



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0053875
(43) 공개일자 2020년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 65/10 (2006.01) B01D 65/02 (2006.01)
B01D 65/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 65/10 (2013.01)
B01D 65/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0137327
(22) 출원일자 2018년11월09일
심사청구일자 2018년11월09일

(71) 출원인
한국수자원공사
대전광역시 대덕구 신탄진로 200(연축동)
국민대학교산학협력단
서울특별시 성북구 정릉로 77 (정릉동, 국민대학교)
(72) 발명자
임재택
대전광역시 유성구 노은로426번길 15, 602-304
이경혁
대전광역시 유성구 유성대로 1741, 101-1204
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 플러스

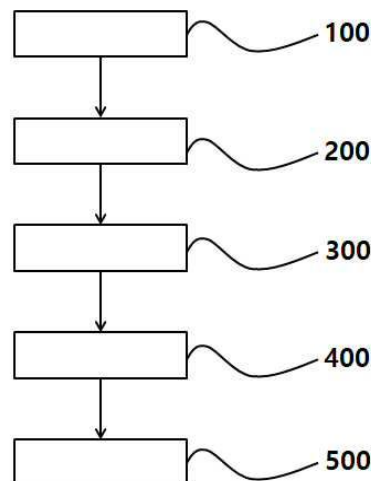
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법

(57) 요약

본 발명은 약품 세정주기 예측을 위한 운영데이터를 수집하는 자료 수집단계와, 수집된 자료를 이용하여 유량 및 온도가 보정된 운전차압을 산출하는 보정값 산출단계와, 보정값 산출단계에서 산출된 보정 운전차압을 이용하여 운전차압 예측 실행 유무를 판별하는 예측 실행유무 판별단계와, 예측 실행유무 판별단계에서 운전차압 예측 실행을 시행하는 것으로 결정 시, 운전차압 예측에 사용되는 수식을 유도하는 수식 유도단계와, 수식 유도단계에서 유도된 수식을 이용하여 약품세정 수행시기를 예측하는 예측단계를 포함하여 이루어져, 정확한 시기에 약품 세정을 가능하여 막여과 공정의 효율을 극대화 가능한, 회복세정 수행시기 예측방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 65/08 (2013.01)

(72) 발명자

김지혜

대전광역시 유성구 문지로 300, 111-802

이상호

서울특별시 성동구 왕십리로 280, 104-503

최용준

경기도 고양시 덕양구 신원로 55, 506-1202

최지혁

서울특별시 성북구 정릉로10길 4-18, 103호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615009981

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 플랜트연구사업

연구과제명 해수담수화플랜트 저전력/저비용 운영관리 지능형 플랫폼 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국수자원공사

연구기간 2018.01.17 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

약품 세정주기 예측을 위한 운영데이터를 수집하는 자료 수집단계(S100);

수집된 자료를 이용하여 유량 및 온도가 보정된 운전차압을 산출하는 보정값 산출단계(S200);

상기 보정값 산출단계(S200)에서 산출된 보정 운전차압을 이용하여 운전차압 예측 실행 유무를 판별하는 예측 실행유무 판별단계(S300);

상기 예측 실행유무 판별단계(S300)에서 운전차압 예측 실행을 시행하는 것으로 결정 시, 운전차압 예측에 사용되는 수식을 유도하는 수식 유도단계(S400); 및

상기 수식 유도 단계(S400)에서 유도된 수식을 이용하여 약품세정 수행시기를 예측하는 예측단계(S500);를 포함하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 자료 수집단계(S100)에서 수집되는 운영데이터는 데이터가 수집되는 날짜, 이전 약품세정 후 막여과 공정이 운행되는 운전일수, 날짜별 일평균 수온, 막여과 공정의 일평균 여과유량, 막여과 공정에 의해 여과되는 유체의 일평균 압력 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 보정값 산출단계(S200)는 상기 자료 수집단계(S100)에서 측정된 일평균 운전차압에 대한 유량보정을 수행하여 유량보정 운전차압을 산출하는 유량보정 운전차압 산출단계(S210)와, 상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)에서 산출된 유량보정 운전차압에 대한 온도보정을 수행하여 유량 및 온도보정 운전차압을 산출하는 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)는 하기 수학적 식 1이 사용되고, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)는 하기 수학적 식 2가 사용되는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

수학식 1)

$$\text{유량보정 운전차압} = \text{일평균 운전차압} \times (\text{설계 여과유량} \div \text{일평균 여과유량})$$

수학식 2)

$$\text{유량 및 온도보정 운전차압} = \text{유량보정 운전차압} \times (1 - (25 - \text{일평균 수온}) \times 0.02)$$

