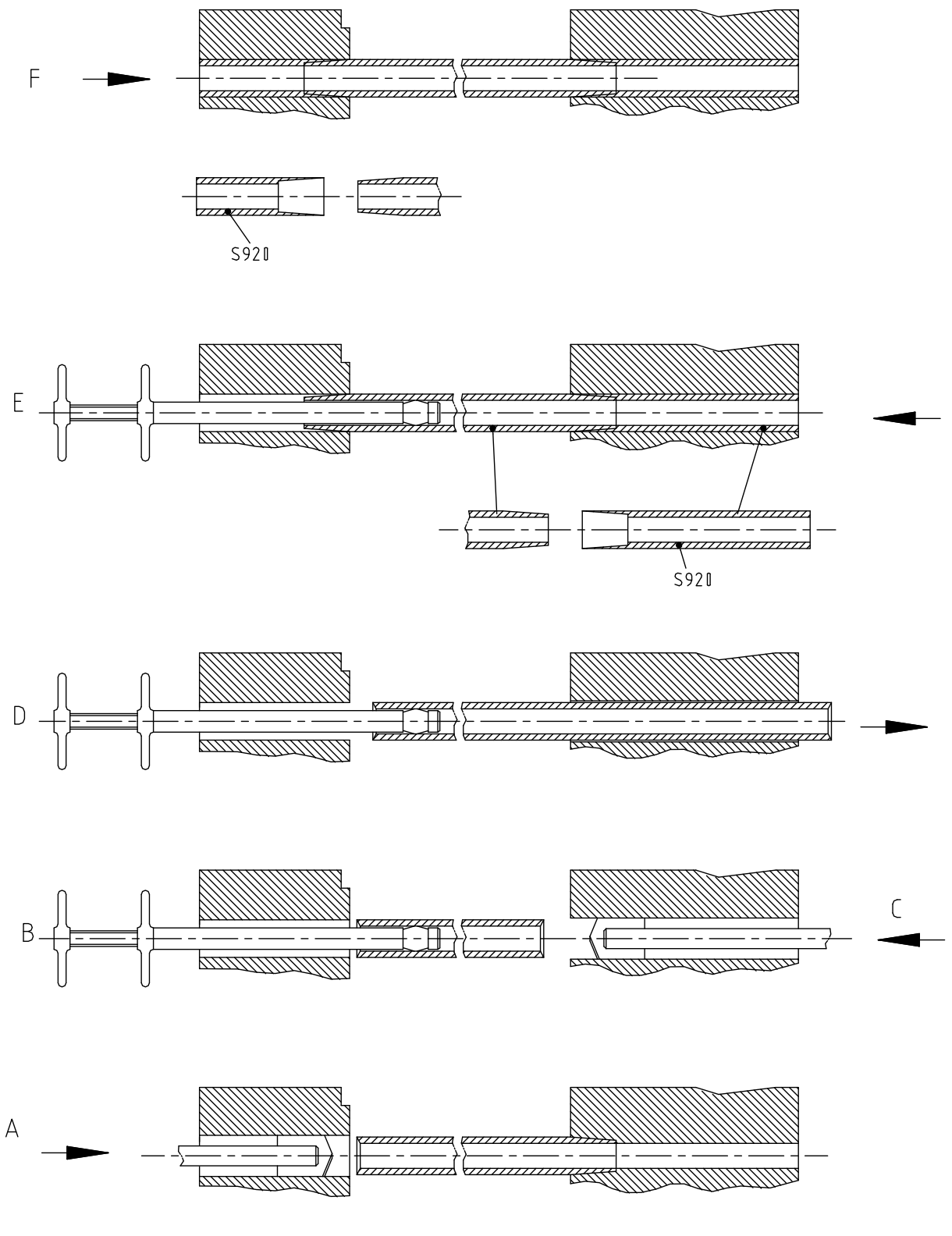
- 수평형 열교환기 :
  전용 드릴을 이용하여 드릴 작업 후, 손상 튜브를 튜브 번들에서 밀어냅니다.

- 수직형 열교환기
  상부를 먼저 드릴 작업하고 하부를 드릴 작업합니다.

☞ **그림 SK 4224**

경고 ⚠ 하부 홀로부터 드릴을 빼낼 때에는 튜브 또는 튜브 조각이 떨어져 다칠 수 있으므로 드릴의 후퇴 시에는 주의하시기 바랍니다.

