



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월30일
(11) 등록번호 10-1505620
(24) 등록일자 2015년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/44 (2006.01) B01D 61/10 (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0132240
(22) 출원일자 2012년11월21일
심사청구일자 2012년11월21일
(65) 공개번호 10-2013-0061062
(43) 공개일자 2013년06월10일
(30) 우선권주장
1020110126539 2011년11월30일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP09075935 A*
JP2005246281 A*
JP2007175603 A*
JP2009240903 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
지에스건설 주식회사
서울 종로구 종로 33, (청진동)
(72) 발명자
여인호
경기 용인시 기흥구 강남서로76번길 3-5, (구갈동)
오영기
경기 안양시 동안구 귀인로 294, 307동 302호 (평촌동, 꿈마을아파트)
(74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항

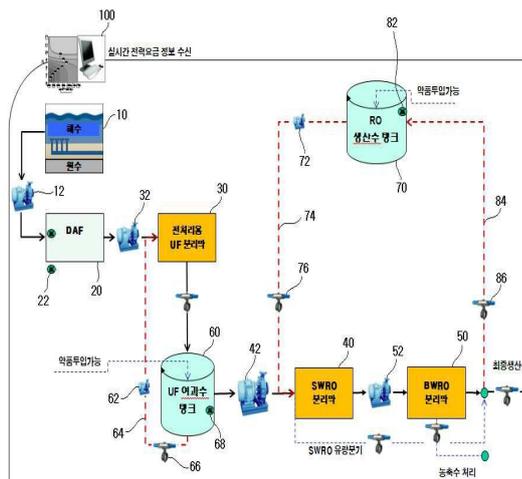
심사관 : 장낙용

(54) 발명의 명칭 실시간 전력요금제에 연동되는 역삼투 해수담수화 시스템 및 그 운영 방법

(57) 요약

본 발명은 해수 원수가 DAF조로 유입되고, UF 막여과 공정으로부터의 여과수가 다시 SWRO/BWRO 막여과 공정을 거쳐 설정 시간에 따른 생산수량의 최종 생산수를 공급하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법으로서, 매 설정 시간마다 실시간으로 전력요금 정보를 수신하여, 상기 수신된 실시간 전력요금이 설정값 이하의 상태를 나타낼 경우, 생산수량은 설정값에 따라 그대로 생산되어 지며, 각 분리막 가압펌프 역시 기본 설정치에 따라 가동을 계속하는 기본운전을 행하고, 상기 수신된 실시간 전력요금이 설정값 이상의 상태를 나타낼 경우, 상기 역삼투 해수담수화 시스템은 전력요금을 절감하기 위하여 가동이 정지된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박용균

경기 오산시 오산로160번길 14, 101동 1004호 (원동, 대림e-편한세상1단지아파트)

박성혁

경기 용인시 처인구 이동면 이원로 207-14,

이원일

경기 김포시 봉화로181번길 30, 102동 606호 (감정동, 삼환아파트)

김경필

경기 용인시 기흥구 예현로35번길 21, 101동 204호 (서천동, 예현마을현대홈타운)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 13IFIP-B065893-01

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 MD/PRO 복합탈염 실증플랜트 기술개발

연구과제명 PRO를 이용한 해수담수화 플랜트 에너지 회수기술 개발

기여율 1/1

주관기관 지에스건설(주)

연구기간 2013.06.20 ~ 2018.06.19

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

해수 원수가 DAF조로 유입되고, UF 막여과 공정으로부터의 여과수가 다시 SWRO/BWRO 막여과 공정을 거쳐 설정 시간에 따른 생산수량의 최종 생산수를 공급하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법으로서,

매 설정시간마다 실시간으로 전력요금 정보를 수신하여, 상기 수신된 실시간 전력요금이 기 설정값 이하의 상태를 나타낼 경우, 상기 UF 막여과 공정과 상기 SWRO/BWRO 막여과 공정을 수행하고,

상기 수신된 실시간 전력요금이 상기 기 설정값 이상의 상태를 나타낼 경우, SWRO/BWRO 막여과 공정을 중단하고, 상기 SWRO/BWRO 막여과 공정을 거쳐 생산된 생산수 중 적어도 일부를 저장하는 RO 생산수 저장탱크에서 SWRO 분리막과 BWRO 분리막으로 RO 생산수를 재순환하고,

UF 분리막으로부터 처리된 처리수가 유입되는 UF 여과수 저장탱크의 수위가 높아져서 기 설정된 레벨까지 도달하면, 상기 UF 막여과 공정을 중단하고, 상기 UF 여과수 저장탱크에서 상기 UF 분리막으로 UF 여과수를 재순환하고,