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 예측 실행유무 판별단계(S300)는 유량 및 온도보정 운전차압의 이동평균 값을 산출하는 이동평균값 산출단계(S310)와, 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 구해진 이동평균값의 차를 이용하여 이동평균 차이값을 구하는 이동평균 차이값 산출단계(S320)와, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값을 더하여 이동평균 차이 누적값을 산출하는 이동평균 누적값 산출단계(S330)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 이동평균값 산출단계(S310)는 상기 보정값 산출단계(S200)에서 산출된 일자별 유량 및 온도보정 운전차압 중 지정된 일자 및 지정된 일자와 인접한 2일의 일자 동안 산출된 유량 및 온도보정 운전차압의 평균값을 해당 일자의 이동평균 값으로 산출하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 산출된 이동평균값과, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값과, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 누적값은 결과값을 산출하기 위하여 사용되는 상기 유량 및 온도보정 운전차압의 측정 일자에 대응하여 순차 정렬되고,

상기 예측 실행유무 판별단계(S300)는 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값 중 서로 인접한 2개 평균값이, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 40%를 초과한 경우 운전차압 예측을 실행하는 것으로 판단하는 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)와,

상기 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)에서 예측을 실행하지 않는 것으로 판단 시 시작되며, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 차이 누적값이, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 50% 이하일 때 예측 수행을 종료하는 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)와,

상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)에서 확인된 이동평균 차이 누적값이 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 50%를 초과 시 시작되며, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 5개 이상의 이동평균 차이값 중 어느 하나 이상이 0보다 작거나 같은 경우 예측 수행을 종료하는 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)와,

상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)에서 산출된 5개 이상의 이동평균 차이값이 모두 0보다 큰 경우 시작되며, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 5개 이상의 누적값 평균이 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 5%를 초과할 때 예측 수행을 시작하는 것으로 결정하는 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 수식 유도 단계(S400)는 지정된 예측 시작일과 예측 시작일 이전 기간동안 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 산출된 이동평균값을 이용하여 운전차압 예측에 사용되는 초기 수식을 유도하는 수식 유도단계(S410)와,

지정된 일자에 실제 측정된 일평균 운전차압과 상기 초기 수식 유도단계(S410)에서 도출된 수식을 이용하여 산출된 운전차압 예측값의 3일 평균값 차이가 5% 이하일 시 상기 초기 수식 유도단계(S410)에서 산출된 초기 수식을 유지하는 수식 보정유무 판단단계(S420)와.

상기 수식 보정유무 판단단계(S420)에서 운전차압 예측값의 3일 평균값 차이가 5% 초과로 확인 시 수식 유도에 사용되는 이동평균값의 사용 일자 범위를 확장하여 새로운 수식을 유도하는 수식 보정단계(S430)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 막여과 공정 회복세정 수행시기를 예측할 수 있는 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법에 관한 것이다.

[0002]

배경 기술

[0003] 막여과 공정이란 원수에 포함된 일정 크기 이상의 현탁 물질을 분리막(Membrane)을 통해 제거하여 이물질이 제거된 깨끗한 여과수를 얻는 공정으로, 기계적으로 움직이는 부분이 적어 자동화가 간단하고, 시설이 콤팩트하여 넓은 공간을 필요로 하지 않은 장점을 가지나, 여과 과정에서 막오염이 발생하는 문제점이 있다.

[0004] 상세히 설명하면, 분리막이 오염될 경우 공정의 운전압력이 증가하고, 여과수 생산량이 감소할 뿐만 아니라, 여과수 수질 또한 저하되는 문제점이 있는 것이다.

[0005] 현재 이러한 막오염을 해결하기 위하여 분리막에 공기 또는 물을 분사하여 분리막을 직접 세정하는 물리 세정 방식과, 약품으로 분리막을 세정하는 화학 세정 방식이 사용되고 있다.

[0006] 그러나, 이중 화학 세정 방식은 세정 시점에 대응하여 보다 다양한 효과를 가질 수 있으나, 정확한 세정 시점을 결정하기 어려운 문제점이 있다.

[0007] 상세히 설명하면, 정확한 회복세정 시점을 예측한 후 화학 세정을 수행할 경우 분리막 수명을 연장할 수 있고, 처리수질을 향상시킬 수 있으며, 안정적인 운전압력을 유지하여 에너지 소모량을 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라, 화학약품 사용량 또한 저감할 수 있으나, 이러한 효과가 나타나는 정확한 분리막 회복세정 시점을 예측하기가 어려웠던 것이다.