➜ 튜브와 튜브 조각을 조심해서 제거합니다.
➜ 유분이 없는 압축공기를 이용하여 분진들을 불어냅니다.
시멘트 작업장은 물, 오일, 그리스가 없이 청결해야 합니다.
➜ 슬리브와 함께 튜브에 시멘트를 도포합니다.
시멘트 작업은 5.7을 참조하십시오.
➜ 튜브가 미끄러져 내려오지 않도록 합니다.
➜ 밀려나온 시멘트를 긁어냅니다.
➜ 시멘트 부위를 경화합니다.
➜ 경화 후, 튜브쉬트 안 쪽 슬리브 부분의 시멘트를 그라인딩 합니다.
➜ 헤더를 조립합니다.
➜ 기밀시험 합니다.



SK4224

튜브 교체

5.10 튜브쉬트, 헤더 수리

튜브쉬트 및 헤더의 기공과 작은 크랙은 수리가 가능합니다.
손상정도를 파악하고 최선의 수리 방법의 결정을 위해서는 폐사의 기술팀과 상의하여 주십시오.

조심

튜브쉬트와 흑연 헤더의 잘못된 수리는 열 교환기에 심각한 손상을 가져올 수 있으므로 반드시 폐사에 의해서만 수리 되어야 합니다.

5.11 폐사 공장에서 수리

경고

열 교환기는 운전을 통해 유해한 물질들을 포함, 오염되어 있을 수 있습니다. 이러한 물질들은 서비스와 수리기간 중에 대단히 위험할 수 있습니다. 열 교환기를 폐사에 보내기에 앞서, 이 장에 따라 선 조치 후 보내주시기 바랍니다.

➜ 열 교환기를 탈거하고 드레인 후 세척합니다.

➜ 납품 때와 같은 조립과 포장상태로 보내주십시오.

조심

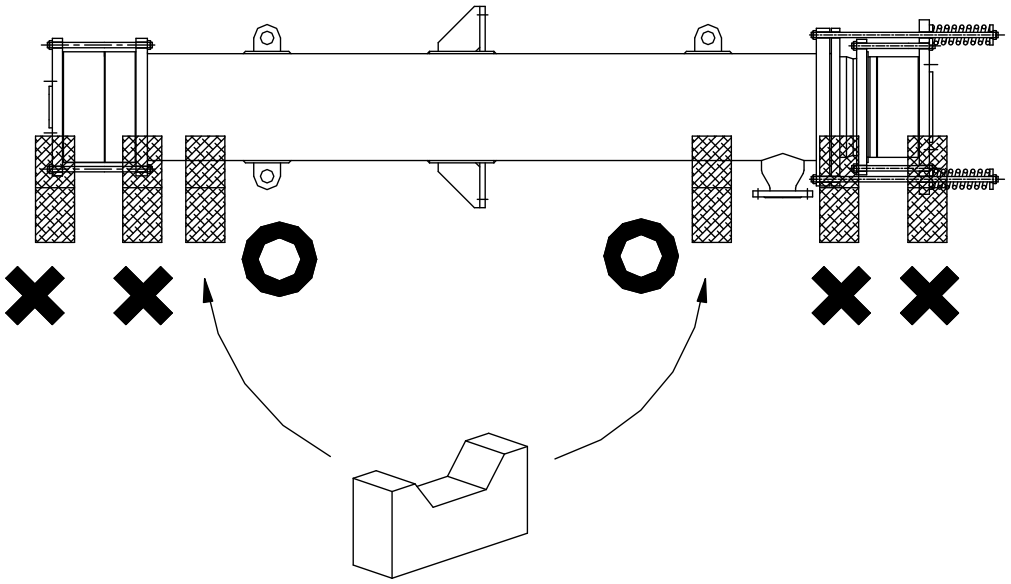
열교환기 받침목은 지정위치에 고여야 합니다.

☞ **그림 SK 4235**

➜ *10 장에 있는 "손상 및 오염 제거 시트"를 작성하시고 사본을 6장에 편철합니다.*

➜ 손상 및 오염 제거 시트를 첨부하여 열 교환기를 폐사로 보내 주십시오.

주의 폐사에서도 오염물질로 꽉 막힌 열 교환기의 청소와 수리는 불가능 합니다.



SK 4235
열교환기 받침목의 고임

5.12 서비스, 수리 작업 기록의 유지

열 교환기 수리의 불필요한 경비를 줄이기 위해 모든 서비스와 수리 작업 기록들은 유지되어야 합니다.

➜ 10 장에 서비스 쉬트가 있습니다.

➜ 서비스와 수리 작업 내용을 자세히 기록합니다.

➜ *작성된 서비스 쉬트를 6장에 편철 합니다.*

또는 보통의 종이에 정확한 내용들을 기록하여 6장에 편철해도 좋겠습니다. 사외 수리가 필요할 경우, 작업 내용 추정이 가능하도록 서비스 쉬트 사본을 폐사에 보내주십시오.