상기 수신된 실시간 전력요금이 다시 상기 기 설정값 이상에서 이하로 하락하면, 상기 UF 막여과 공정을 위한 가압펌프 및 상기 SWRO/BWRO 막여과 공정을 위한 가압펌프가 정상운전시보다 낮은 기 설정된 효율로 가동하는 동안 상기 RO 생산수가 상기 RO 생산수 저장탱크로 유입되는 것이 차단된 후, 상기 RO 생산수 저장탱크의 수위가 기 설정된 로우 레벨(Low Level)로 떨어지면, 상기 RO 생산수의 재순환과 상기 UF 여과수의 재순환이 중지되고, 이후에 상기 UF 막여과 공정을 위한 가압펌프 및 상기 SWRO/BWRO 막여과 공정을 위한 가압펌프가 정상운전되는

실시간 전력요금제에 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 SWRO/BWRO 막여과 공정의 SWRO 및 BWRO 가압펌프 각각의 작동 Hz가 서서히 줄어 정지할 때, RO 생산수가 SWRO 및 BWRO 분리막에 지속적으로 순환하는

실시간 전력요금제에 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 UF 막여과 공정의 UF 가압펌프의 Hz가 UF 여과수 저장탱크의 수위가 높아져서 상기 기 설정된 레벨까지 도달함에 따라 서서히 정지할 때, UF 여과수가 UF 분리막에 지속적으로 순환하는

실시간 전력요금제에 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 DAF조의 해수 유입펌프가 원수탱크의 수위가 높아짐에 따라 서서히 정지되는

실시간 전력요금제에 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 신재생에너지 혹은 실시간 전력요금제와 연동하여 운전되는 역삼투 해수담수화 공정 기술에 있어서, 전력소비가 높은 각 공정별 펌프를 효율적으로 운영 및 유지관리하고 발생 전력비를 최소화 할 수 있는 역삼투 해수담수화 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 인구의 증가와 산업화로 인하여 물사용량이 증가하고 지역과 기후에 따라 수자원이 편중됨으로 인하여 전 세계 인구의 약 40% 이상이 식수난을 겪고 있는 등 물 부족 문제가 발생되고 있다. 이에 해수담수화는 지구상에 무한정 존재하는 해수를 갈수의 영향 없이 담수화해 물 부족에 대처할 수 있는 방법이고, 절대적인 담수자원이 부족한 지역에서는 중요한 대안으로 여겨진다.

[0003] 일반적으로 해수담수화 기술에는 역삼투법, 증발법, 전기투석법이 있으나. 최근에는 역삼투법 해수담수화 기술이 유지관리비가 적고 편리하며, 원수중의 염분농도 범위에 관계없이 도입이 가능함으로 기존의 증발법 해수담수화 기술 대비 사용실적이 증가되고 있다.

[0004] 역삼투법(RO, Reverse Osmosis) 해수담수화 기술은 물은 통과하지만 물속에 녹아있는 염분등은 투과하지 않는 역삼투막에 해수를 가압하여 담수를 얻는 방법으로서 기존의 증발법 해수담수화 기술과 비교하여 에너지 소비량이 적어 1980년대 이후 세계적으로 적용사례가 증가하는 추세이다.

[0005] 최근에는 저에너지, 고효율화를 위한 기술이 상용화 되어 도입되고 있으며, 특히 전력비용을 절감하는 것과 동시에 최종생산수의 수질기준 이하(붕소 등)로 안정적으로 유지하는 것을 중요한 공정제어 기술로 인식하고 있다.

[0006] 이러한 역삼투 해수담수화 시스템의 전력비를 최소화하기 위하여, 신재생에너지 혹은 실시간 전력요금제와 연동되는 각 공정별 펌프(Intake펌프, 전처리용 UF 가압펌프, SWRO펌프, BWRO펌프 등)를 효과적으로 제어하고, 유지관리하는 기술을 제시하였다.

[0007] 실시간 전력요금제에 따른 해수담수화 플랜트의 각 공정별 펌프는 전력요금이 비싼 시간대에서는 가동을 중지하고, 전력요금이 싼 시간대에서는 가동율을 높여 운전되어 진다.

[0008] 이러한 간헐적인 펌프 제어는 전력비 절감에는 효율적이지만, 전처리용 UF 분리막과, SWRO 분리막 및 BWRO 분리막의 필터(fiber)의 손상 및 막 표면에 형성되는 오염으로 인하여 역세척 기간의 단축 및 막수명의 단축에 따른 문제점을 내포하고 있으며, 특히, 해수에 포함된 조류 등의 영향으로 막여과 공정에 바이오 파울링(Bio Fouling)을 유발하는 문제점을 발생시킬 수 있다.