[0008] 따라서, 이러한 문제점을 해결할 수 있는 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법의 필요성이 대두되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 특허문헌 1) 국내등록특허공보 제1872109호(명칭: 막오염 예측방법, 등록일: 2018.09.28)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서 본 발명의 목적은, 보다 효과적으로 막여과 공정을 수행할 수 있게 하는 올바른 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법은, 약품 세정주기 예측을 위한 운영데이터를 수집하는 자료 수집단계(S100); 수집된 자료를 이용하여 유량 및 온도가 보정된 운전차압을 산출하는 보정값 산출단계(S200); 상기 보정값 산출단계(S200)에서 산출된 보정 운전차압을 이용하여 운전차압 예측 실행 유무를 판별하는 예측 실행유무 판별단계(S300); 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)에서 운전차압 예측 실행을 시행하는 것으로 결정 시, 운전차압 예측에 사용되는 수식을 유도하는 수식 유도단계(S400); 및 상기 수식 유도 단계(S400)에서 유도된 수식을 이용하여 약품세정 수행시기를 예측하는 예측단계(S500);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 자료 수집단계(S100)에서 수집되는 운영데이터는 데이터가 수집되는 날짜, 이전 약품세정 후 막여과 공정이 운행되는 운전일수, 날짜별 일평균 수온, 막여과 공정의 일평균 여과유량, 막여과 공정에 의해 여과되는 유체의 일평균 압력 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 보정값 산출단계(S200)는 상기 자료 수집단계(S100)에서 측정된 일평균 운전차압에 대한 유량보정을 수행하여 유량보정 운전차압을 산출하는 유량보정 운전차압 산출단계(S210)와, 상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)에서 산출된 유량보정 운전차압에 대한 온도보정을 수행하여 유량 및 온도보정 운전차압을 산출하는 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)는 하기 수학식 1이 사용되고, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)는 하기 수학식 2가 사용되는 것을 특징으로 한다.

수학식 1)

$$\text{유량보정 운전차압} = \text{일평균 운전차압} \times (\text{설계 여과유량} \div \text{일평균 여과유}$$

량)

수학식 2)

$$\text{유량 및 온도보정 운전차압} = \text{유량보정 운전차압} \times (1 - (25 - \text{일평균 수}$$

온) \times 0.02)

[0015]

[0016] 또한, 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)는 유량 및 온도보정 운전차압의 이동평균 값을 산출하는 이동평균값 산출단계(S310)와, 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 구해진 이동평균값의 차를 이용하여 이동평균 차이값을 구하는 이동평균 차이값 산출단계(S320)와, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값을 더하여 이동평균 차이 누적값을 산출하는 이동평균 누적값 산출단계(S330)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017]

또한, 상기 이동평균값 산출단계(S310)는 상기 보정값 산출단계(S200)에서 산출된 일자별 유량 및 온도보정 운전차압 중 지정된 일자 및 지정된 일자와 인접한 2일의 일자 동안 산출된 유량 및 온도보정 운전차압의 평균값을 해당 일자의 이동평균 값으로 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0018]

또한, 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 산출된 이동평균값과, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값과, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 누적값은 결과값을 산출하

기 위하여 사용된 상기 유량 및 온도보정 운전차압의 일자에 대응하여 순차 정렬되고, 상기 예측 실행유무 판별 단계(S300)는 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값 중 서로 인접한 2개 평균값이, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 40%를 초과한 경우 운전차압 예측을 실행하는 것으로 판단하는 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)와, 상기 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)에서 예측을 실행하지 않는 것으로 판단 시, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 차이 누적값이, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 50% 이하일 때 예측 수행을 종료하는 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)와, 상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)에서 확인된 이동평균 차이 누적값이 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 50%를 초과 시 시작되며, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 5개 이상의 이동평균 차이값 중 어느 하나 이상이 0보다 작거나 같은 경우 예측 수행을 종료하는 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)와, 상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)에서 산출된 5개 이상의 이동평균 차이값이 모두 0보다 큰 경우 시작되며, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 5개 이상의 누적값 평균이 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 5%를 초과할 때 예측 수행을 시작하는 것으로 결정하는 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 수식 유도 단계(S400)는 지정된 예측 시작일과 예측 시작일 이전 기간동안 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 산출된 이동평균값을 이용하여 운전차압 예측에 사용되는 초기 수식을 유도하는 수식 유도단계(S410)와, 지정된 일자에 실제 측정된 일평균 운전차압과 상기 초기 수식 유도단계(S410)에서 도출된 수식을 이용하여 산출된 운전차압 예측값의 3일 평균값 차이가 5% 이하일 시 상기 초기 수식 유도단계(S410)에서 산출된 초기 수식을 유지하는 수식 보정유무 판단단계(S420)와, 상기 수식 보정유무 판단단계(S420)에서 운전차압 예측값의 3일 평균값 차이가 5% 초과로 확인 시 수식 유도에 사용되는 이동평균값의 사용 일자 범위를 확장하여 새로운 수식을 유도하는 수식 보정단계(S430)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법은, 세정을 통하여 보다 효과적인 효과를 얻을 수 있는 정확한 회복세정 수행시기를 예측 가능한 장점이 있다.

