

RO 막의 유출 수질 개선 - Liqui-Cel Membrane Contactors를 이용한 전기이온제거(EDI/CDI)* 시스템

EDI/CDI 기술을 접목한 RO 막은 고순도 물 생산 분야에서 빠르게 수용되고 있습니다. 두 기술을 접목함으로써 전통적인 RO 혼합층 시스템 설계에 많은 이점을 제공하고 있습니다. RO-EDI/CDI 시스템의 전체 성능은 RO와 EDI/CDI 장치 사이의 용해 이산화탄소를 제거함으로써 개선할 수 있습니다. 분리막 접촉기는 일반적으로 이러한 기술과 연계하여 사용되어 유지보수가 적고 화학 물질이 필요하지 않으며 높은 순도의 물 시스템을 제공합니다.

다음 정보는 EDI/CDI와 분리막 접촉기의 일반적인 원리를 기술하며 이 공정에 관련된 기본 수 화학적 이론을 설명합니다.

RO-EDI/CDI

EDI는 수처리 산업에서 빠르게 수용되고 있는 기술입니다. 이 기술은 전통적인 이온 교환 기술과 전류를 결합시킨 막 기반 장치입니다. 전류는 주기적인 화학적 재생 공정 없이 지속적으로 수지를 재생하기 위해 사용됩니다.

이 기술은 일반적으로 RO 막과 결합됩니다. 이 개념은 전통적인 RO 혼합층 설계에 여러 가지 이점을 제공합니다.

RO-EDI/CDI 시스템은 지속적으로 고품질의 물을 생성합니다. 재생을 위해 가동을 중단할 필요가 없습니다. 이는 혼합층에서 재생 주기의 시작 및 종료 시에 발생하는 이온 유출을 제거합니다.

이러한 연속 공정은 운영을 단순화시킵니다. 반복적인 재생 주기와 관련되어 운영자 및 운영 절차가 더 이상 필요하지 않습니다.

EDI/CDI로 실현된 또 다른 큰 이점은 재생을 위해 화학물질이 필요하지 않다는 것입니다. 이 방법에서는 유해 재생 화학물질 및 전통적인 이온 교환 수지 시스템과 연관된 폐수 보관 및 폐기 비용이 들지 않습니다.

EDI/CDI는 지난 10년간 시험적인 소규모 용도에서 대규모 산업용도로 발전해 왔습니다. 이 개념은 전통적으로 전자 산업에서 고순도 물의 생성을 대상으로 하고 있었습니다. 화학물질 및 폐수 처리와 관련된 환경 규제가 점점 더 엄격해짐에 따라 이 개념은 훨씬 더 널리 수용되고 있습니다. (1)

분리막 접촉기

분리막 접촉기는 물과 가스가 서로 섞이지 않고 직접 접촉할 수 있는 소수성 막 장치입니다. 물이 분리막의 한 쪽으로 흐르고 가스는 반대쪽으로 흐릅니다. 분리막에 있는 작은 구멍 및 소수성 특성으로 인해 구멍을 통해 물이 통과할 수 없습니다. 분리막은 가스와 물이 서로 구멍을 가로질러 접촉할 수 있는 지지대로 작용합니다. 물과 접촉하는 가스의 압력과 구성성분을 조정함으로써 액체상에서 용해 가스를 가스상으로 이동시킬 수 있는 원동력을 만들 수 있습니다.

분리막 접촉기는 진공 가스 제거기나 강제 통풍 공기 제거기와 동일한 기본 작동 원리를 이용합니다. 그러나 분리막 기반 기술은 전통적인 가스 제거 탑 설계에 비해 보다 깨끗하고 작으며 안정적인 운영 시스템을 제공합니다.

분리막 접촉기는 소수성 미공성 막 구멍에서 가스상과 액체상이 서로 직접 접촉할 수 있도록 합니다. 분리막의 구멍 크기는 0.03 마이크로미터로 되어 있어 구멍을 통해 공기 중 오염물질이 통과하지 못하여 물이 오염되지 않습니다.