선행기술문헌

- [0009] (특허문헌 1) 한국등록특허 제10-0426724호(2004.4.8 공고)
- [0010] (특허문헌 2) 한국공개특허 제10-2005-0007711호(2005.1.21 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 실시예는 실시간 전력요금제와 연동되는 역삼투 해수담수화 시스템에 있어서 실시간으로 수신되는 전력요금 정보에 따라 간헐적으로 운전하는 해수담수화 플랜트의 적용 분리막들의 손상과 파울링 형성 방지를 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 관점에 따른 실시간 전력요금제에 연동되는 역삼투 해수 담수화 시스템은 해수를 유입하는 해수 유입부와, 상기 해수 유입부의 해수 유입펌프의 작동을 통해 유입되는 해수를 용존공기 부상 원리에 의해 처리하는 DAF(Dissolved Air Flotation)와, 상기 DAF에서 처리된 처리수를 UF 순환펌프의 작동을 통해 원수로 하여 처리하는 UF 분리막과, 상기 UF 분리막으로부터 처리된 처리수가 유입되는 UF 여과수 저장탱크와, 상기 UF 여과수 저장탱크의 유출수를 SWRO 가압펌프의 작동을 통해 원수로 하여 유입되는 SWRO 분리막과, 상기 SWRO 분리막으로부터 여과되는 유출수를 BWRO 가압펌프의 작동을 통해 원수로 하여 유입되는 BWRO 분리막과, 상기 BWRO 분리막 혹은 SWRO 분리막으로부터 여과되는 유출수를 일정용량 저장할 수 있는 RO 생산수 저장탱크와, 상기 UF 여과수 저장탱크에서 UF 분리막으로 UF 여과수를 재순환하는 UF 여과수 순환 설비와, 상기 RO 생산수 저장탱크에서 상기 SWRO 분리막과 BWRO 분리막으로 RO 생산수를 재순환하는 RO 생산수 순환 설비와, 실시간 전력요금제에 따라 상기 각 공정별 펌프의 온/오프 제어와 상기 UF 여과수의 순환과 RO 생산수의 순환을 선택적으로 작동하는 제어부를 포함한다.
- [0013] 상기 UF 여과수 저장탱크는 외부에서 화학세정을 위한 약품투입이 가능하고, 상기 UF 여과수의 수위를 측정하는 수위계와, 상기 UF 여과수가 UF 분리막으로 재순환되어 유입되는 UF여과수의 압력을 측정하는 분리막 모듈 유입 압력계와, 상기 UF 분리막을 거쳐 여과되는 처리수의 압력을 측정하는 UF분리막 유출압력계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 RO 생산수 저장탱크는 외부에서 화학세정을 위한 약품투입이 가능하고, 상기 RO 생산수의 수위를 측정하는 수위계와, 상기 RO 생산수가 각각 SWRO, BWRO 분리막으로 재순환되어 유입되는 각 RO 여과수의 압력을 측정하는 분리막 모듈 유입압력계와, 상기 각 SWRO, BWRO 분리막을 거쳐 여과되는 처리수의 압력을 측정하는 각 RO 분리막 유출압력계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 상기 DAF의 응집제 혹은 전염소 주입량은 실시간으로 분석된 전력요금 정보에 따라 가변하는 해수원수의 유입량을 분석하고 설정된 응집제 혹은 전염소 농도를 맞추기 위하여, 실시간으로 변동되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 상기 제어부는 상기 역삼투 해수담수화 시스템의 각 공정별 펌프의 온/오프(On/Off) 제어 시, 실시간 전력요금이 설정값 이상일 때, 각 공정별 펌프를 정지시키면서 각 분리막에 UF 여과수 혹은 RO 생산수를 계속 순환시킬 때, 화학세정이 가능하도록 관련 약품을 UF 여과수 저장탱크 및 RO 생산수 저장탱크에 투입하여 약품수를 순환할 수 있다.
- [0017] 약품세정의 효율을 향상시키기 위해, 상기 UF 순환펌프 및 RO 순환펌프의 가동 용량을 증대시킬 수 있다.