[0021] 또한, 회복세정 수행시기를 예측 가능하므로 회복 세정이 지연될 경우 발생하는 막오염으로 인한 운전압력 증가 현상, 생산유량 감소 현상, 여과수 수질 저하 현상을 방지 가능한 장점이 있다.

[0022] 그리고, 운영자에게 충분한 회복 세정 진행 준비 기간을 제공 가능하므로, 운영자 근무 효율성이 증대되는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1 및 도 2는 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법을 나타낸 블록도.

도 3은 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법에서 사용되는 값을 도출하기 위한 방법을 나타낸 개념도.

도 4는 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법의 예측 실행유무 판별단계를 나타낸 시스템도.

도 5는 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법의 수식 유도단계를 나타낸 시스템도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0025] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의

실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0026] 이하, 상기와 같은 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법에 관하여 설명하도록 한다.

[0027] 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명인 막여과 공정 회복세정 수행시기 예측방법은, 약품 세정주기 예측을 위한 운영데이터를 수집하는 자료 수집단계(S100)와, 상기 자료 수집단계(S100)에서 수집된 자료를 이용하여 유량 및 온도가 보정된 운전차압을 산출하는 보정값 산출단계(S200)와, 상기 보정값 산출단계(S200)에서 산출된 보정 운전차압을 이용하여 운전차압 예측 실행 유무를 판별하는 예측 실행유무 판별단계(S300)와, 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)에서 운전차압 예측 실행을 지시하는 것으로 결정 시, 운전차압 예측에 사용되는 수식을 유도하는 수식 유도 단계(S400)와, 상기 수식 유도 단계(S400)에서 유도된 수식을 이용하여 약품세정 수행시기를 예측하는 예측단계(S500)를 포함하여 이루어진다.

[0028] 상세히 설명하면, 상기 자료 수집단계(S100)에서 데이터가 수집되는 날짜 정보와, 이전 약품세정 후 막여과 공정이 운행되는 운전일수와, 날짜별 일평균 수온과, 막여과 공정의 일평균 여과유량과, 막여과 공정에 의해 여과되는 유체의 일평균 압력 데이터를 수집하고, 상기 자료 수집단계(S200)에서 수집된 자료를 이용하여 주변계 환경 요건 및 분리막 오염 정도에 따라 달라지는 막여과 공정의 운전차압 값을 보정한 후, 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)에서 보정된 운전차압 값을 이용하여 현재 수집된 데이터를 기반으로 운전차압 예측을 실행하는 것이 적합한지 판단하며, 상기 수식 유도 단계(S400)에서 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)에서 수집된 데이터를 기반으로 운전차압 예측을 실행하는 것이 적합하다 판단 시 수집된 데이터를 기반으로 운전차압 예측에 사용되는 수식을 유도하며, 이후 상기 예측단계(S500)에서 유도된 수식을 이용하여 약품세정을 시행해야 하는 정확한 수행시기를 예측하는 것이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 상기 보정값 산출단계(S200)는 상기 자료 수집단계(S100)에서 측정된 일평균 운전차압에 대한 유량보정을 수행하여 운전차압을 산출하는 유량보정 운전차압 산출단계(S210)와, 상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)에서 산출된 유량보정 운전차압에 대한 온도보정을 수행하여 유량 및 온도보정 운전차압을 산출하는 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)를 포함할 수 있다.

[0030] 그리고, 상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)는 하기 수학적 식 1을 통해 산출되고, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)는 하기 수학적 식 2에 의해 산출될 수 있다.

수학적 식 1)

$$\text{유량보정 운전차압} = \text{일평균 운전차압} \times (\text{설계 여과유량} \div \text{일평균 여과유량})$$

수학적 식 2)

$$\text{유량 및 온도보정 운전차압} = \text{유량보정 운전차압} \times (1 - (25 - \text{일평균 수온}) \times 0.02)$$

[0031]

[0032] 상세히 설명하면, 위에서의 일평균 운전차압은 분리막을 통하여 이물질이 제거된 여과수와, 여과를 위하여 장치로 투입된 원수의 일평균 압력 차이 값을 나타내며, 이러한 일평균 운전차압은 분리막 오염 정도 및 수온 변화에 따라 가변되므로, 본 발명에서는 상기 수학적 식 1 및 수학적 식 2를 통하여 이러한 변화값을 보정하여 준 것이다.

