

산업 응용 분야의 미네랄 스케일 용해를 위한 첨단 솔루션

"Advanced Solutions for Mineral Scale Dissolution in Industrial Applications"

1. 제목 Contents
2. 미네랄 스케일 개요 및 스케일의 축적
3. 스케일 종류에 따른 열전달 Data
4. 다양한 스케일의 분석 사례
5. S840의 용해 성능 및 화학적 특성
6. S840의 SGS RoHS & VOCs 공인분석자료
7. 화력발전소의 해수 열교환기(CCW)의 해수 및 청수 스케일 세정
8. 화력발전소의 해수 열교환기(CCW)의 해수 및 청수 스케일 세정 결과
9. 해수 담수화 설비의 해수 스케일 제거
10. 정유공장의 OWS 배관의 온라인 세정 방법
11. 정유공장 폐수(OWS) 배관의 스케일 제거 및 원유 채굴배관의 스케일 제거
12. 채굴 원유 이송 배관의 스케일 세정
13. 선박 인터 쿨러 및 오일 쿨러의 미네랄 스케일 제거
14. 소형 Shell & tube Cooler의 스케일 제거
15. 초 대형 가스 압축기 인터쿨러 및 오일쿨러의 냉각수 스케일 제거
16. 화학공장 열교환기의 냉각수 스케일의 제거
17. 압축기 핀튜브 인터쿨러의 스케일 제거
18. 해군 함정 Air Cooler / oil cooler 의 정밀세정
19. Chemical 회사 공기 냉각기의 세정
20. 철강회사의 핀튜브 열교환기의 아연 부착물 및 냉각수 스케일 제거
21. 브레이징 판형 열교환기의 스케일 제거 브레이징 및 판형 열교환기의 냉각수 스케일
22. 브레이징 및 판형 열교환기의 냉각수 스케일 부착 물질 별 세정 전 ,후 모습
23. 브레이징 판형 열교환기의 냉각수 스케일 제거방법
24. 브레이징 판형 열교환기의 구조 및 부식에 의한 손상의 예
25. 냉각수 계통 배관의 화학 세정
26. 소각장의 침출수 , 요소수, 소석회 배관의 스케일 제거 사례
27. 해수 Chlorinator Scale 및 스크린 바스켓의 어패류 제거
28. 정유 화학 공장 , 발전소의 공기 냉각기 (AFC) Fin tube 의 미네랄 스케일 제거
29. 아연 도금강관의 변색 세정 및 쿨링타워 충전재의 미네랄 스케일 제거
30. 유, 무기산에 의한 탄소강의 부식에 대한 고찰
31. S840P를 사용한 냉각수 배관의 스케일 용해
32. S840 / S840P 의 공급제품 규격 & 처리 후 폐수처리 (COD)
33. S840 부식 감량 Data-1
34. S840 부식 감량 Data-2



VIDEO Click

카메라 아이콘을 클릭하면
관련기술 동영상이 재생됩니다.



다양한 SKP의 정밀화학제품은
홈페이지에 게시되어 있습니다.

1. 미네랄 스케일 개요 및 스케일의 축적

1. 미네랄 스케일의 개요 (Executive Summary)

냉각수 시스템 (해수 포함)에서 일반적으로 발견되는 미네랄 스케일의 주성분은 탄산칼슘(CaCO_3), 탄산마그네슘(MgCO_3) 황산칼슘(CaSO_4), 및 규산질의 실리카(SiO_2)성분이 포함됩니다. 형성되는 스케일의 유형은 물의 화학적 성질, 온도 및 압력 조건에 따라 달라지며, 복합물의 형태로 열전달 및 배관의 표면에 축적됩니다. 이러한 미네랄 스케일은 열전달 효율을 감소와 냉각수의 흐름을 방해하여 에너지 소비의 증가 및 장치의 운영에 지대한 영향을 미칩니다.

산업장치의 유지보수 및 수리 빈도를 증가시키고, 에너지 효율을 감소 시키며 스케일의 축적에 따른 부식 및 침식을 가속화 시킵니다.

스케일의 축적으로 인하여 예상치 못한 운전정지와 재정적 영향 및 운영상의 과제를 해결해야 합니다.

장치에 부착된 미네랄 스케일을 용해하기 위해 염산 또는 인산을 사용할 경우에 장치의 재질 (일반적으로 철합금, 구리합금, 알루미늄 소재 등의 공존 장치)에 심각한 손상을 초래합니다. 더 나아가, 미네랄 스케일 제거제로 시판되는 유기산 베이스 화공약품 또한, 탄소강에 대한 손상을 일으킵니다. 미네랄 스케일 제거의 효율성을 높이고, 비용을 절감하며 안전, 환경을 보장하기 위해 올바른 스케일 용해 화학물질을 선택하는 것이 중요하며, 에스케이피는 혁신적인 녹색화학 친환경 스케일 용해제로써 포괄적인 적용을 보장하는 미네랄 스케일 제거제와 실용적인 정보를 제공합니다.

2. 미네랄 스케일 축적 사례



스케일 종류에 따른 열전달 Data

- 열교환기에 형성된 냉각수 스케일을 매우 다양한 복합 염 및 산화물로 이루어져 있으며, 대부분의 축적된 형성물을 낮은 열 전도도를 가지고 있습니다.
- 미네랄 스케일은 열전달 효율을 감소와 냉각수의 흐름을 방해하여 에너지 소비의 증가 및 장치의 운영에 지대한 영향을 미칩니다.

Thermal conductivity (열 전도도)	W/(m ² ·°C)
Alloys	
SUS-304 stainless steel	22
SUS-410 stainless steel	28
Alloy steel(0.34C,0.22Mn,3.53Ni,0.39Mo,0.05Cu)	
Carbon steel(0.23C, 0.64Mn)	55
Copper	420
Aluminum	235
Deposits(부착 Scales)	
Aluminum oxide fused(Al ₂ O ₃)	3.6
Analcite(Na ₂ O·4SiO ₃ ·2H ₂ O) 규산염(방비석)	0.19
Calcium carbonate(CaCO ₃)	0.14
Calcium phosphate[Ca ₃ (PO ₄) ₃]	0.55
Calcium sulfate(CaSO ₄)	0.21
Ferric oxide(Fe ₂ O ₃) 산화철	0.09
Magnesium oxide(MgO)	0.17
Magnesium phosphate[Mg ₃ (PO ₄) ₃]	0.33
Magnesite(Fe ₃ O ₄)	0.45
Porous materials Quartz(SiO ₂)	0.24
Serpentine(3MgO·2SiO ₂ ·2H ₂ O) 규산염(사문석)	0.16

- 미네랄 스케일 및 금속 산화물의 열전달 계수는 매우 낮습니다.
- ECOS- S840 은 스케일 및 금속 산화물 용해제입니다.

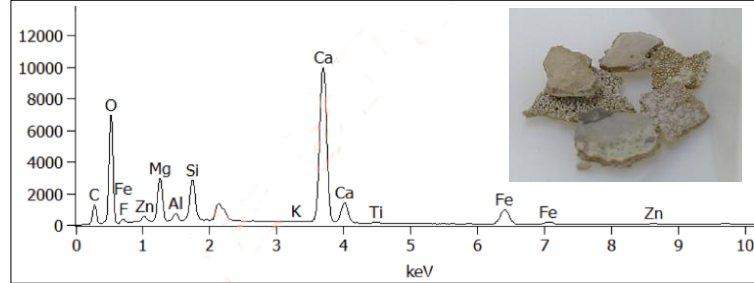
- 알루미늄: 알루미늄의 열 전달 계수는 특정 합금 및 기타 요인에 따라 일반적으로 약 20-25 W/(m² · °C)입니다. 산화알루미늄(Al₂O₃)의 열 전달 계수는 일반적으로 약 0.5-1 W/(m² · °C) 로 훨씬 낮습니다.
- 탄소강: 탄소강의 열 전달 계수는 특정 합금 및 기타 요인에 따라 일반적으로 약 5-7 W/(m² · °C) 입니다. 탄소강 표면에 형성되는 1차 산화물인 산화철(Fe₂O₃)의 열전달 계수는 일반적으로 약 0.5-1.5 W/(m² · °C) 입니다.
- 구리: 구리의 열 전달 계수는 특정 합금 및 기타 요인에 따라 일반적으로 약 35-40 W/(m² · °C) 입니다. 구리 산화물(CuO)의 열 전달 계수는 일반적으로 약 0.5-1 W/(m² · °C) 로 훨씬 낮습니다
- 탄산칼슘의 열전달 계수는 탄산칼슘의, 열전달 과정의 특정 조건(예: 온도, 압력, 유속) 및 불순물이나 오염 물질의 존재에 따라 다르나, 금속에 비하여 수십배 낮습니다.

금속 소재 Vs 스케일	열 전달 계수 W/(m ² · °C)
알루미늄(Al)	20~25
산화알루미늄(Al ₂ O ₃)	0.5~1
구리(Cu)	35~40
구리 산화물(CuO)	0.5~1
탄소강(Fe)	5~7
산화철(Fe ₂ O ₃)	0.5~1.5
탄산칼슘(CaCO ₃)	0.14

다양한 스케일의 분석 사례

- 세정제 선정에 앞서 대상 장치의 재질 및 스케일의 성분을 확인이 선행되어야 합니다.