- [0018] 상기 UF 분리막, SWRO 분리막 및 BWRO 분리막의 각각의 가압펌프가 서서히 가동되면서 상기 UF 분리막의 여과수 및 상기 SWRO 분리막 및 BWRO 분리막의 생산수의 순환이 계속 유지되다가, 상기 UF 분리막의 여과수 및 SWRO 분리막 및 BWRO 분리막의 RO 생산수를 각각의 저장탱크로 유입시키지 않고, 최대한 배출시켜서, 재 용량으로 재가동되어 정상운전이 시작될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 관점에 따르면, 해수 원수가 DAF조로 유입되고, UF 막여과 공정으로부터의 여과수가 다시 SWRO/BWRO 막여과 공정을 거쳐 설정 시간에 따른 생산수량의 최종 생산수를 공급하는 역삼투 해수담수화 시스템의 운전 방법은 매 설정시간마다 실시간으로 전력요금 정보를 수신하여, 상기 수신된 실시간 전력요금이 설정값 이하의 상태를 나타낼 경우, 생산수량은 설정값에 따라 그대로 생산되어 지며, 각 분리막 가압펌프 역시 기본 설정치에 따라 가동을 계속하는 기본운전을 행하고, 상기 수신된 실시간 전력요금이 설정값 이상의 상태를 나타낼 경우, 상기 역삼투 해수담수화 시스템은 전력요금을 절감하기 위하여 가동이 정지될 수 있다.
- [0020] 상기 SWRO/BWRO 막여과 공정의 SWRO 및 BWRO 가압펌프 각각의 작동 Hz가 서서히 줄어 정지할 때, RO 생산수가 SWRO 및 BWRO 분리막에 지속적으로 순환할 수 있다.
- [0021] 상기 UF 막여과 공정의 UF 가압펌프의 Hz가 UF 여과수 저장탱크의 수위에 따라 서서히 정지할 때, UF 여과수가 UF 분리막에 지속적으로 순환할 수 있다.
- [0022] 상기 DAF조의 해수 유입펌프가 원수탱크의 수위에 따라 서서히 정지될 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 실시예는 실시간 전력요금 정보와 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템에서 실시간으로 변동되는 전력요금에 따라 역삼투 해수담수화 시스템을 최적으로 운영 및 유지관리 할 수 있으므로, 발생하는 전력요금을 최소화할 수 있고, 이를 위한 분리막의 장기간 안정적인 사용이 가능한 효과를 가진다.
- [0024] 또한, 본 실시예는 최적화된 역삼투 해수담수화 시스템의 전처리용 분리막의약품세정을 수행하여, 여과막에 미치는 부하를 최소화할 수 있는 효과를 가진다.
- [0025] 또한, 본 실시예는 역삼투막의 운전을 안정적으로 유지하며, 실시간 전력요금에 따른 공정의 운영효율을 최적화시킬 수 있는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 전력요금정보 수신에 따른 역삼투 해수담수화 시스템/장치의 모식도이다.
 도 2는 도 1의 장치에서 실시간 전력요금정보 수신에 따른 역삼투 해수담수화 시스템의 운영 및 분리막 유지관리를 위한 UF 여과수 및 RO 생산수의 순환(Circulation) 제어로직이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 아울러 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0028] 이하, 첨부도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예를 더욱 구체적으로 설명한다.
- [0029] 본 발명은 역삼투 해수담수화 시스템에 적용되는 해수 유입(Intake) 설비와 UF/RO 막여과 공정의 조합공정에서 실시간 전력요금 정보에 따라 해수 유입(Intake) 설비와 UF/RO 막여과 설비를 자동으로 온/오프(On/Off) 제어하고, 이때 발생할 수 있는 분리막의 손상 혹은 파울링을 방지하기 위해 각 분리막의 RO 생산수 순환 기술을 기본적인 기술적 사상으로 하고 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예는 현재 운영 중인 제주도 우도면 해수 담수화 파일럿(Pilot) 플랜트(약 200톤/일 규모)에서 실증되는 시설에서 운영 중에 있으며, 그 실시간 비교결과를 분석하여 산출하고 검증된 자료를 기준으로 하였다.(운전기간 : 2011.07부터 현재까지)