[0033] 또한, 본 발명에서 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)는 유량 및 온도보정 운전차압의 이동평균 값을 산출하는 이동평균값 산출단계(S310)와, 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 구해진 이동평균값의 차를 이용하여 이동평균 차이값을 구하는 이동평균 차이값 산출단계(S320)와, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값을 더하여 이동평균 차이 누적값을 산출하는 이동평균 누적값 산출단계(S330)를 포함할 수 있으며, 이후 이러한 산출단계에서 산출된 이동평균 값과, 이동평균 차이값과, 이동평균 누적값을 통하여 예측 실행유무가 판별될 수 있다.

[0034] 도 3을 참조하여 상세히 설명하면, 상기 자료 수집단계(S100)에서 일자별 수집된 일자별 운전차압 데이터(A1,

A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8)를 수집한 후, 상기 유량보정 운전차압 산출단계(S210)와 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)를 통해 유량 및 온도가 보정된 일자별 운전차압(C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8)을 산출된다.

[0035] 이후, 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)를 통해 산출된 상기 일자별 유량 및 온도보정 운전차압(C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8) 중 서로 인접한 3일간의 운전차압의 평균을 내어 최소 6개의 이동평균값(D1, D2, D3, D4, D5, D6)을 산출하고, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균값(D1, D2, D3, D4, D5, D6)을 서로 뺄셈하여 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5)을 산출하고, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5)을 서로 더하여 이동평균 누적값(F1, F2, F3, F4)을 구한 후, 각각의 산출단계에서 구해진 이동평균값과, 이동평균 차이값과, 이동평균 누적값을 이용하여 막여과 공정 회복세정 수행시기를 예측하는 것이다.

[0036] 이때, 상기 이동평균값(D1, D2, D3, D4, D5, D6)은 평균값을 내기 위하여 사용되는 유량 및 온도보정 운전차압(C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8)의 일자를 평균 낸 평균 일자를 기준으로 순차 배치되며, 일 실시예로 D1의 경우 C1, C2, C3 중 C2의 일자에 나타난 이동평균값 데이터로, D2의 경우 C2, C3, C4 중 C3의 일자에 나타난 이동평균값 데이터일 수 있다.

[0037] 그리고, 상기 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5)은 인접한 2개의 상기 이동평균값의 차이 값으로, 사용된 이동평균값의 일자에 대응하여 순차적으로 번호가 매겨진 후 정렬되며, 상기 이동평균 누적값(F1, F2, F3, F4) 또한 순차 산출된 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5) 중 인접한 데이터를 합산하여 순차 산출 정렬될 수 있다.

[0038] 즉, 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 산출된 이동평균값과, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값과, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 누적값은 각각의 결과값을 산출하기 위하여 사용된 상기 유량 및 온도보정 운전차압의 일자에 대응하여 순차 정렬되는 것이다.

[0039] 이하에서는, 위에서 구해진 이동평균값과, 이동평균 차이값과, 이동평균 누적값을 이용하여 회복세정 수행시기 예측 유무를 결정하는 방법에 관하여 설명하도록 한다.

[0040] 도 4를 참조하면, 상기 예측 실행유무 판별단계(S300)는 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 이동평균 차이값의 인접한 2개 평균값이, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 40%를 초과한 경우 운전차압 예측을 실행하는 것으로 판단하는 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)와, 상기 이동평균값 기반 실행유무 판단단계(S340)에서 예측을 실행하지 않는 것으로 판단 시 시작되며, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 차이 누적값이, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 50% 이하일 때 예측 수행을 종료하는 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)와, 상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)에서 확인된 이동평균 차이 누적값이 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 50%를 초과 시 시작되며, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 5개 이상의 이동평균 차이값 중 어느 하나 이상이 0보다 작거나 같은 경우 예측 수행을 종료하는 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)와, 상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)에서 산출된 5개 이상의 이동평균 차이값이 모두 0보다 큰 경우 시작되며, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 5개 이상의 누적값 평균이 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 최초 유량 및 온도보정 운전차압값의 5%를 초과할 때 예측 수행을 시작하는 것으로 결정하는 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0041] 상세히 설명하면, 상기 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)에서 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 복수개의 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5) 중 인접하게 위치된 2개의 이동평균 차이값의 평균값이 모두, 막여과 시스템이 정상운전되기 시작하는 최초 일자의 운전차압값이, 상기 보정값 산출단계(S200)에서 보정하여 산출한 도 3의 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 40%를 초과할 때 운전차압 예측을 시행하는 것으로 결정하고, 인접한 2개의 이동평균 차이값의 평균값 중 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 40% 이하인 구간이 발생할 경우 상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)가 실행된다.