Elemental Analysis by SEM-EDX ✓ 칼슘 마그네슘 위주의 스케일



Composition	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	Zn
Wt(%)	5.33	49.28	5.86	0.76	4.56	0.09	26.03	0.25	6.63	1.24

Calcium (CaCO ₃)	-----	62.64 wt%
Magnesium (MgCO ₃)	-----	19.59wt%
Silicon (SiO ₂)	-----	9.40wt%
Aluminum (Al ₂ O ₃)	-----	1.38wt%
Iron (Fe ₂ O ₃)	-----	5.00wt%
Titanium (TiO ₂)	-----	0.40wt%
Zinc (ZnO)	-----	1.49wt%
Potassium (K ₂ O)	-----	0.10wt%



다양한 미네랄 스케일 샘플



✓ 칼슘 및 철 산화물 위주의 스케일

Ca	Fe	Mg	Na	K	Zn	Si	Cu	Al	합계
35.35	23.74	6.32	17.11	6.48	1.39	2.63	5.16	1.81	100.00

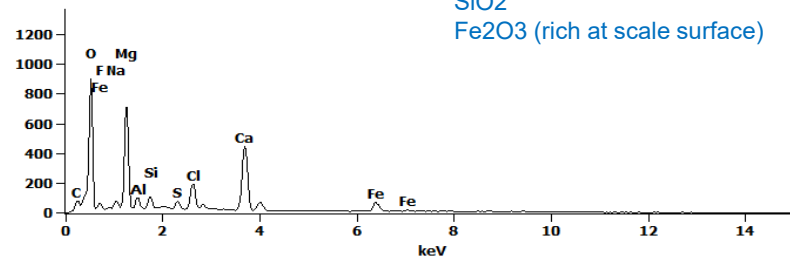


Image Name: **desalinator**
 Image Resolution: 512 by 442
 Image Pixel Size: 0.52 μ m
 Acc. Voltage: 15.0 kV
 Magnification: 1000

MgO
 CaCO₃
 Al₂O₃
 NaCl
 SiO₂
 Fe₂O₃ (rich at scale surface)

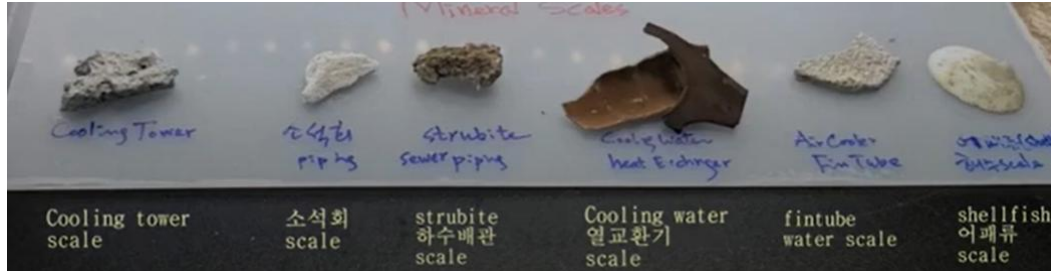
Full scale counts: 1026

Base(1)_pt1

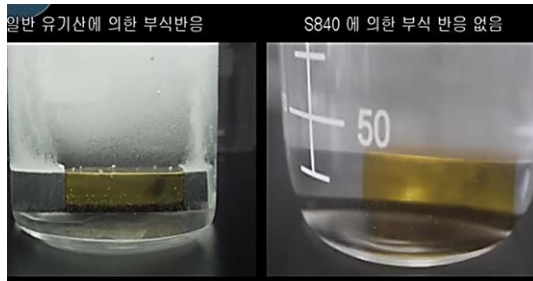


S840 의 용해 성능 및 화학적 특성

- S840 은 어떤 미네랄 스케일을 용해시킬 수 있나? 장치 재질에 대한 부식성은?



- S840의 탄소강 등의 금속에 대한 부식성은?



VIDEO Click

- S840의 적합한 적용 온도는?



- S840P의 적합한 사용 농도는? → 5~10wt%
- S840의 적합한 사용농도는? → 50%
- S840의 적합한 적용 온도는? → 20~40℃

ECOS-S840™ 특별한 조성된 생 분해성 미네랄 스케일 제거제로 유해 용매가 포함되어 있지 않은 수용성 제제로 광범위한 산업 세척 응용 분야를 충족합니다. 이 제품의 일반적인 용도에는 다양한 냉각기, 열교환기, 쿨링타워, 파이프, 등에 부착한 미네랄 스케일을 제거합니다. 제거할 수 있는 물질은 칼슘 및 마그네슘염이 포함된 담수 및 해수 스케일을 용해합니다. 산업 설비의 적용할 수 있는 재질은 알루미늄, 강철, 구리 등의 합금이며, S840은 강력한 부식방지제가 포함되어 있어서 설비에 대한 부식이나 손상이 전혀 없습니다.

세정 대상 물질 (Applicable material)

미네랄 스케일(칼슘, 마그네슘염 등) 및 금속의 산화막(녹), 무기질 잔류물, 해수 스케일, 냉각수 스케일 등

- 유기산 산성의 미네랄 스케일 제거제로 친환경 세척제
- 부식성의 무, 유기산을 대체하는 안전한 세척제
- 식물 추출 유기산의 세척제로, 생분해성(biodegradable) 임

중금속 및 유기 용제 free

SGS

Test Report No. F690101/LF-CTSAYGA23-03728

Issued Date : 2023. 07. 21

Page 2 of 3

Sample No. : AYGA23-03728.001
Sample Description : ECOS-S840
Item No./Part No. : N/A
Materials : Liquid



VOCs(Volatile Organic Compounds)

Test Items	Unit	Test Method	MDL	Results
Benzene	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Carbon Tetrachloride (=Tetrachloromethane)	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Chloroform (=Trichloromethane)	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
1,2-Dibromoethane	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
1,2-Dichlorobenzene	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
1,4-Dichlorobenzene	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
1,2-Dichloroethane	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
1,2-Dichloropropane	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Tetrachloroethene (=Tetrachloroethylene, PCE)	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Toluene	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Trichloroethylene (= Trichloroethene, TCE)	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Methylene Chloride (=Dichloromethane)	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	1	N.D.
Vinyl Chloride	mg/kg	EPA 5021, 8260, GC/MS	2	N.D.

NOTE: (1) N.D. = Not detected. (<MDL)
(2) mg/kg = ppm, ug/kg = ppb, mg/L = ppm
(3) MDL = Method Detection Limit
(4) - = No regulation
(5) ** = Qualitative analysis (No Unit)
(6) Negative = Undetectable / Positive = Detectable
(7) The results shown in this test report refer only to the sample(s) tested unless otherwise stated.
This test report is not related to Korea Laboratory Accreditation Scheme.

Product Name : ECOS-S840
Item No./Part No. : N/A
Received Date : 2023. 07. 13
Test Period : 2023. 07. 13 to 2023. 07. 21
Test Results : For further details, please refer to following page(s)

Tony Park

Billy Oh

Technical Manager / SGS Korea Co., Ltd

SGS

Test Report No. F690101/LF-CTSAYGA23-03722

Issued Date : 2023. 07. 21

Page 2 of 4

Sample No. : AYGA23-03722.001
Sample Description : ECOS-S840
Item No./Part No. : N/A
Materials : Liquid



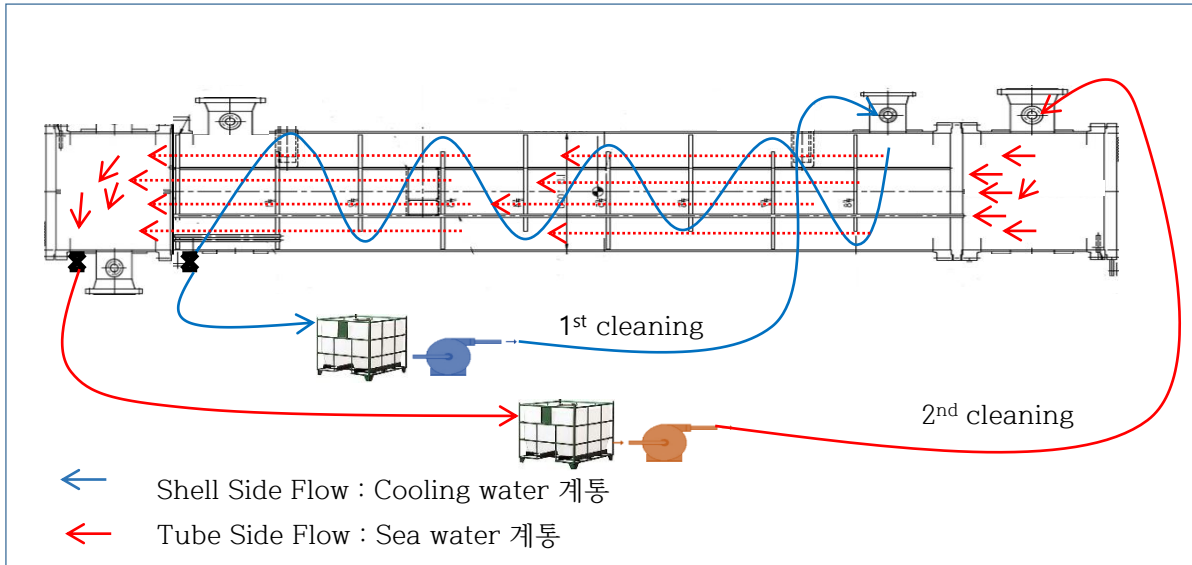
Heavy Metals

Test Items	Unit	Test Method	MDL	Results
Cadmium (Cd)	mg/kg	With reference to IEC 62321-5 : 2013, by ICP-OES	0.5	N.D.
Lead (Pb)	mg/kg	With reference to IEC 62321-5 : 2013, by ICP-OES	5	N.D.
Mercury (Hg)	mg/kg	With reference to IEC 62321-4 : 2013+AMD1:2017CSV, by ICP-OES	2	N.D.
Hexavalent Chromium (Cr VI)*	mg/kg	With reference to IEC 62321-7-2 : 2017, by UV-Vis and/or with reference to IEC 62321-5 : 2013, by ICP-OES	8	N.D.

Flame Retardants-PBBs/PBDEs

Test Items	Unit	Test Method	MDL	Results
Monobromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Dibromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Tribromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Tetrabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Pentabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Hexabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Heptabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Octabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Nonabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Decabromobiphenyl	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Monobromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Dibromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Tribromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Tetrabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Pentabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Hexabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Heptabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Octabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Nonabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.
Decabromodiphenyl ether	mg/kg	With reference to IEC 62321-6 : 2015, by GC-MS	5	N.D.

