(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0090758
(43) 공개일자 2021년07월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/28 (2006.01) *B01J 20/34* (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01) *C02F 1/50* (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 1/283 (2013.01)
B01J 20/3416 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0003474
(22) 출원일자 2020년01월10일
심사청구일자 2020년01월10일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
강동환
부산시 남구 분포로 111 엘지메트로시티 106동 1003호
김일규
부산시 남구 분포로 111 엘지메트로시티 129동 1404호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 5 항

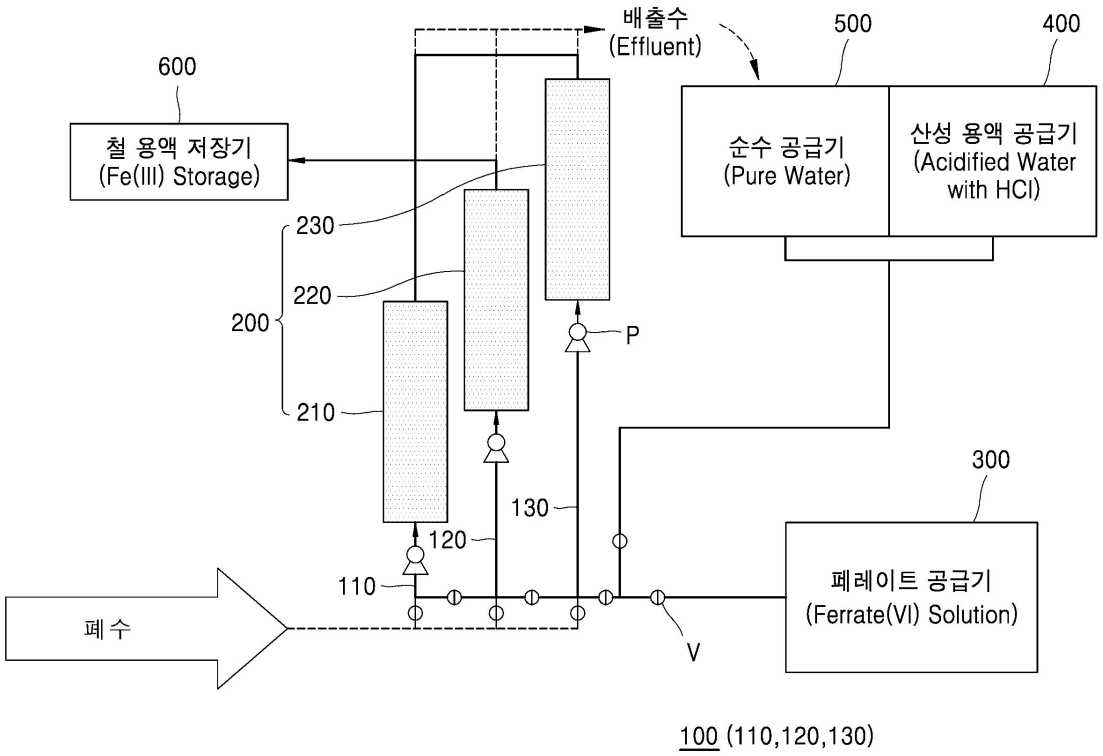
(54) 발명의 명칭 **PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법**

(57) 요 약

본 발명은 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법에 대한 것으로서, 특히 페레이트를 이용하여 흡착된 항생물질을 제거하는 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치는 항생물질이 포함된 폐수가 유입되는 유입로와, 유입로와 연결되며 항생물질을 흡착하는 흡

(뒷면에 계속)

대 표 도



착제를 구비한 적어도 하나 이상의 흡착칼럼, 및 흡착칼럼에 페레이트 용액을 주입하는 페레이트 공급기를 포함한다. 또한, 본 발명에 따른 수처리 방법은 전술된 PRB-AOP 연계공정 장치를 이용하며, 항생물질이 포함된 폐수를 흡착제가 구비된 적어도 하나 이상의 흡착칼럼에 유입시켜 흡착제에 항생물질을 흡착시키는 단계와, 적어도 하나 이상의 흡착칼럼 중 파과점에 도달하거나 파과점에 도달하기 일정수준 전에, 해당 흡착칼럼에 폐수의 유입을 중단하는 단계, 및 폐수의 유입이 중단된 흡착칼럼에 페레이트 용액을 주입하는 단계를 포함한다. 또한, 이에 따라, 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법은 페레이트를 이용하여 흡착제에 흡착된 항생물질을 쉽게 제거할 수 있다.