[0042] 그리고, 상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)는 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 이동평균 차이 누적값이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 50%를 초과할 때 상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)를 실행하고, 산출된 이동평균 차이 누적값이 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 50% 이하일 때 예측 수행을 하지 않는 것으로 판단한다.

[0043] 또한, 상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)는 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)에서 산출된 5

개 이상의 연속된 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5)이 모두 0보다 큰 경우 상기 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)를 실행시키고, 산출된 5개 이상의 연속된 이동평균 차이값(E1, E2, E3, E4, E5)중 0보다 작거나 같은 이동평균 차이값이 있는 경우 예측 수행을 하지 않는 것으로 판단한다.

[0044] 그리고, 상기 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)는 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)에서 산출된 5개 이상의 누적값 평균이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 5% 이하일 시 예측 수행을 종료하고, 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 5%를 초과할 때 예측 수행을 시작하는 것으로 최종 결정한다.

[0045] 즉, 상기 이동평균값 기반 실행유무 판단단계(S340)와, 상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)와, 상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)와, 상기 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)를 통해, 상기 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계(S220)에서 산출된 유량 및 온도보정 운전차압을 기반으로 정확한 회복세정 수행시기 예측이 가능한지를 판단하되, 위의 판단을 위하여 상기 이동평균값 산출단계(S310)와, 상기 이동평균 차이값 산출단계(S320)와, 상기 이동평균 누적값 산출단계(S330)를 통해 이동평균값과, 이동평균 차이값과, 이동평균 누적값을 산출하는 것이다.

[0046] 이때, 상기 이동평균 차이값 기반 실행유무 판단단계(S340)에서 예측 실행유무 판단 기준이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 40% 인 것으로 설명하였지만, 이 수치는 인접한 2개 이동평균 차이값의 평균이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1) 값의 40%~50%에 도달 시, 이후 운전차압이 급격히 변화되므로, 최적화된 40%값을 제시한 것이며, 필요에 따라 예측 실행유무 판단 기준을 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 40%~50%값으로 보정할 수 있고, 상기 누적값 기반 실행유무 판단단계(S350)에서 예측 실행유무 판단 기준이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 55%인 것으로 설명하였지만, 이 수치는 이동평균 차이 누적값이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 50%~60%에 도달 시 막오염 진행이 상당히 진행되는 것으로 판단하기 위한 최적화 값으로, 사용 기준에 따라 사용자가 50%~60%로 조절할 수 있으며, 상기 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계(S360)에서 0이라는 수치를 판단 기준으로 놓은 것은, 지속적으로 막오염이 발생할 시 발생하는 막간차압 증가를 판별하여 예측 실행 유무를 결정하기 위한 것이고, 상기 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계(S370)에서 예측 실행유무 판단 기준이 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 5%인 것은 지속적으로 막오염이 발생하여 막간차압이 증가하는 경우를 판별하여 예측 유무를 실행하기 위한 최적화 수치이지만, 상황에 대응하여 상기 최초 유량 및 온도보정 운전차압값(C1)의 4.5%~5.5%를 판단 기준으로 사용할 수 있다.

[0047] 또한, 도 5를 참조하면 본 발명에서 상기 수식 유도단계(S400)는 지정된 예측 시작일과 예측 시작일 이전 기간 동안 상기 이동평균값 산출단계(S310)에서 산출된 이동평균값을 이용하여 운전차압 예측에 사용되는 초기 수식을 유도하는 수식 유도단계(S410)와, 지정된 일자에 실제 측정된 일평균 운전차압과 상기 초기 수식 유도단계(S410)에서 도출된 수식을 이용하여 산출된 운전차압 예측값의 3일 평균값 차이가 5% 이하일 시 상기 초기 수식 유도단계(S410)에서 산출된 초기 수식을 유지하는 수식 보정유무 판단단계(S420)와, 상기 수식 보정유무 판단단계(S420)에서 운전차압 예측값의 3일 평균값 차이가 5% 초과로 확인 시 수식 유도에 사용되는 이동평균값의 사용 일자 범위를 확장하여 새로운 수식을 유도하는 수식 보정단계(S430)를 포함할 수 있다.