- [0031] 본 발명의 실시예에 있어서, 실시간 전력요금 정보와 연동하는 것으로 설명하였지만, 신재생에너지 등의 전력요금제와도 연동할 수 있음은 물론이다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 전력요금 정보 등에 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템의 모식도이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 본 실시예는 해수 유입(Intake) 설비와 UF/SWRO/BWRO 막여과 공정의 조합공정으로, 실시간 전력요금에 따라 가동되는 역삼투 해수담수화 시스템의 운영 시스템 및 UF/ SWRO/BWRO 분리막의 효율적인 유지관리 상태를 보여주고 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 전력요금 정보에 연동하는 역삼투 해수담수화 시스템은 대상물에 해당하는 원수, 즉 해수가 유입되는 해수 유입부(10)와, 유입된 해수를 용존공기 부상 원리에 의하여 처리하는 용존공기 부상장치(20)(이하 DAF(Dissolved Air Flotation)라 한다)와, DAF(20)에서 처리된 처리수를 원수로 하여 전처리하는 UF 분리막(30)과, UF 분리막(30)의 여과수를 원수로 하여 처리하는 SWRO(Sea water RO) 분리막(40)과, SWRO 분리막(40)의 여과수를 원수로 하여 처리하는 BWRO(Brackish Water RO) 분리막(50)을 포함할 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 역삼투 해수담수화 시스템은 UF 분리막(30)으로부터 처리된 처리수가 유입되고, 유입된 처리수를 SWRO 분리막(40)에 공급하는 UF 여과수 저장탱크(60)와, BWRO 분리막 혹은 SWRO 분리막(40)(50)으로부터 여과되는 유출수를 일정용량 저장할 수 있는 RO 생산수 저장탱크(70)와, UF 여과수 저장탱크(60)에서 UF 분리막(30)으로 UF 여과수를 재순환하는 UF 여과수 순환 설비와, RO 생산수 저장탱크(70)에서 SWRO 분리막(40)과 BWRO 분리막(50)으로 RO 생산수를 재순환하는 RO 생산수 순환 설비 및 실시간 전력요금제에 따라 상기 각 공정별 펌프의 온/오프 제어와, 상기 UF 여과수의 순환과 RO 생산수의 순환을 선택적으로 작동하는 제어부(100)를 포함할 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 일 실시예는 해수 원수가 유입되는 해수 유입부(10)의 원수저장탱크 및 응집/ 침전물 처리 등의 역할을 담당하는 DAF(20)의 수위를 측정하는 DAF 수위계(22)와, DAF(20)의 유출수를 원수로 하여 UF 분리막(30)으로 여과시키는 UF 가압펌프(32)를 포함할 수 있다.
- [0037] 이에 따라 DAF(20)에는 응집제 혹은 전염소가 주입될 수 있고, 그 주입량은 실시간으로 분석된 전력요금 정보에 따라 가변하는 해수 원수의 유입량을 분석하고 설정된 응집제 혹은 전염소 농도를 맞추기 위하여, 실시간으로 변동될 수 있다.
- [0038] 또한, 본 발명의 일 실시예는 UF 분리막(30)으로부터 여과수를 저장하는 UF 여과수 저장탱크(60)와, 이와 연결된 UF 여과수 순환 설비를 포함할 수 있다.
- [0039] 예컨대, UF 여과수 순환 설비는 UF 순환펌프(62)와, UF 순환라인(64) 및 UF 순환밸브(68)를 포함할 수 있다.
- [0040] UF 여과수 저장탱크(60)와 연결되어 있는 UF 순환펌프(62)는 소용량의 펌프로써 전력비용이 거의 발생하지 않을 정도이다. 이 설비는 실시간 전력요금제와 연동하여 도 2에서와 같이, 실시간 전력요금이 설정값(예시 110원/kwh)이상일 경우, UF 여과 공정이 정지되고, UF 분리막(30)의 안정적인 유지관리를 위해 도 2의 로직과 같이 작동된다.
- [0041] 한편, UF 여과수 저장탱크(60)는 외부에서 화학세정을 위한 약품투입이 가능하고, UF 여과수의 수위를 측정하는 수위계(66)를 포함할 수 있다. 또한 구체적으로 도시하지는 않았지만, UF 여과수가 UF 분리막(30)으로 재순환되어 유입되는 UF여과수의 압력을 측정하는 분리막 모듈 유입압력계와, UF 분리막(30)을 거쳐 여과되는 처리수의 압력을 측정하는 UF 분리막 유출압력계를 포함할 수 있다.
- [0042] UF 여과수 저장탱크(60)로부터 원수를 받아 SWRO 가압펌프(42)와 SWRO 분리막(40)으로부터 여과수가 생산되고, 이 SWRO 여과수를 다시 BWRO 가압펌프(52)와 BWRO 분리막(50)으로부터 여과하여 최종 생산수로 공급한다.
- [0043] 이때, RO 최종 생산수는 RO 생산수 저장탱크(70)에 일정용량 이상 저장되어 지며, RO 생산수의 수위를 측정하는 수위계(82)를 통해 RO 생산수 유입라인(84)상에 설치된 RO 생산수 저장탱크 유입밸브(86)가 제어된다.
- [0044] 한편, RO 생산수 저장탱크(70)에는 외부에서 화학세정을 위한 약품투입이 가능하고, 수위계(82) 이외에, 구체적으로 도시하지는 않았지만, RO 생산수가 각각 SWRO 분리막(40)과, BWRO 분리막(50)으로 재순환되어 유입되는 각 RO여과수의 압력을 측정하는 분리막 모듈 유입압력계와, 각 SWRO 분리막(40)과 BWRO 분리막(50)을 거쳐 여과되는 처리수의 압력을 측정하는 각 RO 분리막 유출압력계를 포함할 수 있다.
- [0045] 또한, 본 발명의 일 실시예는 RO 생산수 저장탱크(70)에 유입된 RO 최종 생산수를 유출하는 RO 생산수 유출라인

(74) 상에 설치된 RO 순환펌프(72)는 전력요금이 거의 발생되지 않는 소용량 펌프가 사용되고, RO 생산수 유출 라인(74)과 도 2의 로직과 같이 운영되는 RO 생산수 순환 유출밸브(76)를 포함할 수 있다.