(52) CPC특허분류
B01J 20/3475 (2013.01)
C02F 1/32 (2013.01)
C02F 1/50 (2013.01)
C02F 1/72 (2013.01)
C02F 2303/16 (2013.01)

(72) 발명자
박경덕
부산시 사상구 사상로342번길 21 벽산늘푸른아파트 104동 1903호

소윤환
경기도 군포시 산본로 296 109동 1304호 (금정동,무궁화주공아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	18CTAP-C143448-01
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구사업
연구과제명	축산폐수처리장의 최종방류수 내 테트라사이클린계 항생물질 처리를 위한 PRB-AOP 연계공정 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교 산학협력단
연구기간	2018.04.17 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

항생물질이 포함된 폐수가 유입되는 유입로와,

상기 유입로와 연결되며 항생물질을 흡착하는 흡착제를 구비한 적어도 하나 이상의 흡착칼럼, 및

상기 흡착칼럼에 페레이트 용액을 주입하는 페레이트 공급기를 포함하는 PRB-AOP 연계공정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 흡착칼럼에 산성 용액을 주입하는 산성 용액 공급기를 포함하는 PRB-AOP 연계공정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 흡착칼럼에 순수를 주입하는 순수 공급기를 포함하는 PRB-AOP 연계공정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 흡착제는 야자계 활성탄을 포함하는 PRB-AOP 연계공정 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치를 이용한 수처리 방법으로서,

항생물질이 포함된 폐수를 흡착제가 구비된 적어도 하나 이상의 흡착칼럼에 유입시켜 상기 흡착제에 항생물질을 흡착시키는 단계와,

상기 적어도 하나 이상의 흡착칼럼 중 파과점에 도달하거나 파과점에 도달하기 일정수준 전에, 해당 흡착칼럼에 폐수의 유입을 중단하는 단계, 및

상기 폐수의 유입이 중단된 흡착칼럼에 페레이트 용액을 주입하는 단계를 포함하는 수처리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법에 대한 것으로서, 특히 페레이트를 이용하여 흡착된 항생물질을 제거하는 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 항생물질은 사람과 가축에게 발생하는 질병의 치료 및 예방 등을 위하여 사용되는 화학물질이다. 그러나 항생물질은 기본적으로 미생물의 성장을 억제하는 용도로 제조된 화학물질이므로, 과도한 투여 및 노출 시 부작용을

일으킬 우려가 있다. 게다가 자연계로 유입된 항생물질로 인해 미생물 중에서 항생물질에 내성을 가지는 개체가 생성되기도 한다. 최근에는 다제내성균의 출현으로 인해 전세계적인 문제가 되고 있다.

[0004] 일반적으로 항생물질의 배출경로는 다음과 같다. 인간 및 동물에게 투여된 항생물질은 체내에서 완전히 분해되지 않고, 대사가 완전히 진행되지 않은 유기물의 형태(중간생성물) 또는 전혀 분해되지 않은 항생물질 본연의 상태로 대소변을 통해 체내에서 빠져나간다. 이렇게 배출된 항생물질 및 그 대사체는 대부분 하수처리장 등으로 이동한다. 그러나 대부분의 하수처리장은 항생물질과 같은 유기물을 처리하는데 집중되어 있지 않고, 인과 같은 영양염류를 처리하는 데 중점적으로 설계되어 있다. 또한 하수처리장은 주로 미생물을 이용한 생물학적 방식으로 처리하므로, 일부 항생물질은 미생물에 의해 분해되지 않고 자연계로 배출된다. 항생물질들은 2000년대 초반부터 본격적으로 연구되고 있어 아직까지는 기준치가 확정되지 않아 배출수 수질기준 등에 명시되어 있지 않다. 항생물질은 수 ng/L에서 수 μg/L까지의 범위로 비록 높은 수준의 농도는 아니지만, 장기간 잔류하거나 수계에서 독성이 높은 물질로 변할 수 있어 지속적으로 주의할 필요가 있다.