화력발전소의 해수 열교환기(CCW)의 해수 및 청수 스케일 세정



VIDEO Click



Tube side의 어패류



어패류



용해 모습



용해 완료

※ 침적 순환 세정 방법※

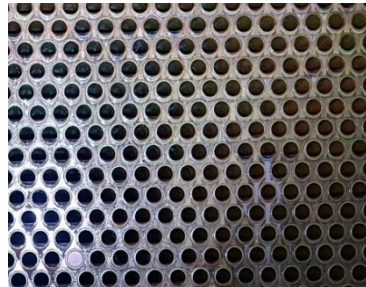
발전소의 대형 냉각수 열교환기는 해수를 사용하며, 열교환기 내부에 어패류 및 해수 스케일로 fouling 됩니다. tube pigging 및 고압 분사 튜브 노즐을 사용하는 물리적인 방법으로 세척하고 있으나, Hard 한 Scale은 제거되지 않고, 균일한 세정이 불가능하며, 대형이며 tube bundle을 취외 할 수 없는 형식이어서 shell side 스케일은 제거가 불가능합니다. SKP의 ECOS-S840 세정제를 적용하면, 모재에 전혀 손상없이 tube 및 shell side 스케일을 동시에 세정할 수 있습니다.

* 적용 세정제 : ECOS-S480 은 희생 양극인 아연 금속을 손상을 최소화 함.

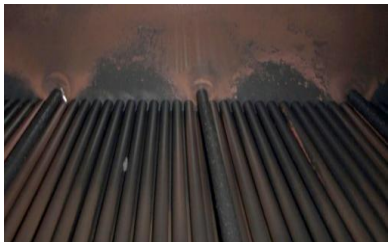
화력발전소의 해수 열교환기(CCW)의 해수 및 청수 스케일 세정 결과



세정전: tube side의 해수 스케일



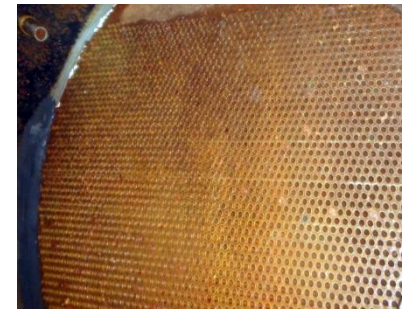
세정후: 스케일이 제거된 모습



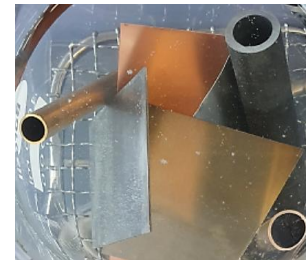
세정전: shell side의 청수 스케일



세정후: deposits 이 제거된 모습



* 적용 세정제 : ECOS-S840



Aluminum Brass tubes -
C68700 Chemical Comp. (%)
Cu 76 ~ 79 / Al 1.8 ~ 2.5 / Pb 0.07 /
Fe 0.06 max / Zn rem / As 0.02 ~ 0.06

동일한 재질의 copper alloy를 준비하여
모재 손상이 없음이 검증되었습니다.

50%-ECOS-S480 침적 Stirring Test (20hr)

20°C : 모재 감량 : 0.005g/cm²/hr 두께 감량 : <0.01um/hr
35°C : 모재 감량 : 0.005g/cm²/hr 두께 감량 : <0.01um/hr

참고 사항

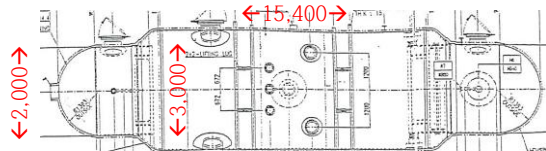
산세정에 의한 모재감량 허용 범위

(일본) - 공업용수편람 (일본) : 0.6 (mg/cm/Hr)이하

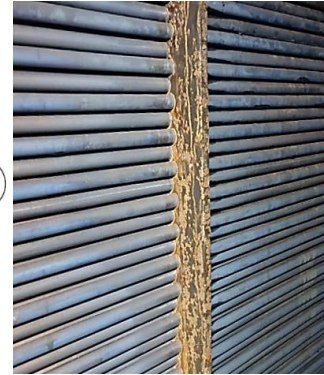
- 울전 공업연구소 자료 (일본) : 0.8 (mg/cm/Hr)이하

통상적으로 한국의 산업계에서는 산세정의 경우 모재 손상
허용 기준을 1.0~0.8 mg/cm/Hr 이하로 규정하고 있음

해수 담수화 설비의 해수 스케일 제거



Volume : 80M³

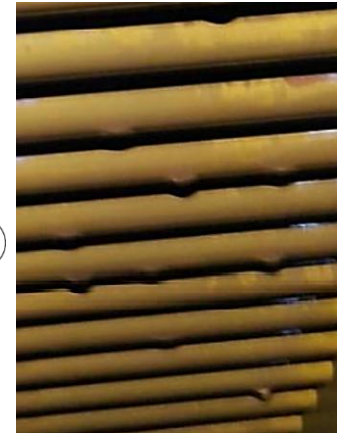


Tube Material : ASTM : A268 TP430 Ferric Stainless Steel Seamless Pipes
Water Box, Shell and Tube Plate : ASTM: AS516-70 (Carbon Steel)

MgO(31.71%), CaO(7.7%), PO₄³⁻(44.22%),
SO₄³⁻(1.14%), ZnO(4.728%),
CuO(4.656%), Fe₂O₃(1.35%)

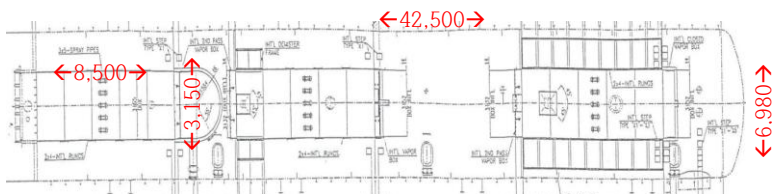


Volume : 1,600M³



Tube Material : AL-brass Alloy : C68700
Element : Cu 77.5%, Zn 20.4%, Al 2%, As 0.1%

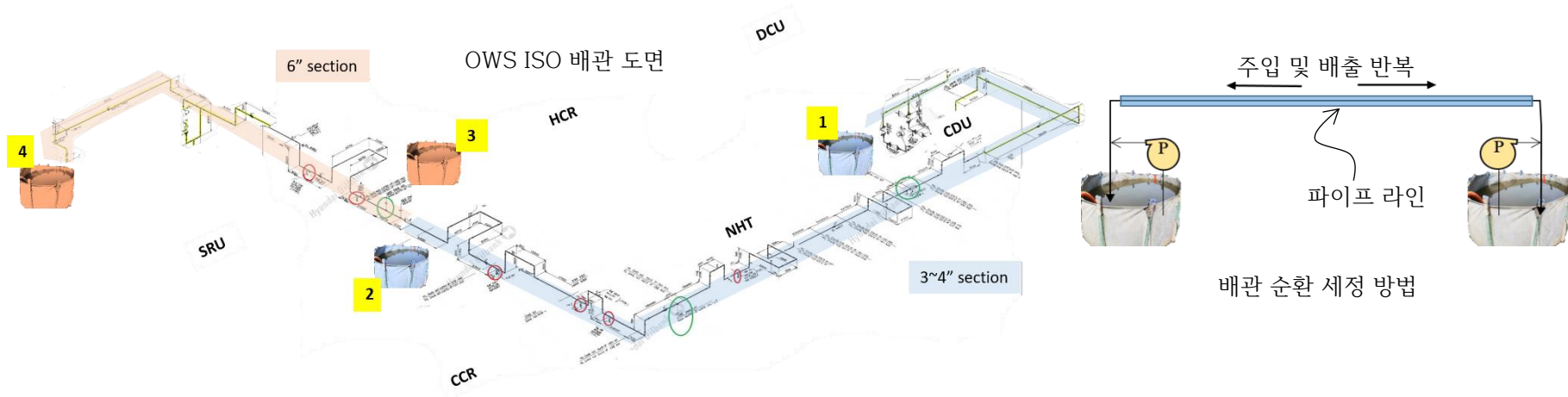
MgO, Mg(OH)₂ CaCO₃



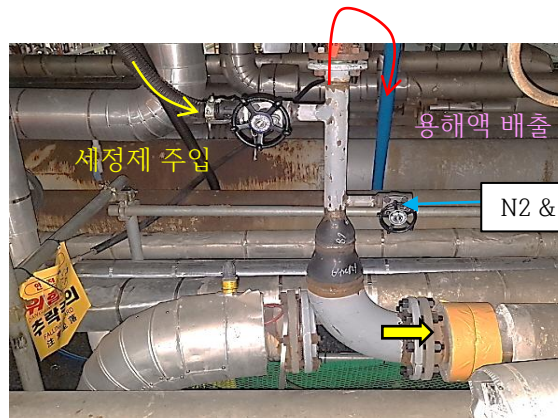
- ✓ Transformer 의 스케일은 Steam 및 condensate (응축수)에 함유된 불순물에 의해 형성되며, Evaporator 스케일은 해수에 함유된 칼슘 및 마그네슘 염이 tube 외벽에 deposition 되어 fouling 되어 해수의 증발을 저해한다.

정유공장의 OWS 배관의 온라인 세정 방법

OWS(Oily Wafer Sewer)란 정유 및 화학공장의 오일을 함유한 오수의 명칭이며, 배수조(Sump pit)에 일정 수위 까지 차면 간헐적으로 폐수처리 시설로 배출 됩니다. OWS Sump에는 공정수, 오일, 빗물 등 다양한 폐수가 유입되고 파이프라인을 통하여 배출되며, 오랜 기간(10년 이상)에 걸쳐 배관 내부에 각종 복합 스케일이 형성되어 폐수의 흐름을 방해하여 펌프의 잦은 가동에도 불구하고 배출의 장애를 일으킵니다. 해결방법은 배관의 전면 교체 없이 화학 세정을 통하여 짧은 기간의 온라인 세정을 통하여 배관의 상태를 정상화 시킨 세정 사례입니다. (배관 길이 : 약 1km)



Online Cleaning 을 위한가설배관(Temporary pipe spool) 의 연결



순환 세정을 위한 가설 세정제 탱크의 설치

정유공장 폐수 (OWS) 배관의 스케일 제거 및 원유 채굴배관의 스케일 제거



VIDEO Click



채굴 원유 이송 배관의 스케일 세정



채굴 원유 이송 배관



순환 세정을 위한 가설 배관 설치



지하 매설 배관에 세정 가배관 설치



세정제 순환용 호수 연결



세정제 순환용 탱크



스케일 용해액



VIDEO Click

* 적용 세정제 : ECOS-S840P

인도네시아의 원유 채굴 현장의 원유 이송 배관의 스케일을 세정한 사례입니다. 원유에는 다양한 물질이 함유되어 있으며, 그 성분은 무기물 로써, Ca, Mg, Fe의 탄산염 및 산화물로 예컨대 CaCO_3 , Fe_2O_3 등이며, Fe, Ca의 황화염 및 규산 복합물로 예를 들면, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ 와 같은 물질이 다년간 형성되어 배관을 폐색 시켜 원유의 이송을 불가능 하게 합니다. 운전이 불가능 할 정도로 폐색된 경우 배관을 교체 하는 경우가 일반적이나, 화학세정제로 완벽하게 세정을 수행한 사례입니다. 특히, 배관이 지상에 노출되어 있지 않고 땅속에 묻혀 있는 경우가 있어 배관의 교체 보다는 화학세정을 적용하는 것이 경제적 임이 입증되었습니다.