6. 작성된 양식

- 튜브 번들의 서비스와 수리 내용에 따라 10 장의 서비스 쉬트를 복사, 작성하고 이 장에 편철합니다.
- 작성된 10 장의 '손상 및 오염제거 시트' 사본을 이 장에 편철합니다.

7. 예비품

모든 열 교환기는 고유의 설치 목적이 있습니다.
이 매뉴얼에 기술되지 않은 부품의 사용이나 타사로부터 제작된 부품들의 사용은 열 교환기에 손상을 주거나 재산상의 손실을 줄 수 있습니다.
예비품을 주문하기에 앞서, 한 개 이상의 열교환기가 수리중일때, 서로의 혼용을 막기 위해서는 열교환기 명판에 보인 세부사항과 도면의 품목 리스트의 세부사항이 일치하는지 확인하여 주십시오.
폐사에서 공급하는 고유 부품만 사용하십시오. 폐사에서 교육받은 사람만 열 교환기 부품을 교체할 수 있습니다.

8 시험 성적서와 증명서

내용 :

- 압력 시험에 대한 시험 성적서
- 재질 증명서
- 도면과 부품 리스트
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

9 정기 시험과 검사

이 장은 주기적인 압력 시험과 쉘 검사에 관련한 서류를 내용으로 합니다.

내용 (운전자에 의해 준비됩니다.)

- 시험/검사용 시간표와 매개변수
- 시험/검사 보고서

10 양식

주의

양식 사용에 앞서 충분히 복사하여 사용하여 주십시오.

내용 :

- 손상 및 오염제거 시트
- 서비스 쉬트

흑연 열 교환기 서비스 쉬트

*RS 99-*_____ 일련 번호: _____

작업 내용	날짜	확인

(주)카본가람	손상 및 오염제거 시트	Edition 07/19

※ 주 의 사 항

오염 제거에 대한 모든 사항 기록과 회사 직인, 승인자의 서명이 이루어진 경우에 접수됩니다.
안전한 취급을 보증하기 위해 (주)카본가람에서의 손상 파악은 이 양식이 접수된 후에 가능합니다.

수 신 :

(주)카본가람	(주)카본가람 주문번호	: .....
[공장] 대구광역시 달성군 논공읍 논공로 391	고객 주문번호	: .....
Fax : 053-616-1061	쉘 & 튜브 열교환기type	: .....
	블록형 열교환기 type	: .....
발신 (회사) :	판형 열교환기 type	: .....
	기타	: .....
담당자 ...../Tel.....	일련번호/제작년도	: .....

※ 열 교환기는 (주)카본가람에 다음 상태가 되어야 입고 가능합니다. :
열 교환기는 세척 및 필요시 중화 되어있어야 합니다.
모든 부품들은 헐거움이 없어야 합니다.

열 교환기는 다음의 물질의 열 교환에 사용되었습니다. :

서비스 측

프로세스 측

예 **아니오** 그 물질은 ;

☐ ☐ 부식성
☐ ☐ 독성
☐ ☐ 방사성

열 교환기의 취급(80℃까지의 온도를 포함)시 수반되는 사항은 :

☐ ☐ 화재의 위험
☐ ☐ 폭발의 위험
☐ ☐ 수질을 오염 .....
☐ ☐ 대기를 오염 .....
☐ ☐ 인체에 유해 .....

☐ ☐ 이러한 물질의 취급시 특별한 안전 예방책에 대한 요구사항
.....
.....

☐ ☐ 손상된 부품/재료의 폐기 때 특별한 대책에 대한 요구사항
.....
.....

☐ ☐ 추가 의견사항
.....
.....
.....

파손 정도 :.....
.....
.....

열 교환기 보수를 위해 출고를 허가합니다.

환경에 유해한 어떠한 물질들이 들어 있지 않도록 서비스 측 및 프로세스 측이 세척되었음을 확인합니다. (주)카본가람은 압력시험을 실시할 수 있습니다. ; 압력 시험에 사용된 물을 아무런 위험 없이 하수처리 시설로 배수 할 수 있음을 확인합니다.

....

회사 직인 승인자 서명 / 날짜

11 코드, 규칙, 표준

이 장은 열교환기 운전시 따라야할 코드, 규칙, 표준들을 내용으로 합니다.

코드/규칙/표준	판 (Edition) :

12 Note/기타

쉘&튜브형 열교환기 매뉴얼

2003년 08월 20일 초판 발행
2019년 3월 25일 법인명 변경 [변경전 (주)SGL카본가람, 변경후 (주)카본가람]

발행처 : (주)카본가람

(주)카본가람의 허가 · 승인 없이
본 책자의 무단 전재와 복제를 금합니다.

[비 매 품]