[0005] 수중의 항생물질을 처리하기 위한 기술로는 크게 흡착공정과 AOPs(Advanced Oxidation Processes) 공정으로 나눌 수 있다. 흡착공정은 활성탄과 같은 다공성 입자를 이용하여 수중에 존재하는 오염물질을 흡착하여 제거하는 공정으로, 현재 수질정화 공정에서 널리 쓰이고 있다. 또한 AOPs 공정은 자외선이나 산화제 등을 이용하여 수중에 반응성이 높은 라디칼을 발생시켜 오염물질을 산화분해하는 공정이다. 그러나 흡착공정의 경우 고농도의 폐수에는 적합하지 않으며, 오염물질을 제거하기보다는 단순히 액상에 존재하는 물질을 고상(흡착제)로 옮겨 분리하는 공정이므로, 물질을 완전히 제거하기 위해서는 추가적인 설비가 필요하다. AOPs의 경우 공정의 종류에 따라 적합한 수중 조건이 각각 다르며, 폐수의 탁도가 높거나 pH 등의 수중 조건이 맞지 않으면 낮은 효율성을 보일 수 있다. 또한 일부 공정은 기존의 설비에 비해 운영비 등의 비용이 비싸 실제 수처리 공정에서는 방류하기 직전에 국한하여 사용하고 있다.

[0006] 기존의 수처리 흡착공정은 상수도 중 후반부인 고도처리공정 중 하나로 사용되며, 칼럼 형태로 물이 흡착제(주로 입상활성탄) 층을 통과하여 수중의 물질을 제거하는 방식이 대부분이다. 이와 같은 공정은 대부분 활성탄을 일회성으로 사용하기보다는 역세척 등의 방식으로 재생하여 사용하는 경우가 대부분이다.

[0007] 그러나 일반적인 역세척 방식으로는 흡착제에 흡착된 항생물질을 씻어내기는 어려우며, 씻어낸다고 하더라도 세척수에 포함된 항생물질은 추가적인 처리가 필요하다. 역세척 이외의 재생 방식은 연소 등의 고열을 이용하여 흡착제에 흡착된 물질을 제거하는 방식이나, 이러한 방식은 에너지가 많이 들며 물질이 고열 하에 완전히 분해되지 않으면 매연이 발생할 수 있다. 또한 고열을 이용하려면 기존 흡착공정에서 흡착제를 모두 분리한 후 처리해야 하는 번거로움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허공보 제10-2010-0042785호(2010.04.27. 공개)

(특허문헌 0002)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 흡착제에 흡착된 항생물질을 쉽게 제거할 수 있는 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치는, 항생물질이 포함된 폐수가 유입되는 유입로와, 유입로와 연결되며 항생물질을 흡착하는 흡착제를 구비한 적어도 하나 이상의 흡착칼럼, 및 흡착칼럼에 페레이트 용액을 주입하는 페레이트 공급기를 포함한다.

[0014] 흡착칼럼에 산성 용액을 주입하는 산성 용액 공급기가 구비될 수 있으며, 흡착칼럼에 순수를 주입하는 순수 공급기가 구비될 수 있다.

[0015] 흡착제는 야자계 활성탄을 이용하는 것이 효율적이다.

[0016] 또한, 본 발명에 따른 수처리 방법은, 전술된 PRB-AOP 연계공정 장치를 이용한 수처리 방법으로서, 항생물질이 포함된 폐수를 흡착제가 구비된 적어도 하나 이상의 흡착칼럼에 유입시켜 흡착제에 항생물질을 흡착시키는 단계와, 적어도 하나 이상의 흡착칼럼 중 파과점에 도달하거나 파과점에 도달하기 일정수준 전에, 해당 흡착칼럼에 폐수의 유입을 중단하는 단계, 및 폐수의 유입이 중단된 흡착칼럼에 페레이트 용액을 주입하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치와 이를 이용한 수처리 방법은 페레이트를 이용하여 흡착제에 흡착된 항생물질을 쉽게 제거할 수 있다.

[0019] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치의 개념도이다.

도 2는 야자계 활성탄의 배출수 농도 변화 그래프이다.

도 3은 석탄계 활성탄의 배출수 농도 변화 그래프이다.

도 4는 본 발명에 따른 수처리 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치의 개념도이다.

[0024] 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치는 도 1에 도시된 바와 같이, 폐수가 유입되는 유입로(100)와, 유입로(100)에 연결된 하나 이상의 흡착칼럼(200), 흡착칼럼(200)에 페레이트를 공급하는 페레이트 공급기(300), 흡착칼럼(200)에 산성 용액을 공급하는 산성 용액 공급기(400), 및 흡착칼럼(200)에 순수(pure water)를 공급하는 순수 공급기(500)를 포함한다.