- [0046] 이러한 RO 생산수 순환 설비는 RO 생산수 저장탱크(70)와 연결되어 있으며, 이 설비는 실시간 전력요금제와 연동하여 도 2에서와 같이 실시간 전력요금이 설정값(예시 110원/kwh)이상일 경우, 각각의 SWRO/BWRO 여과 공정이 정지되고, RO 생산수는 RO 순환펌프(72)의 작동에 의해 SWRO 분리막(40)의 전단으로 재유입되며, 분리막의 안정적인 유지관리를 위해 도 2의 로직과 같이 작동된다.
- [0047] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 각 공정별 분리막의 여과수 순환설비는 도 2에서와 같은 로직으로 가동 또는 정지된다.
- [0048] 기본적으로 해수 유입부(10)의 해수 원수는 유입(Intake) 펌프(12)의 작동을 통해 DAF(20)로 유입되고, UF 가압펌프(32)를 통해 UF 분리막(30)으로부터 여과수가 다시 SWRO/BWRO 막여과 공정을 거쳐 최종 생산수를 공급하게 되는 실시예이다. 이때 생산수량은 기본적으로 설정값에 맞추어 운전되어 지며, 목표로 하는 일 생산수량을 맞추기 위하여, 해당시간의 생산수량은 실시간으로 설정치가 달라진다.
- [0049] 매 설정시간마다 실시간으로 전력요금 정보를 수신하게 된다.(예로 15분마다 실시간 전력요금을 수신하는 것으로 설정하였음)
- [0050] 실시간 전력요금이 설정값 이하의 상태를 나타낼 경우(예로 110원/kWh 미만일 경우), 기본운전을 계속하게 되며, 기본운전시 생산수량은 설정값에 따라 그대로 생산되어 지며, 각 분리막 가압펌프 역시 기본 설정치에 따라 가동을 계속한다.
- [0051] 실시간 전력요금이 설정값 이상의 상태를 나타낼 경우(예로 110원/kWh 이상 일 경우), 역삼투 해수담수화 시스템은 전력요금을 절감하기 위하여 가동이 정지된다.
- [0052] 이때 각 공정별 UF/SWRO/BWRO 분리막(30)(40)(50)은 갑작스런 가동정지로 인한 분리막의 표면 손상, 가동 정지 기간 동안의 분리막 표면에서의 미생물 번식 및 미생물로 인한 분리막 공극의 막힘 현상(Bio-Fouling) 등이 발생하는 문제점이 있다.
- [0053] 따라서 본 실시예에서는 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 다음과 같이 순차적인 해수담수화 시스템의 정지 및 각 분리막별 생산수 순환시스템이 가동된다.
- [0054] 먼저, SWRO 가압펌프(42) 및 BWRO 가압펌프(52)의 작동 Hz가 서서히 줄어들며 정지하게 된다.
- [0055] SWRO/BWRO 가압펌프(42)(52)의 작동 Hz가 서서히 줄어드는 동시에 RO 순환(Recirculation)밸브(76)(86)가 열리고 소용량의 순환펌프(72)가 작동되어, 각 SWRO/BWRO 분리막(40)(50)에 RO 생산수가 지속적으로 순환(Circulation)하게 된다. 이를 통해 각 SWRO/BWRO 분리막(40)(50)의 갑작스런 정지와 분리막 파울링을 방지한다.
- [0056] SWRO/BWRO 가압펌프(42)(52)가 완전히 정지한 상태에서는 RO 생산수의 순환 (circulation)만 지속적으로 이루어지며, 각 SWRO/BWRO 분리막(40)(50)의 RO 생산수 흐름을 일정하게 유지시킨다. 여기서 RO 생산수는 분리막에서 쉽게 통과되는 BWRO 최종 생산수 (SWRO 여과수 일부 포함될 수 있음)가 사용되어, 소용량의 펌프로서 전력이 거의 소모되지 않는다.
- [0057] 또한 SWRO 가압펌프(42)가 가동되지 않고(OFF상태), UF 분리막(30)은 계속 가동중이므로, 자동적으로 UF 여과수 저장탱크(60)의 수위가 올라가서 하이 레벨(High Level)까지 도달하는 상태가 된다.
- [0058] 이때, UF 가압펌프(32)는 UF 여과수 저장탱크(60)내에 부착된 수위계(68)의 신호를 받아 서서히 정지하게 된다.
- [0059] UF 가압펌프(32)의 Hz가 서서히 줄어들면서 UF 순환(Recirculation)밸브(66)가 열리고 소용량의 UF 순환펌프(62)가 작동되어, 각 UF 분리막(30)에 UF 생산수가 지속적으로 순환(Circulation)하게 된다. 이를 통해 UF 분리막(30)의 갑작스런 정지와 분리막 파울링을 방지한다.
- [0060] UF 가압펌프(32)가 완전히 정지한 상태에서는 UF 생산수의 순환 (circulation)만 지속적으로 이루어지며, UF 분리막(30)의 UF 생산수 흐름을 일정하게 유지시킨다. 여기서 UF 생산수는 UF 분리막(30)에서 쉽게 통과되는 UF 생산수가 사용되므로, 소용량의 UF 순환펌프(62)를 적용해도 전력이 거의 소모되지 않는다.
- [0061] 또한 DAF조, 즉 DAF(20)와 해수 유입부(10)의 원수탱크 역할의 경우, UF 가압펌프(32)가 가동되지 않고(OFF상태), 해수 유입(Intake)펌프(12)는 계속 가동중이므로, 자동적으로 UF 여과수 저장탱크(60)의 수위가