[0048] 상세히 설명하면, 상기 수식 유도단계(S410)에서 예측수행 시작 지점을 포함하여 이전 5일 이상의 운전차압 데이터를 가지고, 하기 수학적 3을 유도하고,

[0049] 수학적 3)

[0050]
$$y = ax + b$$

[0051] (y : 예측하고자 하는 유량 온도 보정 운전차압, a : 지정된 기간동안의 유량 온도 보정 운전차압 변화율, x : 예측하고자 하는 일자와 예측 시작 일자의 차이값, b : 예측 시작 일자의 유량 온도 보정 운전차압

[0052] 이후, 상기 수식 보정유무 판단단계(S420)에서 실제 측정된 일평균 운전차압과 상기 수학적 3을 통해 도출된 수식을 이용하여 산출된 예측 운전차압의 차이값의 3일 평균값을 비교하여 유도된 위의 수학적 3의 사용 유무를 판별하되, 수학적 3을 사용 가능한 것으로 판단시 수학적 3을 이용하여 막여과 공정 회복세정 수행시기를 예측하고, 수학적 3이 사용하기 어려운 것으로 판단시 상기 수식 보정단계(S430)에서 위의 수학적 3을 유도하기 위하여 사용되는 이동평균값의 범위를 확장하여 좀더 다양한 요소가 적용된 새로운 수식을 유도하는 것이다.

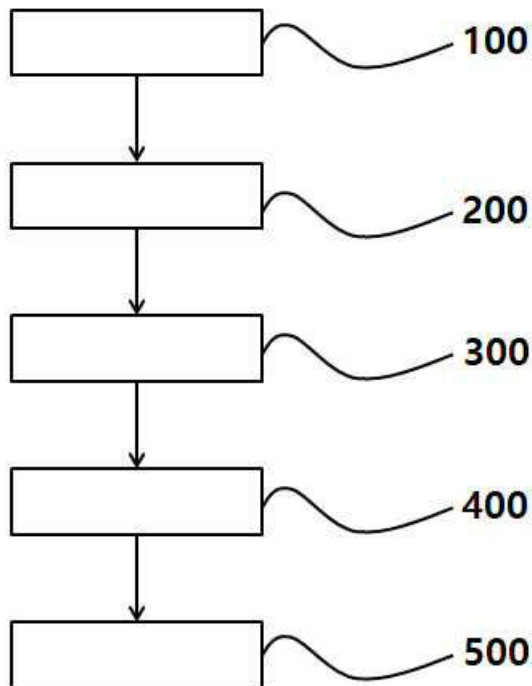
[0053] 본 발명의 상기한 실시 예에 한정하여 기술적 사상을 해석해서는 안된다. 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구 범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당업자의 수준에서 다양한 변형 실시가 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 당업자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 된다.

부호의 설명

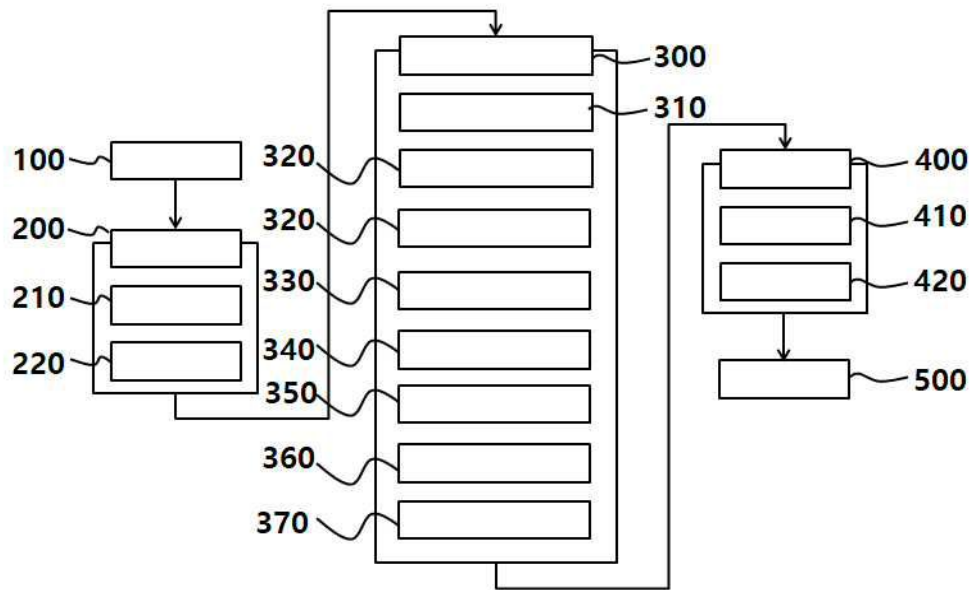
- [0054] S100 : 자료 수집단계
 S200 : 보정값 산출단계 S210 : 운전차압 산출단계
 S220 : 유량 및 온도보정 운전차압 산출단계
 S300 : 예측 실행유무 판별단계 S310 : 이동평균값 산출단계
 S320 : 이동평균 차이값 산출단계 S330 : 이동평균 누적값 산출단계
 S340 : 이동평균값 기반 실행유무 판단단계
 S350 : 누적값 기반 실행유무 판단단계
 S360 : 연속된 차이값 기반 실행유무 판단단계
 S360 : 연속된 누적값 기반 실행유무 판단단계
 S400 : 수식 유도 단계 S410 : 수식 유도단계
 S420 : 수식 보정유무 판단단계 S430 : 수식 보정단계
 S500 : 예측단계