[0025] 유입로(100)는 외부의 폐수를 후술될 흡착칼럼(200)으로 이송한다. 이를 위해서, 유입로(100)는 후술될 흡착칼럼(200)에 연결되며, 하기에서 본 실시예는 흡착칼럼(200)으로 세 개의 흡착칼럼(200)을 예시하므로, 유입로(100) 역시 세 개의 유입로를 예시한다. 또한, 이에 따라, 유입로(100)는 제1 유입로(110)와 제2 유입로(120) 및 제3 유입로(130)를 포함한다. 이러한 유입로(100)에는 펌프(P)를 연결하여 폐수가 흡착칼럼(200)으로 유입되도록 할 수 있으며, 본 실시예는 제1 유입로(110)에 구비된 제1 펌프와 제2 유입로(120)에 구비된 제2 펌프, 및 제3 유입로(130)에 구비된 제3 펌프를 예시한다. 물론, 유입로(100)의 개수에 따라 펌프(P)에 개수 역시 달라지

며, 다수개의 유입로(100) 각각에 펌프(P)가 구비되는 것이 바람직하다.

[0026] 흡착칼럼(200)은 폐수에 포함된 항생물질을 흡착한다. 이를 위해서, 흡착칼럼(200)은 항생물질을 흡착할 수 있는 물질, 예를 들어, 활성탄을 흡착제로 이용할 수 있다. 또한, 활성탄 중 야자계 활성탄을 흡착칼럼(200)의 흡착제로 이용하는 것이 효율적이다. 본 실시예는 이러한 흡착칼럼(200)으로 세 개의 흡착칼럼(200), 즉, 제1 흡착칼럼(210)과 제2 흡착칼럼(220) 및 제3 흡착칼럼(230)이 구비된 것을 예시한다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 흡착칼럼(200)은 세 개 미만이거나 네 개 이상일 수도 있다. 또한, 이에 따라 폐수가 흡착제가 구비된 흡착칼럼(200)을 통과하며 항생물질이 흡착칼럼(200)의 흡착제에 흡착된다. 한편, 흡착칼럼(200)은 서로 파과점(break-through point)이 상이하도록 시간차를 두고 운용하여 연속흡착이 가능하도록 한다. 예를 들어, 제1 흡착칼럼(210)과 제2 흡착칼럼(220) 및 제3 흡착칼럼(230)을 시간차를 두고 운행을 시작하여 서로 파과점이 상이하도록 할 수 있다. 이 경우, 하나의 흡착칼럼(200)에 폐수 유입을 중단하고 흡착된 항생물질 제거 작업을 하더라도 나머지 제2 흡착칼럼(220)과 제3 흡착칼럼(230)은 항생물질을 흡착중이므로 폐수 처리 중단 없이 수처리를 연속진행할 수 있다.

[0027] 페레이트 공급기(300)는 흡착칼럼(200)에 페레이트 용액을 공급한다. 흡착칼럼(200)에 흡착된 항생물질은 페레이트(ferrate(VI)) 용액에 의해 제거할 수 있다. 따라서, 페레이트 공급기(300)는 폐수 유입로와는 별도의 페레이트 공급관을 통해 흡착칼럼(200)과 연결되어 페레이트 용액을 흡착칼럼(200)에 공급한다. 여기서, 페레이트 용액이 흡착칼럼(200)에 공급될 때 항생물질이 포함된 폐수가 흡착칼럼(200)에 유입되면 흡착칼럼(200)에 흡착된 항생물질을 제거하기 어렵다. 따라서, 본 실시예는 유입로와 흡착칼럼(200) 사이에는 밸브(V)를 구비하여 페레이트 공급기(300)에서 페레이트 용액을 흡착칼럼(200)에 주입할 때 흡착칼럼(200)으로 폐수가 유입되는 것을 차단한다.

[0028] 산성 용액 공급기(400)는 흡착칼럼(200)에 산성 용액을 공급한다. 흡착칼럼(200)에 페레이트를 주입하며 항생물질을 분해한 후 일부는 흡착칼럼(200)의 흡착제에 흡착될 수 있다. 이때, 흡착칼럼(200)에 주입된 산성 용액은 흡착칼럼(200)에 남은 페레이트 용액을 분리하여 제거하며, 산성 용액에 의해 제거된 철 용액은 별도의 철 용액 저장기(600)로 이송된다. 또한, 산성 용액 공급기(400)에서 흡착칼럼(200)에 산성 용액이 공급될 때 폐수를 흡착칼럼(200)에 유입시키는 유입로의 밸브와, 페레이트 용액을 흡착칼럼(200)에 유입시키는 페레이트 공급기(300)의 밸브, 및 후술될 순수 공급기(500)의 밸브는 폐쇄되는 것이 바람직하다.