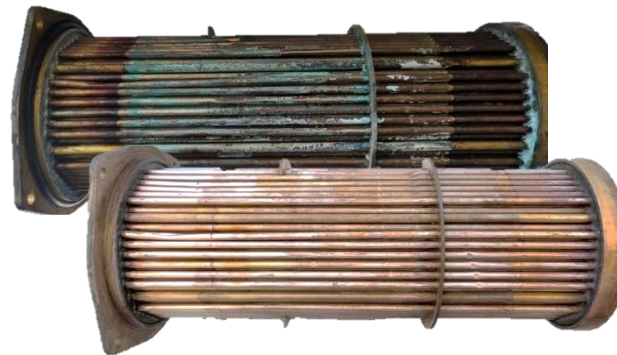


스케일로 폐색된 배관



스케일이 제거된 결과

선박 인터 쿨러 및 오일 쿨러의 미네랄 스케일 제거



VIDEO Click



튜브 번들을 침적조에 soaking
(세정 시간 단축을 위해 가온 할 수 있음)

튜브 내벽의 스케일이
용해되는 모습

불러진 스케일을 고압
세척기를 사용하여 제거

소형 Shell & tube Cooler의 스케일 제거



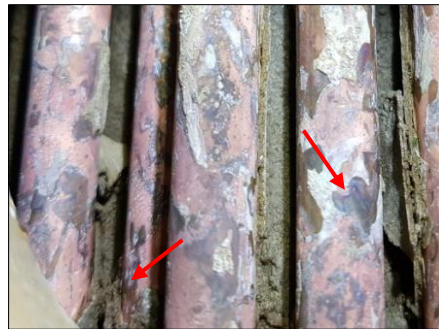
Shell side 및 tube의 냉각수 계통에 축적된 스케일
소형 열교환기의 경우 세정 방법의 적용은 채움, 침적,
순환 세정을 병행하여 시행 할 것인지를 상황에 따라
용이한 방법으로 선택합니다. 세정제 : ECOS-S840 선정
☞ 일반 유기산을 사용하면, 몸체 탄소강이 부식됩니다



채움(Fill & soak)방법으로 용해 시킴
(스케일 량에 따라 2~3회 반복)



Tube 측은 펌프를 이용한 순환
세정 방법으로 스케일을 제거

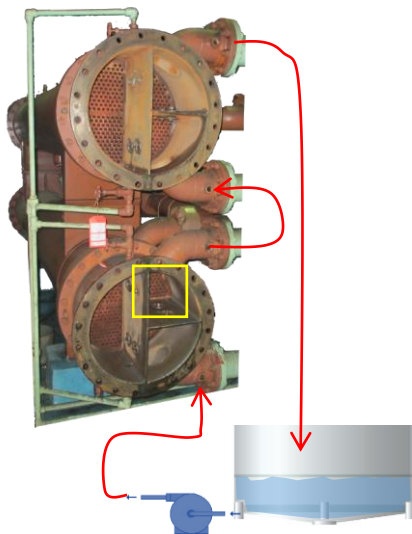
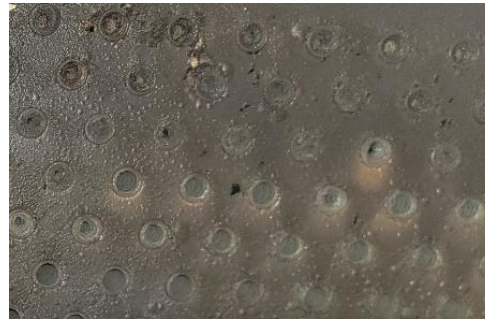


튜브 사이 및 표면에 쌓인
미네랄 스케일

▲ Before : Copper alloy tube surface covered with scale

스케일이 모재의 손상없이 완벽하게 제거된 모습

초 대형 가스 압축기 인터쿨러 및 오일쿨러의 냉각수 스케일 제거



Oil Cooler 의
순환 세정 Hose 연결 모습



화학공장 열교환기의 냉각수 스케일의 제거



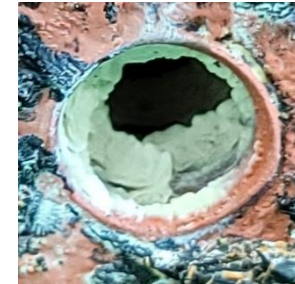
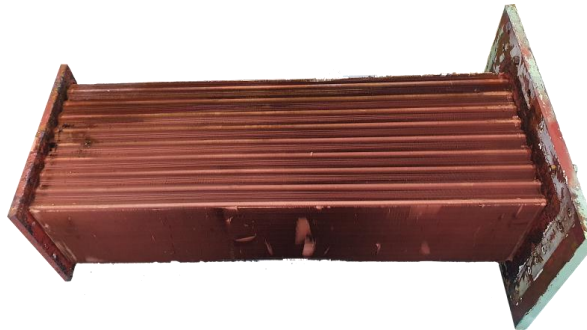
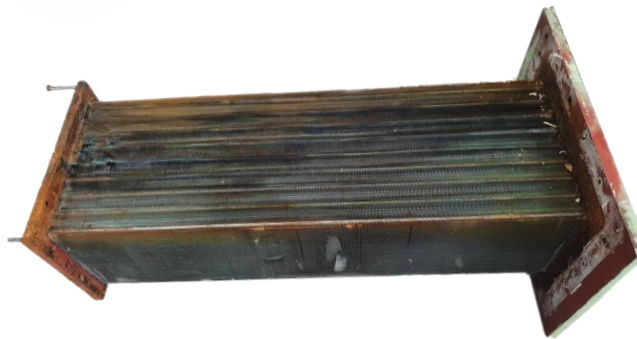
VIDEO Click



Hard Scales



압축기 핀튜브 인터쿨러의 스케일 제거



VIDEO Click

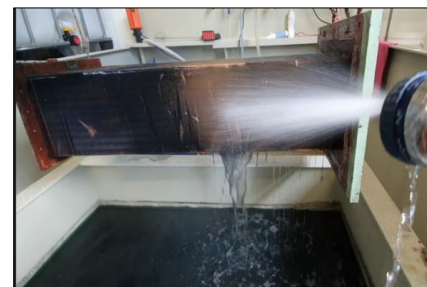
컴프레서 인터쿨러의 장기간 사용에 의해 냉각핀이 오염물이 축적 되고
냉각핀(동 or 알루미늄 재질)의 표면이 산화되어 금속 산화물이 표면에 부착됩니다.
침적세정 : 25°C, 6~12시간 / 40°C , 2 시간



침적조 및 세정제



세정액에 침적

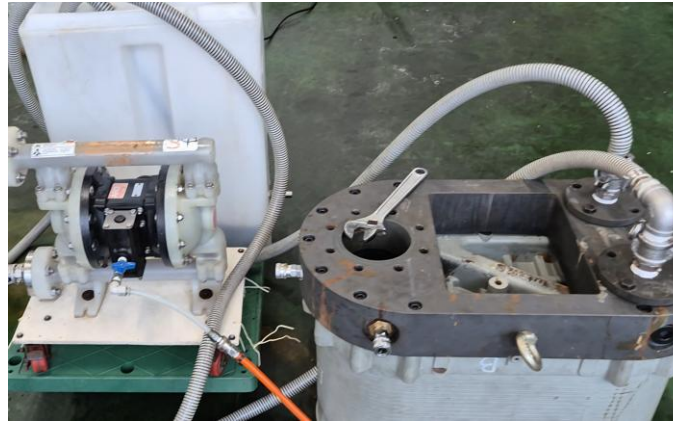
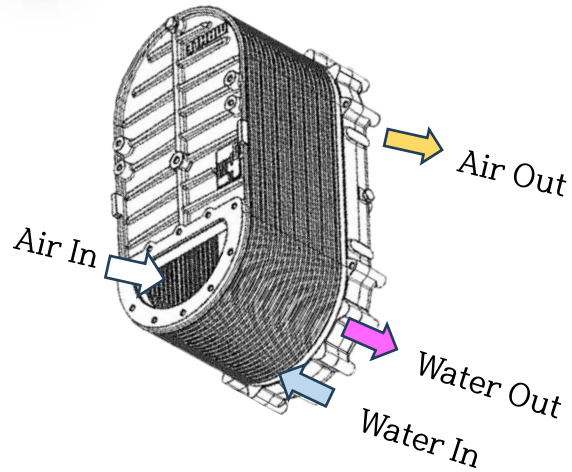