도면

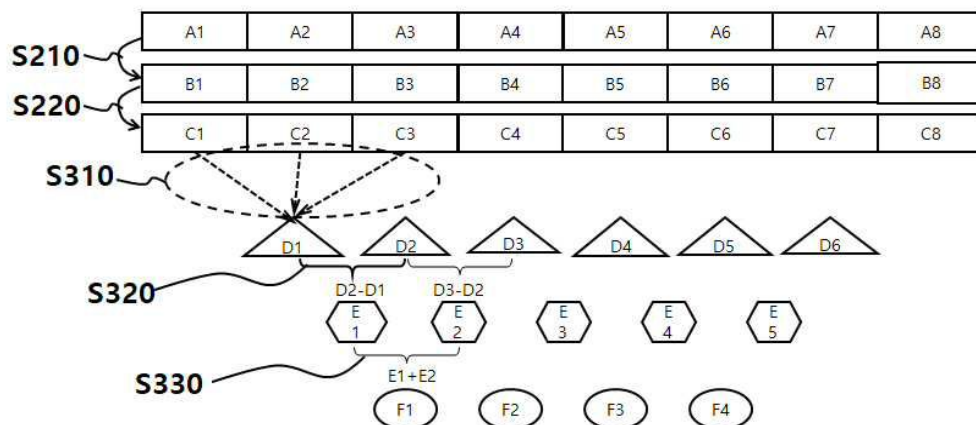
도면1



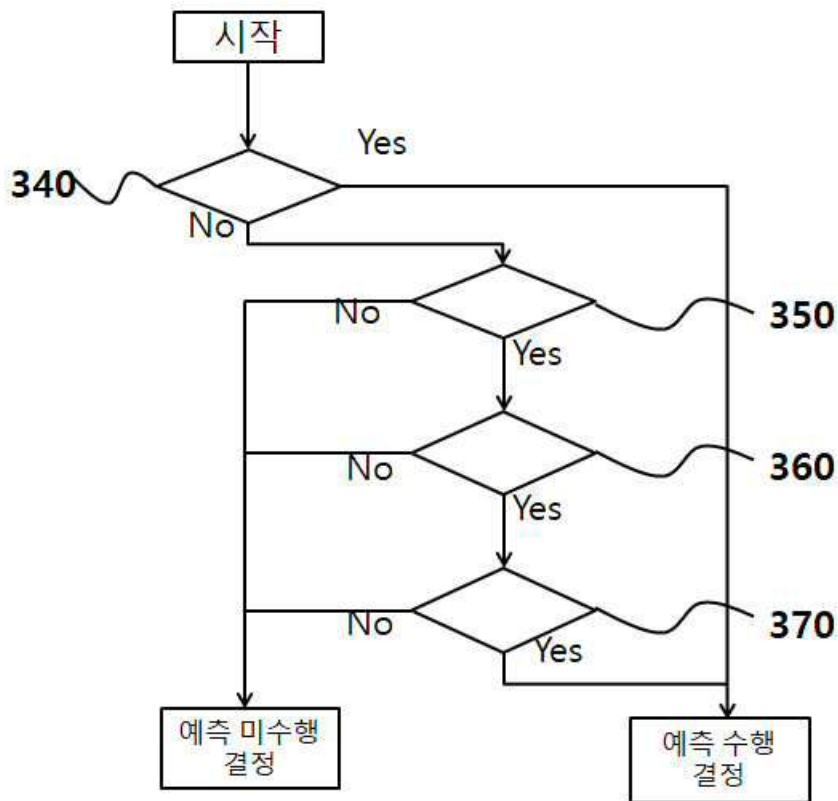
도면2



도면3



도면4



도면5