분리막은 가스와 액체 사이의 구조적인 경계를 제공하며 액체 유속의 변화에도 깨지지 않습니다. 이는 넓은 범위의 유속에서 안정적으로 작동할 수 있는 시스템을 제공합니다. 또 구조적 경계는 전통적인 가스 제거 탑의 패키징보다 10배가 더 넓은 단위 부피당 접촉 면적을 제공합니다. 이로 인해 분리막 시스템은 전통적인 가스 제거 탑보다 훨씬 더 작게 만들 수 있습니다. (2)

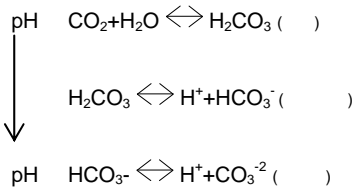
이산화탄소

이산화탄소는 RO 막을 자유롭게 통과합니다. RO 막을 통과할 때 분리되어 물의 전도성을 높입니다. EDI/CDI 장치에서 물의 유출 저항성은 유입 전도성에 비례하기 때문에 이산화탄소 가스로부터 형성된 이온 물질은 EDI/CDI에 의해 생성된 물의 유출 저항성을 낮춥니다. 또 이온 부하의 증가는 EDI/CDI가 약 전하 이온 물질(예:

붕소 및 콜로이드 규소)을 제거할 수 있는 능력에 영향을 줄 수 있습니다.

이산화탄소는 전 세계 수도 시설에서 일반적으로 발견됩니다. 이산화탄소는 MgCO₃와 CaCO₃ (마그네슘 및 탄산칼슘)가 용해됨으로써 생성됩니다. 이 화합물은 지구 상 대부분 무기물에 존재합니다. 이 화합물은 지구 지각의 무기물에 물이 흘러갈 때 물에 용해됩니다. 탄산염이 물에 용해될 때 마그네슘, 칼슘, 탄산염 이온 및 이산화탄소 가스를 형성합니다. 각각의 농도는 수자원의 pH에 따라 다릅니다. (3)

RO 막은 이온 물질을 거부하지만 이산화탄소는 막을 자유롭게 통과합니다. 막을 통과하는 용해 CO₂ 가스는 다시 이온화 됩니다. (2) 이는 물의 이온 공급원이 되며 물의 전도성을 높입니다. 아래 공식은 물에서 이산화탄소의 화학적 성질을 결정하는 반응을 설명하고 있습니다. 낮은 pH평형은 이산화탄소로 이동하고 pH가 높을 때는 이온 물질로 이동합니다.



이산화탄소 관리

물에서 CO₂의 관리는 일반적으로 두 가지 방법 중 하나로 처리됩니다. 물의 pH를 조정하여 RO 막이 이온 물질을 거부하도록 하거나 스트립

가스를 이용하여 이산화탄소를 물에서 제거할 수 있습니다.

pH 조정

RO 막에서 물의 pH를 증가시켜 평형 상태를 탄산염 측으로 이동시킬 수 있습니다. 이 과정에서 물에 이산화탄소가 거의 존재하지 않습니다. RO 막은 이온 물질을 거부하고 이산화탄소는 RO 막의 끝 부분에서 거의 또는 전혀 존재하지 않게 됩니다.

물의 pH를 조정할 때 화학물질이 물에 추가됩니다. 이는 사용 거부된 물의 오염을 증가시키며 이 물은 처리를 거쳐야 합니다. 높은 알칼리성 물은 RO 막을 더럽게 만들 수 있습니다. 이 오염을 막기 위해 일반적으로 anti-scalant를 사용합니다. 이로 인해 다시 물에 화학물질이 추가됩니다.

수질은 계절에 따라 변하기 때문에 화학물질의 추가는 이를 고려하여 조절해야 합니다. 이로 인해 pH 조절 시스템이 복잡해 집니다.

pH 조절의 주요 단점은 물에 화학물질을 추가해야 한다는 것입니다. 따라서 화학물질, 취급, 저장 및 화학물질 사용으로 인해 생성된 폐수 처리의 비용이 증가합니다.

공기 스트리핑

물에서 CO₂ 제거의 두 번째 방법은 스트립 가스를 사용하여 물에서 가스를 제거합니다. 이 방법은 전통적으로 강제 통풍 이산화탄소 제거 탑에서 이루어 집니다.

이산화탄소 제거 탑에서 물이 패킹 물질 위로 흐르고 공기를 탑에 불어 넣습니다. 물이 패킹 물질 위로 흐를 때 공기와 접촉하는 얇은 필름이 형성됩니다. 이산화탄소는 물에서 공기 쪽으로 이동하는 성질이 강하기 때문에 물에서 제거되거나 “스트립” 됩니다.

RO- EDI/CDI 시스템에서 강제 통풍 이산화탄소 제거 탑은 크기 및 RO 물에 나중에 오염물질을 추가해야 하기 때문에 실제적인 방법이 되지 못합니다. 분리막 접촉기는 소형의 깨끗하고 비용이 적게 들기 때문에 전통적인 이산화탄소 제거 탑의 대안이 됩니다.

또 분리막 접촉기는 간단한 저비용 설계를 제공합니다. 전통적인 강제 통풍 이산화탄소 제거기에서 유출수는 탑의 저장 탱크(깨끗한 우물)로부터 펌프로 퍼 올려야 합니다. 분리막 접촉기에서는 유출수가 압력을 받습니다. 저장 탱크나 재가압 펌프가 필요 없습니다.