약 2시간 후 인양하여 수세



마무리 수세

해군 함정의 Air Cooler / Oil cooler 의 정밀 세정



△ 순환 세정 가설 호스 연결



VIDEO Click



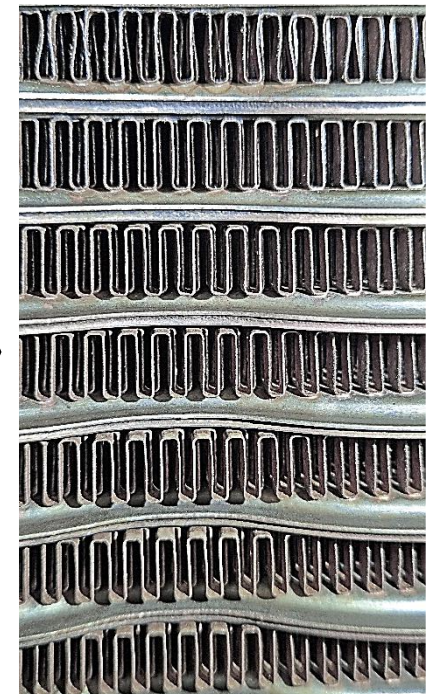
△ 세정전 Air Side



△ 세정전 Fouling 상태



△ 재발청 방지위한 방청제 처리



△ 세정 후 Clean 상태

Chemical 회사 공기 냉각기의 세정

Order No. 2432 1957	RE - 102 G (F)
Code: Ulsan 3	EKE 180.440.4.118 R 128
HS TAG ITEM NUMBER	106/2871/95
HS SERIAL NUMBER	1955
MANUFACTURE	ASME CODE SEC. VIII
MANUFACTURE	SHELL
TEMPERATURE °C	+160
PRESSURE kg/cm²	9
ATIC TEST kg/cm²	9
SH Ltr.	16150
NET WEIGHT OF WATER KG	18700 / 33750

WEIGHT (DRY/FULL OF WATER) KG
18700 / 33750



대형 공기 냉각기 세정의 예로서, 핀튜브에 부착된 분진 및 여러 종류의 협잡물로 Fouling 된 Fin tube Bundle을 완벽하게 복원한 예로서, 침적 방법은 과도한 세정제가 소요되므로 “순환 스프레이 방법”을 적용하였습니다.

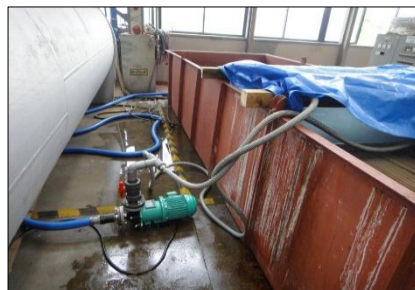
스프레이 노즐 모듈의 형식에 따라 세정 시간을 단축할 수 있습니다. 열교환기 소재는 구리합금으로 부착물의 제거와 함께 Fin의 표면에 구리 산화물도 완벽하게 세정되어 신품의 상태와 동일하게 복원시킨 사례입니다.

세정 대상 Air Cooler

세정액 용수에 dumping



세정 탱크에 장착



순환 스프레이 세정



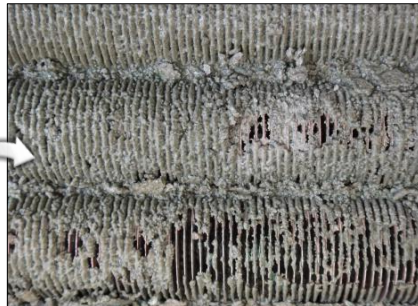
스프레이 세정 모습



세정 탱크 내부 모습



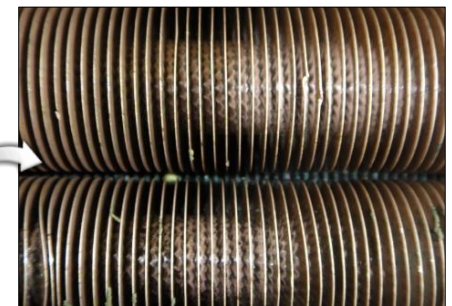
세정 전 스케일 부착 모습



세정액에 의해 용해되는 모습

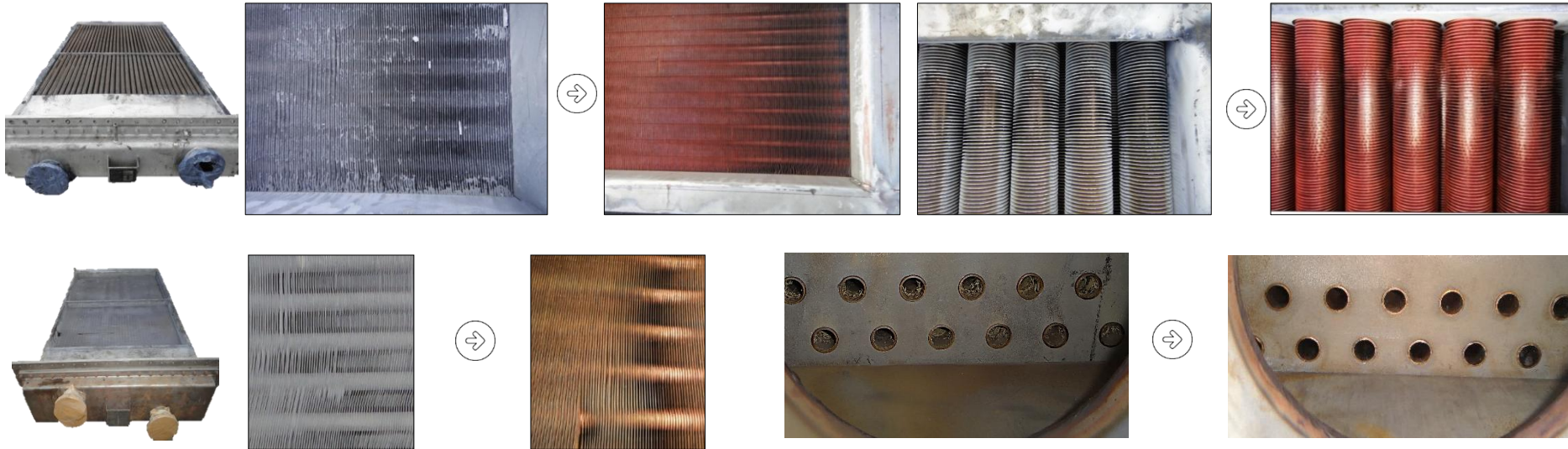


세정 완료 단계

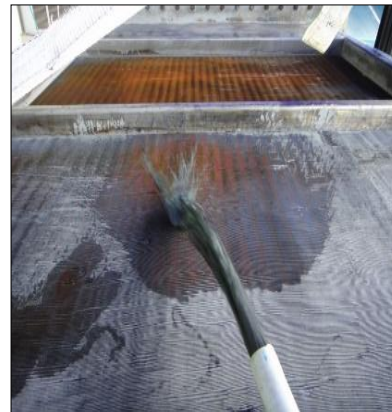


수세 후 결과

철강회사의 핀튜브 열교환기의 아연 부착물 및 냉각수 스케일 제거



냉각수 계통의 순환 세정



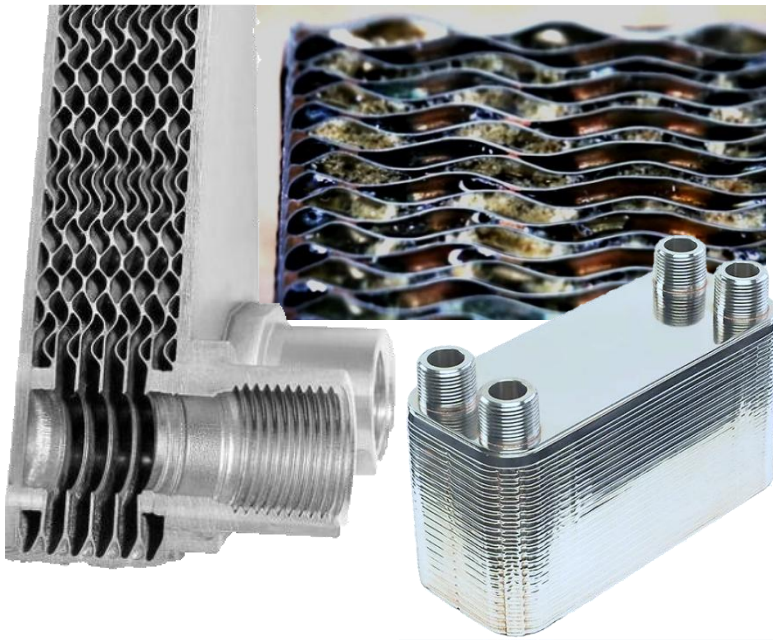
핀튜브 외부의 분사세정



Applications : Typical applications BPHE are heating, cooling and condensing.

Brazed Plate Heat Exchanger는 주로 가열, 냉각 및 응축 시스템에 사용됩니다.

- Heat extraction and heat recovery (열에너지 추출 및 열에너지 재생 분야)
- Refrigeration engineering (냉동/공조 분야)
- Oil cooling (Oil Cooling 분야)
- Hot water & process water (공정 용수 분야)
- Solar thermal systems, central heating, floor heating (태양열시스템 분야, 중앙난방분야, 바닥난방분야)
- Air drying (공기 건조 시스템 분야)
- Hydraulic oil cooling (유압기계 작동유 냉각)
- Machine & motor cooling (기계 및 모터의 냉각)
- Mold machine temperature control (금형의 온도조절 분야)
- Economizing (에너지 절약 분야)



브레이징 열교환기의 세정 *Cleaning of Brazing plate heat exchanger*

브레이징 열교환기는 높은 작동 신뢰성을 지닌 매우 콤팩트 하고, 내구성 있는 장치입니다. 그러나 열교환기의 좁은 통로에 광물, 금속 산화물 또는 스케일이 쌓여 열의 전달하는 통로가 좁아져 운전 효율이 현저히 저하됩니다. 우리는 열교환기에서 형성 될 수 있는 불순물과 용해 된 침전물을 제거하기 위한 화학 세정제 및 세정 시스템을 개발했습니다. 우리의 특유한 기술이 세계에서 가장 효과적인 열교환기에 이 기술을 전 세계적으로 사용 할 수 있게 하는 것입니다. 유지 보수 및 교체 비용을 줄이고 사용 가능한 에너지를 최대한 활용하십시오.

brazing 열교환기의 세정에 있어서 중요하게 고려해야 할 점은 부착물을 제거하기 위한 세정제 성분으로, 일반적으로 희석된 염산을 사용하게 되는데, 이것은 브레이징 재질에 손상을 일으켜 장치를 못쓰게 되는 경우가 있으며, 더 나아가, Deposits의 성분은 복합적인 염의 형태로 염산용액에서 용해되지 않는 경우가 많습니다.