올라가서 하이 레벨(High Level)까지 도달하는 상태가 된다.

- [0062] 이때, 해수 유입(Intake)펌프(12)는 DAF(20) 혹은 원수탱크에 부착된 수위계(22)의 신호를 받아 서서히 정지하게 된다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 실시간 전력요금 정보에 따라 다시 가동이 정지되고, 분리막 생산수 순환공정이 도입되어 가동된 상황에서 다시 역삼투 해수담수화 시스템이 가동되는 순서 역시, 분리막의 장기적인 안정을 위해서 다음과 같이 개발되었다.
- [0064] 실시간 전력요금이 설정값 이하로 확인되면(예로 실시간 전력요금이 110원/kWh 미만), 역삼투 해수담수화 시스템은 재가동되며, UF 설비와 RO 설비가 동시에 같은 패턴으로 가동된다.
- [0065] 먼저 UF/SWRO/BWRO 가압펌프(32)(42)(52)가 최저효율(약 30hz 수준)로 서서히 가동되며, 이때 RO 생산수 저장탱크(70)로의 유입밸브(86)는 폐쇄(Close)되어, 더 이상 RO 생산수의 유입이 차단되며, UF 분리막 순환공정은 정지되고, RO 분리막(40)(50)의 순환공정은 계속되어(RO 생산수 저장탱크(70)의 유출은 계속되어), RO 생산수 저장탱크(70)의 수위가 서서히 내려가 로우 레벨(Low Level)로 떨어지고, RO 분리막(40)(50)의 순환공정은 정지된다.
- [0066] 이후, UF/SWRO/BWRO 가압펌프(32)(42)(52)가 정상운전을 하며, 최종 생산량은 일 생산기준으로 재 계산되어, UF/SWRO/BWRO 분리막(30)(40)(50)의 여과용량이 재 설정되고, 운전이 시작된다.
- [0067] 또한 DAF조(용존공기부상장치(20)와 해수 유입부(10)의 원수탱크 역할)의 경우, UF 가압펌프(32)가 가동되고(On 상태), 해수 유입(Intake)펌프(12)는 계속 가동정지 상태이므로, 자동적으로 DAF(20) 혹은 원수탱크 수위가 내려가서 로우 레벨(Low Level)까지 도달하는 상태가 된다.
- [0068] 이때, 해수 유입(Intake)펌프(12)는 DAF(20) 혹은 원수탱크에 부착된 수위계(22)의 신호를 받아 서서히 가동하게 된다.
- [0069] 이후 실시간 전력요금 정보를 계속 수신하면서 역삼투 해수담수화 시스템의 운전을 이상과 같이 계속 진행한다.
- [0070] 예들들어 제주도 우도에서의 실 파일럿 플랜트의 운전결과 일반적으로 실시간 전력요금은 오후 1시부터 3시까지가 설정값인 110원/kWh를 초과하고 있었으며, 심야전력의 경우 80원/kWh로 가장 낮은 전력요금으로서, 역삼투 해수담수화 시설이 최대성능으로 발휘 할 수 있었다.
- [0071] 또한 실증 플랜트에서 분리막의 차압발생을 측정하여 분리막 생산수 순환공정 도입 유무에 따른 분리막의 안정성을 확인하였다. 그 결과는 표 1과 같다.

표 1

구 분		UF분리막		SWRO 분리막		BWRO 분리막		비고 원수 TDS ppm
		초기	1개월 後	초기	1개월 後	초기	1개월 後	
분리막 차압 (kgf/cm2)	순환공정 무	0.11~0.24		0.21~0.49		0.14~0.43		29,100
	순환공정 유	0.09~0.13		0.20~0.29		0.14~0.25		~31,000
	순환공정 무	0.09~0.13		0.20~0.29		0.14~0.25		28,900
	순환공정 유	0.09~0.13		0.20~0.29		0.14~0.25		~31,700

- [0072]
- [0073] 표 1. 실증 플랜트 각 분리막 생산수 순환공정(Recirculation) 도입결과
- [0074] 위 표 1과 같이, 실시간 전력요금제에 따른 역삼투 해수담수화 시스템의 각 공정별 펌프의 온/오프(On/Off) 제어 운전을 하면서, 각 분리막 생산수의 순환공정의 도입 유무에 따른 각각 1개월씩 운전한 UF/SWRO/BWRO 분리막

(30)(40)(50)별 차압변화의 차이를 비교해보면, 적용된 모든 UF/SWRO/BWRO 분리막(30)(40)(50)에서 순환공정을 도입했을 때, 차압증가율이 현저히 적음을 확인하였다.