적절히 설계된 RO- 분리막 접촉기 시스템에서 유출수의 저항성은 1-2 mega-ohm/cm 정도로 높아질 수 있습니다. 이렇게 전도성이 감소하면 EDI/CDI 장치의 성능이 높아 집니다.

막 접촉기의 CO₂ 제거 효율: 8 m³/hr 공기 스위프를 이용한 4 인치 Liqui-Cel[®] Membrane Contactor

유입 CO ₂ 가스 농도		유출 용해 CO ₂ 농도(ppm)		
	ppm	1 m ³ /hr	2 m ³ /hr	4 m ³ /hr
CO ₂	30.0	1.5	4.3	9.5
	50.0	2.0	7.0	15.7
	100.0	3.6	13.4	31.0

결론

RO- EDI/CDI 시스템은 수처리 산업에서 빠르게 인기를 얻어가고 있습니다. EDI/CDI 장치로의 높은 수준의 유입 전도성은 방출되는 물의 저항성을 감소시키는 경향이 있습니다. 높은 전도성의 일반적인 원인은 용해 이산화탄소 때문입니다. 분리막 접촉기는 청결하고 유지보수가 필요 없는 방법을 제공하여 화학적인 pH의 조정 없이도 물에서 이산화탄소를 제거할 수 있습니다.

특정 용도에 대한 자세한 정보나 도움을 원하시면 Membrana - Charlotte 대표에게 문의하십시오.

참고 문헌:

- (1) E-Cell 웹 페이지 www.e-cell.com 7/00
- (2) Wiesler, F., " Membrane Contactors: An Introduction to the Technology" , Ultrapure Water Journal, V13, No 4, Tall Oaks Publishing, Littleton, CO, pp. 27-31 (May/June)
- (3) 1996 Kemmer, F N Nalco Water Handbook, Second Edition, pp 4.7-4.12, McGraw Hill, New York, NY (1988)

*전기이온 제거/연속이온 제거.

이 제품은 사용법에 익숙한 사람만 사용해야 합니다. 표시된 제한사항을 준수하여 보관해야 합니다. 모든 영업은 판매자의 조건을 따릅니다. 구매자는 이 제품을 적합하게 사용하고 이 제품과 관련한 환경 보호 및 보건과 안전을 준수할 책임이 있습니다. 판매자는 이 문서를 사전에 통지하지 않고 수정할 수 있습니다. 최신 업데이트를 확인하려면 담당자에게 문의하십시오. 당사가 아는 한 여기에 포함된 정보는 정확합니다. 그러나 판매자나 관계사는 여기에 포함된 정보의 정확성이나 완성도에 대해 어떠한 책임도 지지 않습니다. 재료의 적합성 및 특허, 상표 또는 저작권의 침해가 있는지 여부에 대한 최종 결정은 사용자 책임입니다. 재료 사용자는 재료가 안전하게 사용될 수 있는가에 대해 독립적으로 조사해야 합니다. 당사는 특정한 위험에 대해 언급할 수 있으나 이것이 유일한 위험인지는 보장할 수 없습니다.

Liqui-Cel, Celgard, SuperPhobic 및 MiniModule은 등록 상표이며 NB는 Membrana-Charlotte, Celgard 부서, LLC의 상표이며 여기에 있는 어떤 사항도 권장 사항이나 라이선스로 추정하여 판매자 또는 다른 사람의 특허, 상표 또는 저작권과 상충되는 정보를 사용하면 안됩니다.

당사 제품에 대한 최신 정보를 알기 위하여는, 당사 홈페이지의 영어 버전을 참조 바랍니다. 영어 서류가 참조할 수 있는 가장 정확한 것입니다.

©2008 Membrana - Charlotte A Division of Celgard, LLC (TB19Rev4_10-05)



Membrana - Charlotte
A Division of Celgard, LLC
13800 South Lakes Drive
Charlotte, North Carolina 28273
USA
Phone: (704) 587 8888
Fax: (704) 587 8585

Membrana GmbH
Oehder Strasse 28
42289 Wuppertal
Germany
Phone: +49 202 6099 - 658
Phone: +49 6126 2260 - 41
Fax: +49 202 6099 - 750

Japan Office
Shinjuku Mitsui Building, 27F
1-1, Nishishinjuku 2-chome
Shinjuku-ku, Tokyo 163-0427
Japan
Phone: 81 3 5324 3361
Fax: 81 3 5324 3369

MEMBRANA
Underlining Performance

www.liqui-cel.com

A **POLYPORE** Company