SKP의 Fine chemical은 모재의 손상이 없이 Deposits만을 제거 할 수 있으며, 통수 유량의 확인을 통하여 완벽한 세척이 되었는지를 증명됩니다.

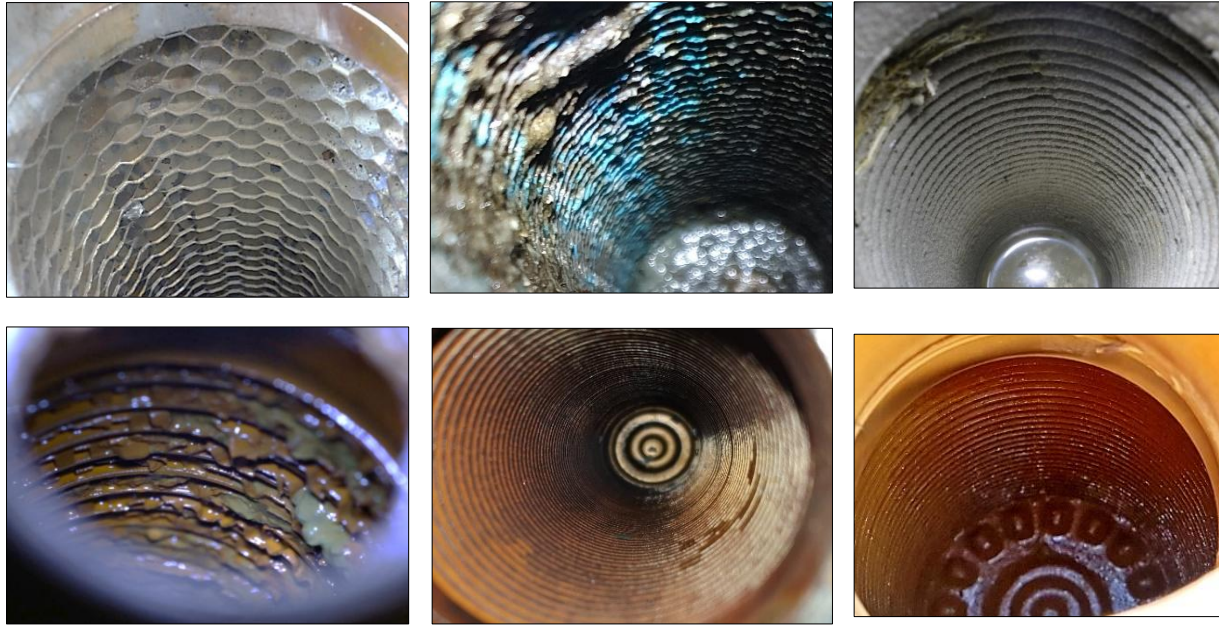
Very compactness and durable unit with high operational dependability. However, heat is reduced in efficiency due to the deposition of minerals, metal oxides, or fluid scales in narrow passages in heat exchangers, resulting in narrow channels that carry heat.

We have developed a chemical and cleaning system to clean impurities and dissolved deposits that can form in heat exchangers. It is this unique thing that enables us to use this technology globally for the world's most effective heat exchangers. Lower maintenance and replacement costs and take full advantage of available energy.

A significant consideration in the cleaning of brazing heat exchangers is the use of dilute hydrochloric acid as a detergent component to remove deposits, which often causes damage to the brazing material and results in failure of the device.

Furthermore, the components of Deposits are often not soluble in hydrochloric acid in the form of complex salts. Fine chemical of SKP can remove only deposits without damaging the base material, Confirmation of complete washing by confirming the water flow rate.

브레이징 및 판형 열교환기의 냉각수 스케일



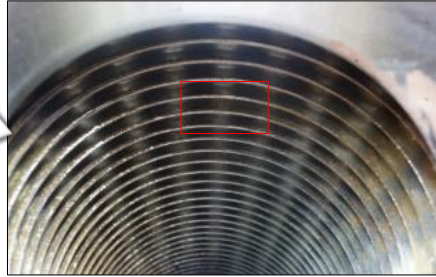
- 판형 열교환기에 형성된 냉각수 스케일을 매우 다양한 복합염 및 산화물로 이루어져 있으며, 대부분의 축적된 형성물을 낮은 열 전도도를 가지고 있습니다. 지역적 특성에 의해 화산석의 일종인 규산염을 함유할 경우 염산과 같은 강산에서도 용해되지 않는 경우가 있습니다.
- Skpchem은 다양한 성분의 스케일을 모재 손상이 없이 완벽하게 본래의 열교환기 상태로 복원할 수 있습니다.



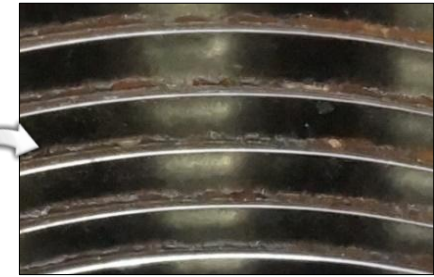
브레이징 및 판형 열교환기의 냉각수 스케일 부착 물질 별 세정 전,후 모습



✓ Before cleaning

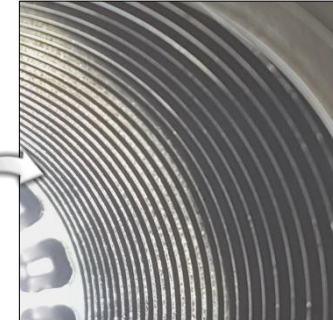


✓ After cleaning



✓ Enlarged view

냉각수에 포함된 미네랄 스케일이 열전달 표면에 쌓여, 냉각 기능을 상실한 상태이며, 본 열교환기를 초기의 기능으로 회복시킨 세정 구현 결과입니다.
The mineral scale contained in the cooling water accumulates on the heat transfer surface and the cooling function is lost. This is the cleaning result that the heat exchanger is restored to the initial function.

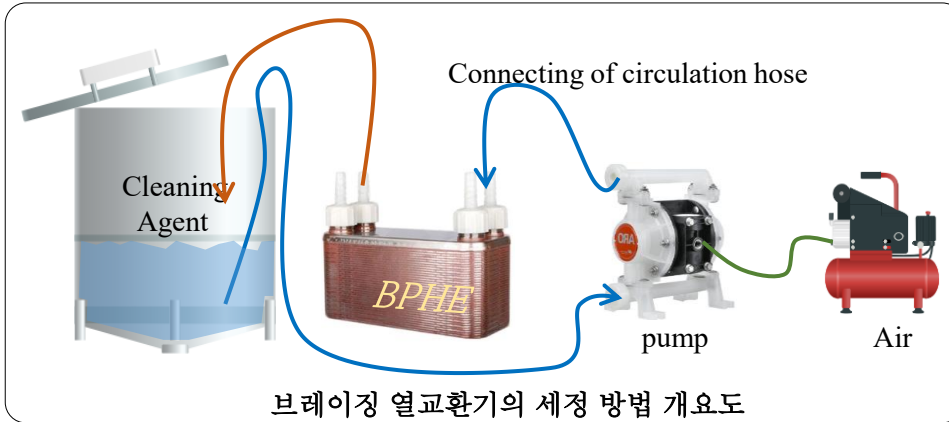


칼슘, 마그네슘, 규산염, 산화철 등이 딱딱하게 부착된 무기물 고형물(무기물염)은 열 전달율이 심하게 저하되어 얇게 부착되어 있다 하더라도 상당한 열교환 효율 저하의 원인이 됩니다. 예컨대, stainless steel 은 $22 \text{ W/(m}^2\cdot\text{°C)}$ 인데, 일반적인 부착물인 칼슘염 CaCO_3 의 열 전도도는 0.14 이며, 산화철(Fe_2O_3)은 0.09 로써, 소재의 열 전도도의 0.5% 에 불과하여 열교환 기능을 상실하게 됩니다.

브레이징 판형 열교환기의 냉각수 스케일 제거방법



VIDEO Click



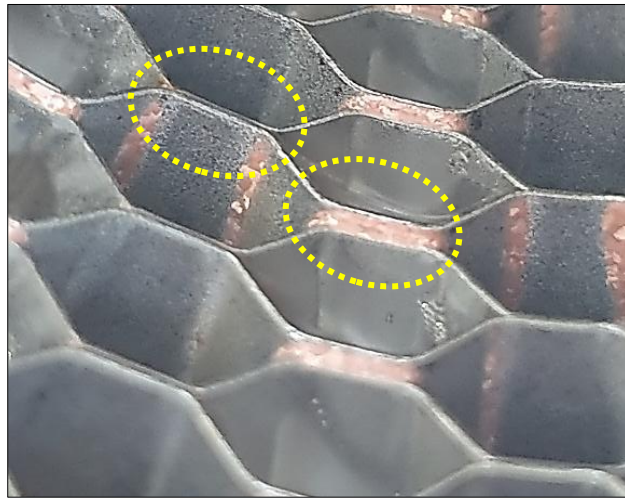
✓ 스케일이 용해되는 모습
Scale dissolved out



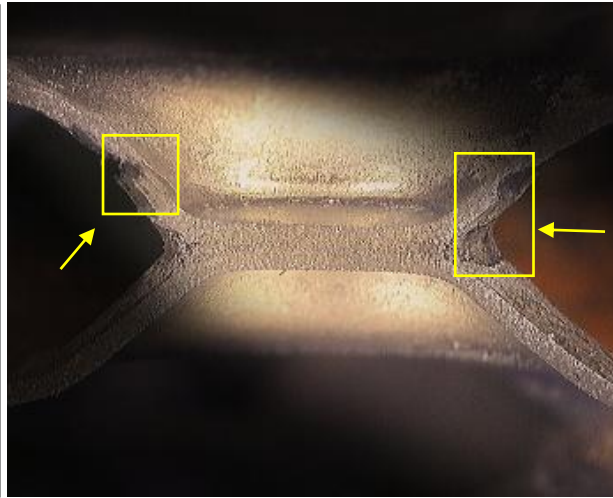
✓ 용해되지 않은 슬러지
Dissolved scale sludge

- 순환 펌프는 충분한 용량의 맥동이 있는 다이어프램 펌프를 사용하는 것이 효과적입니다.
- 순환하는 세정제의 온도 범위는 일반적으로 20~50℃ 이며, 온도가 높을수록 용해가 빠릅니다.
- 부착한 스케일(deposits)에 따라서 세정제를 적합하게 선정해야 합니다.
- 부착 스케일의 양에 따라 세정제의 농도 및 사용량을 조정 해야 합니다.