[0075] 이상과 같이 구성된 본 발명에 따르면, 역삼투 해수담수화 시스템의 공정 운영 및 분리막의 유지관리를 실시간 전력요금제 혹은 신재생에너지와 연동하여 행할 수 있으므로, 전력비를 최소화할 수 있다.

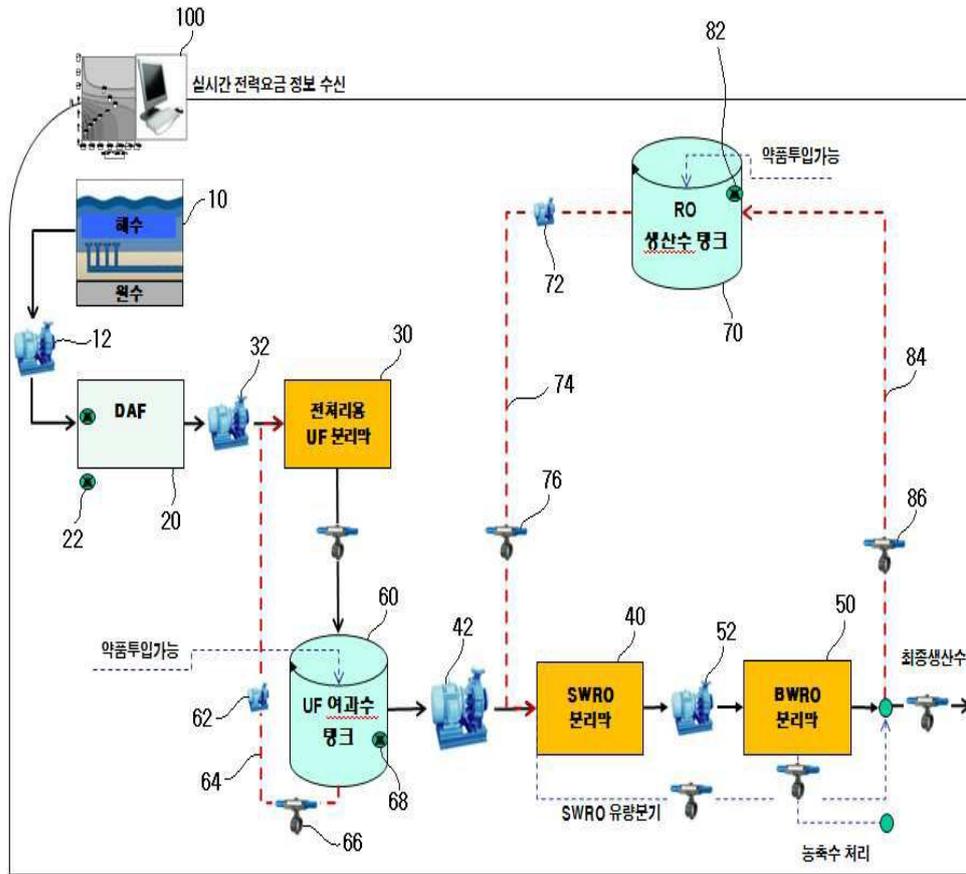
[0076] 이상 설명한 바와 같은 본 발명의 실시간 전력요금제에 따른 역삼투 해수담수화 시스템과 그 운영방법의 하나의 바람직한 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않는 것이므로, 이하의 특허청구 범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0077]
- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 10 : 해수 유입부 | 12 : 해수 유입펌프 |
| 20 : DAF | 22 : 수위계 |
| 30 : UF 분리막 | 32 : UF 가압펌프 |
| 40 : SWRO 분리막 | 42 : SWRO 가압펌프 |
| 50 : BWRO 분리막 | 52 : BWRO 가압펌프 |
| 60 : UF 여과수 저장탱크 | 62 : UF 순환펌프 |
| 64 : UF 순환라인 | 66 : UF 여과수 저장탱크 순환밸브 |
| 68 : 수위계 | 70 : RO 생산수 저장탱크 |
| 72 : RO 순환펌프 | 74 : RO 생산수 유출라인 |
| 76 : RO 생산수 순환 유출밸브 | 82 : 수위계 |
| 84 : RO 생산수 유입라인 | 86 : RO 생산수 저장탱크 유입밸브 |

도면

도면1



도면2