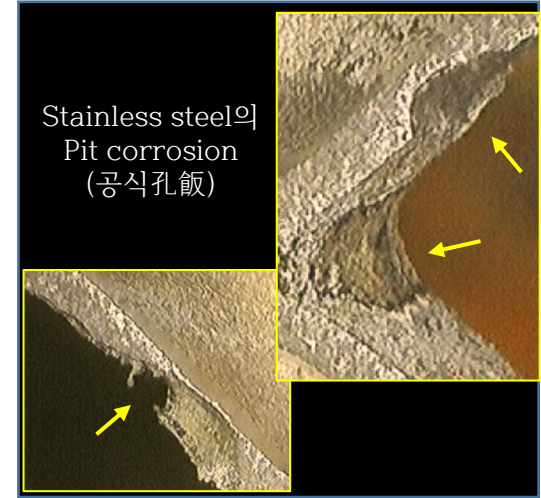
브레이징 판형 열교환기의 구조 및 부식에 의한 손상의 예



✓ Copper alloy(Cu+Zn+Sn+Pb) brazed region



✓ 부식에 의해 손상된 전열판



✓ 부식 부분 확대 사진

- 플레이트는 구리합금으로 접합되어 있으며, 염산, 질산, 황산 등의 free acid 와 접촉할 경우 접합 부위가 용해되어 유체가 서로 통하게 되어 열교환기 기능을 상실하게 된다. 따라서, 적합한 세정제의 사용 및 효과적인 세정방법이 요구 된다. 특히 Stainless steel의 경우 염소(Cl-)이온에 매우 취약하다.
- 냉각수의 deposits의 주성분은 산화철의 예이며, 전열판의 재질은 일반적으로SUS316이므로, 부식되지 않으나 브레이징 물질은 구리 또는 니켈이므로, 적합한 세정제를 사용하여야 Leakage가 일어나지 않는다. 염산과 같은 산 용액을 사용하면 SUS-316 및 구리 접합 부분에 심각한 손상을 일으킬 수 있다.

<철 및 구리와 산 용액과의 반응식>

- $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- $2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
- $3\text{Fe} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2$
- $\text{Cu} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CuCl}_2$
- $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cu} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2$

냉각수 계통 배관의 화학 세정



냉각수 탱크에 세정제 투입



냉각수 자체 순환 세정 시행



세정 전 후 냉각수 외관



냉각수 배관 manifold



자체 펌프로 순환세정



폐수 재이용 위탁 처리 업체로 배출



일반적으로 공장의 냉각수 계통은 냉각수 탱크 및 쿨링타워, 특정 장치를 위한 냉동기가 복합적으로 구비되어 있는 경우가 많으며 많은 종류의 장치들을 냉각하게 되어 있습니다. 이런 경우 각개의 장치를 개별적으로 세정하는 것이 바람직하며 비용 절감을 위해 통합하여 세정 할 경우 세정 효과가 미흡한 장치가 있을 수 있습니다. 따라서 부분적으로 Section을 나누어 세정하거나 특정 장치는 별도로 따로 세정하는 것이 효과적입니다. SKP 세정제는 기존 냉각수 펌프를 사용 할 수 있습니다.

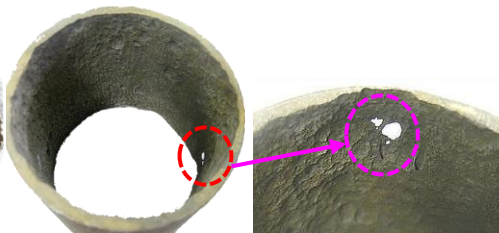
* 적용 세정제 : ECOS-S480P



국부 부식에 의한 배관 누수



배관의 부식 스케일



스케일 제거 후 핀 홀 확인



배관 내의 다양한 스케일

<주의 사항>

냉각수 배관의 설치시 배관소재의 비용 절감을 위해 백관(탄소강 소재)사용 했을 경우 일반적으로 10년 내지 15년 후 배관의 국부 부식으로 핀홀이 발생하며, 세정 작업 중 스케일이 제거 되면 누수가 발생하는 경우가 많습니다. 세정 작업 전에 이와 같은 현상에 미리 대비하여야 합니다.

소각장의 침출수, 요소수, 소석회 배관의 스케일 제거 사례



침출수 및 요소수 배관의 순환 세정을 위한 가설 배관 설치

순환 펌프로 배관 스케일의 제거 모습



세관 완료 후 수세



유량 증가 확인



압력 강하 확인

파울링 된 배관의 세정 결과의 판단은 여러가지 검증 방법이 있습니다.

1. 배관 내부의 내시경 검사
2. 유량의 증가 및 압력의 하강 확인
3. 통수량의 증가 확인
4. 세정 진행 중의 협잡물의 현탁 상태의 확인

* 상기한 검증 방법 중 선택적 방법으로 확인하게 됩니다.

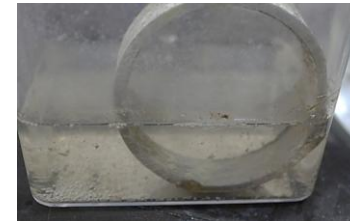
* 적용 세정제 : ECOS-S840



스케일 제거 전, 후 상태



스케일 제거 전, 후 상태



부분 침적 용해 테스트



스케일이 용해된 모습

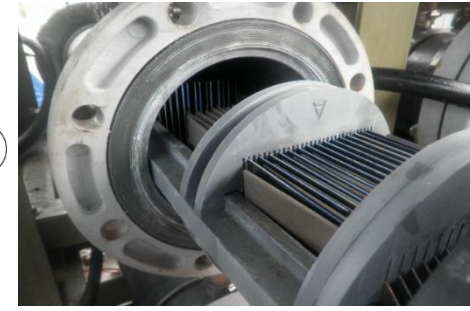
Chlorinator Scale 및 스크린 바스켓의 어패류 제거

● Example of cleaning titanium electrode by S840P



Chlorinator 전극 : before cleaning
(power plant-Korea)

Chlorinator 전극 : After cleaning



Chlorinator 전극 : before cleaning
(power plant-Indonesia)

Chlorinator 전극 : After cleaning

● Example of cleaning Screen basket by S840P



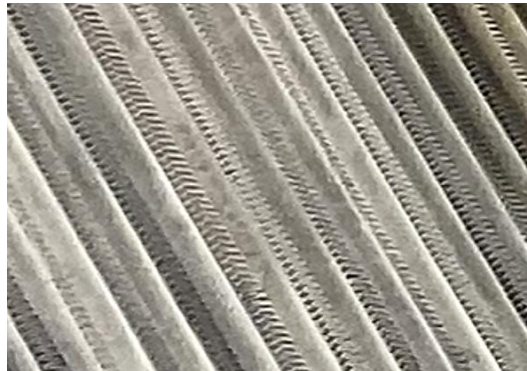
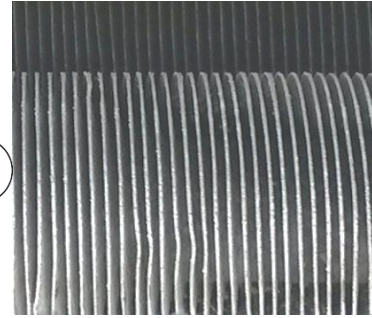
어패류 부착 발전소 해수 스크린 바스켓
(power plant-Korea)

바스켓 모듈을 분해 않고 S840P의 용액에서 침적 세정

정유 화학 공장 , 발전소의 공기 냉각기 (AFC) Fin tube 의 미네랄 스케일 제거



VIDEO Click

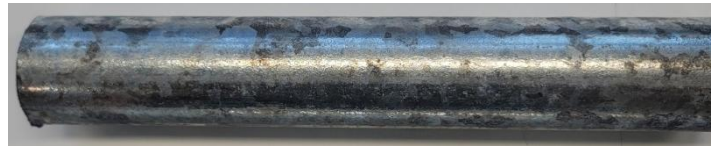


아연 도금강관의 변색 세정 및 쿨링타워 충전재의 미네랄 스케일 제거

아연 용융고금 강관 변색 및 백화 스케일 제거



VIDEO Click



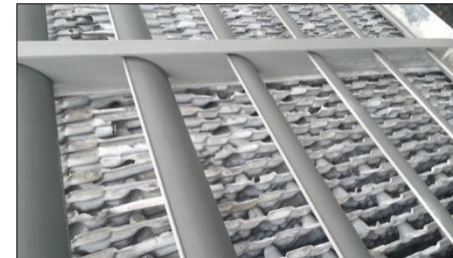
Cooling Tower 충전재의 미네랄 스케일 제거



충진재



세정 전 모습



세정 후 모습



충진재 분사 세정



* 적용 세정제 : ECOS-S840

충진재는 미네랄 스케일이 축적되어 쌓이면,
습한 조건에서 이끼류가 증식하여 공기의 흐름을 방해함

유, 무기산에 의한 탄소강의 부식

장치의 주철 재질은 주조성이 좋아 열교환기의 body, 기계장치의 cover 등으로 제작되며, 열교환기에 부착된 스케일 또는 금속 산화물을 제거하기 위해 무기 또는 유기산을 사용하는 경우가 있으나, 이때 구성 재질에 대한 부식 여부를 확인하고 적용하는 것을 강력히 권고합니다.

유기산은 일반적으로 무기산에 비하여 종류에 따라서는 저독성, 비휘발성이며, 자극성이 낮다고 인식하고 있으나, 탄소강에 있어서 심각한 부식을 초래합니다. 유기산의 예: 인산(Phosphoric) 젖산(Lactic) 구연산(Citric) 사과산(Malic) 아스코르브산 (Ascorbic)

개미산(Formic) 초산(Acetic) 프로피온산(Propionic) 술폰산(sulfamic) 수산 (Oxalic), 주석산(tartaric) etc.



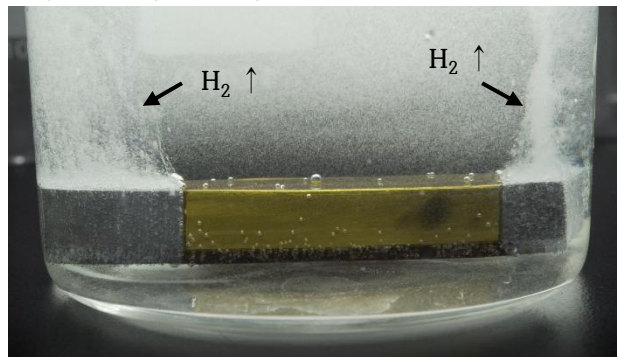
△ 주철 주물로 제작된 열교환기 cover & Body



주철 재질(GDC450)의 cover

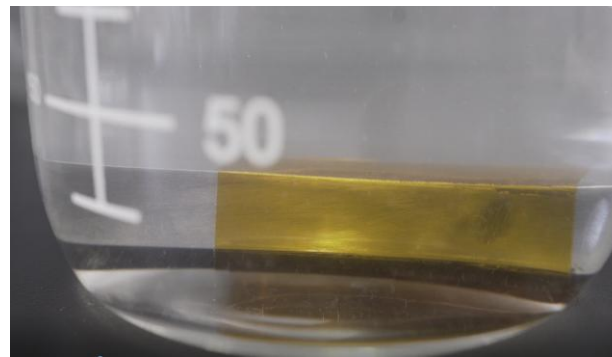


유, 무기산 부식테스트를 위해 제작된 시편

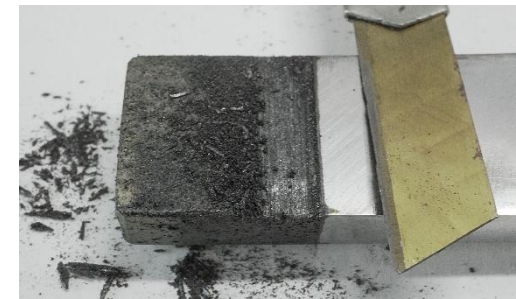


△ 유기산성액에 의해 부식되면서, 기포가 발생하는 모습 (@25°C 12 hr 침적 테스트)

Vs



△ 강력한 부식억제제가 포함된 S840의 유기산에서는 부식이 거의 발생하지 않음



부식된 부분은 칼로 쉽게 잘려짐

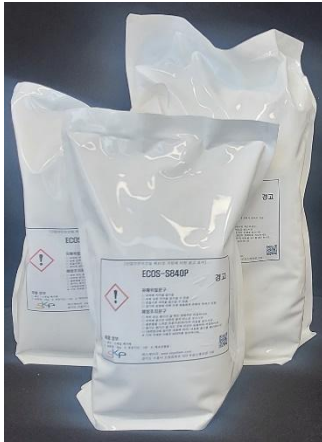
부식 평가용 시편 : Cast iron GCD450 : KS D 4302:ASTM A53665-45-12

구상 흑연 주철은 탄소함량이 높고(2.5%이상) 주조성이 좋음. 용도는 압연롤러, 철관, 차량부품, 밸브, 캠축, 장치의 덮개 등을 사용됨. 단단하고, 취성이며, 변형이 적음. 소성변형이 거의 없고, 강한 충격에 파괴됨. 주철은 미네랄 스케일 (칼슘 및 마그네슘염 등)이나 녹 (rust; 산화철 등)을 제거하기 위해 산성용액에서 처리할 경우 모재가 부식되어 심하게 부식되므로 부식이 없는 적합한 세정제인지 확인하고 사용해야 합니다.

S840P 를 사용한 냉각수 배관의 스케일 용해



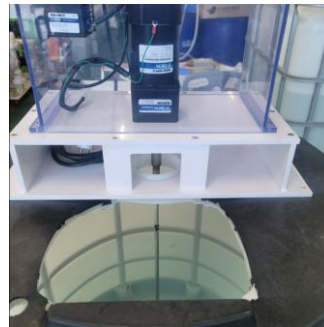
VIDEO Click



< S840P(분말타입)의 용수에 교반하여 용액으로 만드는 장치의 예시>



● 1톤 교반 용해



● 0.5톤 교반 용해



● 0.5톤 교반 장치



● 50리터 교반 장치

- S840P(분말타입) 1kg 은 미네랄 스케일 및 금속산화물 1kg 을 용해합니다.
- S840P 를 용수에 15% 용해시키면, S840 (용액타입 공급 제품) 이 됩니다.
- 대량의 미네랄 스케일을 제거하기 위해서는 S840P를 용수에 녹여 S840 용액을 만들어 사용하는 것이 유리합니다.
- S840P는 운송 및 보관이 편리하여, 특히 대형 상선 등에 비치하여 필요시 사용하는데 적합합니다.

S840 / S840P 의 공급제품 규격 & 처리 후 폐수처리 (COD)

< 포장 정보 >



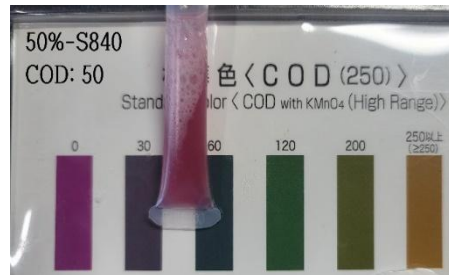
▪ S840 20kg pail 용기(액상)

▪ S840 IBC 1톤 용기(액상)

▪ S840P(분말) 3, 5, 8...kg P.E bag & 톤 백



▪ S840 (S840P 15%기준)
COD : 100ppm



▪ S840 (S840P 7.5wt%기준)
COD : <50ppm



▪ S840 폐수 중화(pH:6) 후 상등액
COD : <30ppm



- S840 원액 1kg 을 중화 시키기 위해서는 50%-NaOH 용액 0.12kg이 소요됨
- S840에 미네랄 스케일을 최대한 용해한 폐액의 경우 pH: 6으로 중화를 위해 폐수 1kg 당 50%-NaOH 0.02~0.06kg 이 소요됨.
- 스케일 용해 폐수는 위탁 또는 중화 처리 후 자체 처리.

S840 부식 감량 Data

- 부식감량 테스트 조건 : S84050%용액 (S840P7.5wt%) / 40°C 침적 / 침적시간 : 6, 24, 48시간)
- 동 및 동합금 / 탄소강 / 스테인리스강 등 모든 금속에 있어서 부식 감량은 거의 없음이 확인되었습니다.
→ 2일간(48hr) 40°C 침적조건에서 두께 감량은 0.001mm(1um)이하임.

mm/yr (mm penetration per year) mm/yr = 87.6W/DAT
mdd(milli grams per square decimeter per day)

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
NiCu10-90 C7060T	87.6	8.94	39	6	6	0.251	0.010	0.029	0.688	0.000	0.0062
	87.6	8.94	39	24	14	0.147	0.006	0.017	0.402	0.000	0.0036
	87.6	8.94	39	48	32	0.167	0.007	0.019	0.459	0.000	0.0041

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
Albrass	87.6	8.33	39	6	17	0.764	0.030	0.087	2.093	0.001	0.0174
C6870T	87.6	8.33	39	24	19	0.213	0.008	0.024	0.585	0.000	0.0049
	87.6	8.33	39	48	32	0.180	0.007	0.021	0.493	0.000	0.0041

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
copper C1220T	87.6	8.94	50	6	2	0.065	0.003	0.007	0.179	0.000	0.0016
	87.6	8.94	50	24	17	0.139	0.005	0.016	0.380	0.000	0.0034
	87.6	8.94	50	48	32	0.131	0.005	0.015	0.358	0.000	0.0032

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
A516-70	87.6	7.8	50	6	30	1.123	0.044	0.128	3.077	0.001	0.0240
	87.6	7.8	50	24	53	0.496	0.020	0.057	1.359	0.000	0.0106
	87.6	7.8	50	48	80	0.374	0.015	0.043	1.026	0.000	0.0080

- C1220T : 8.94 순 구리
- C6870T : 8.33 AlBrass Cu : 76~79 Al : 1.8~2.5 As : 0.03~0.06 Fe : 0.06 Pb : 0.07 Zn : reminder
- C7060T : 8.94 복수기용 백동 Cu : 88.7 Fe : 13 Ni : 10

S840 부식 감량 Data

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
SS400	87.6	7.85	100	6	39	0.725	0.029	0.083	1.987	0.001	0.0156
	87.6	7.85	100	24	69	0.321	0.013	0.037	0.879	0.000	0.0069
	87.6	7.85	100	48	149	0.346	0.014	0.040	0.949	0.000	0.0075

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
SUS304	87.6	7.93	100	6	20	0.368	0.014	0.042	1.009	0.000	0.0080
	87.6	7.93	100	24	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
	87.6	7.93	100	48	2	0.005	0.000	0.001	0.013	0.000	0.0001

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
USUS316L	87.6	7.98	100	6	19	0.348	0.014	0.040	0.952	0.000	0.0076
	87.6	7.98	100	24	3	0.014	0.001	0.002	0.038	0.000	0.0003
	87.6	7.98	100	48	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
SUS430	87.6	7.85	117	6	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
	87.6	7.85	117	24	169	0.672	0.026	0.077	1.840	0.001	0.0144
	87.6	7.85	117	48	127	0.252	0.010	0.029	0.691	0.000	0.0054

specimen		Density(g/cm3)	Area(cm2)	Time(hr)	Loss Weight(mg)	mm/yr	mpy	um/hr	um/day	mg/cm2/hr	mg/cm2/day
Ti Gr2	87.6	4.51	102	6	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
	87.6	4.51	102	24	4	0.032	0.001	0.004	0.087	0.000	0.0004
	87.6	4.51	102	48	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000