[0029] 순수 공급기(500)는 흡착칼럼(200)에 순수를 공급하여 흡착칼럼(200)에 남은 산성 용액을 제거한다. 또한, 순수 공급기(500)가 흡착칼럼(200)에 순수를 주입할 때, 폐수를 흡착칼럼(200)에 유입시키는 유입로의 밸브와, 페레이트 용액을 흡착칼럼(200)에 유입시키는 페레이트 공급기(300)의 밸브, 및 산성 용액을 흡착칼럼(200)에 주입시키는 산성 용액 공급기(400)의 밸브는 폐쇄되는 것이 바람직하다. 여기서, 순수가 주입되어 흡착칼럼(200)으로 배출되는 배출수는 자연계로 방류하여도 무방하다. 물론, 전술된 배출수는 산성 용액 공급기(400)나 순수 공급기(500)에 공급되어 재생공정에 활용하도록 할 수도 있다.

[0030] 철 용액 저장기(600)는 순수 공급기(500)에서 흡착칼럼(200)에 순수를 공급하여 생성된 철 용액을 저장한다. 이를 위해서, 철 용액 저장기(600)는 철 용액을 저장하는 스토리지일 수 있다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 철 용액 저장기(600)는 철 용액 처리기로서, 철 용액에서 철을 분리하여 재사용하는 장치일 수도 있다.

[0032] 다음은 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치의 흡착능 평가 결과에 대해 설명한다.

[0033] 연계공정 적용을 위한 실험은 사전에 테트라사이클린 용액을 통과하여 파과점에 도달한 흡착칼럼을 대상으로 수행하였다. 먼저, 흡착칼럼실험과 같이 50mg/L의 테트라사이클린 용액(pH 7)을 칼럼에 일정 시간동안 흡착(1차 흡착)시킨다. 이후 흡착칼럼에 투여한 ferrate(VI)의 양은 운전 시간동안 활성탄에 흡착된 테트라사이클린의 양을 계산하고, 그 2배에 해당하는 ferrate(VI)를 순수에 투여하여 1L로 한 후, 흡착칼럼 내부에 상향류로 주입하여 활성탄에 흡착된 테트라사이클린을 제거하였다. 테트라사이클린과의 반응이 끝나면 ferrate(VI)가 환원되어 생성되는 철염이 활성탄에 흡착될 우려가 있으므로, 이를 제거하기 위해 3.5% 염산용액과 순수를 순차적으로 주입하며 흡착칼럼을 세척함으로써 칼럼에 잔류하는 ferrate(VI) 및 철염을 제거하였다. 이와 같은 방식으로 세척이 끝난 칼럼에 다시 50 mg/L의 테트라사이클린 용액을 통과시켜 1차 흡착실험과 같은 방식으로 배출수의 농도를 측정하였다(2차 흡착). 흡착능 평가는 1차 흡착과 2차 흡착 시 측정한 배출수의 농도를 토대로 비교하였다.

[0034] 표 1은 PRB-AOP 연계공정에 사용한 칼럼 내 흡착제의 높이 및 페레이트 양이다.

표 1

[0035]

구분	흡착제 높이 (흡착제 양)	운전 시간	흡착된 테트라사이클린 양	투여한 ferrate(VI) 양
야자계	5 cm (55 g)	24 hr	2,215 mM	4,429 mM
석탄계	3 cm (24 g)	48 hr	5,140 mM	10,280 mM

[0036] 도 2는 야자계 활성탄의 배출수 농도 변화 그래프이다.

[0037] 야자계 활성탄은 흡착칼럼 내에 5cm 두께가 되도록 투여하였으며, 1차 실험 결과 테트라사이클린 용액 주입 시작 후 18시간 만에 파과점(유입수 농도의 10%)에 근접하였으며, 24시간 후의 유출수 농도는 유입수의 15%(7.5mg/L)로 측정되었다. 그리고 2차 실험 후에는 15시간 만에 파과점에 도달하여 파과점에 도달하는 시간이 3시간 정도 앞당겨졌으며, 24시간에는 유출수의 농도가 유입수의 27%(13.5mg/L)까지 상승하였다. 2차 흡착실험 결과를 보면, 파과점 도달 전까지는 1차 흡착 결과와의 흡착률의 차이가 1% 미만으로 차이가 거의 발생하지 않았으나, 15시간 후 급격히 상승하여 18시간에는 2차 실험에서의 흡착률이 1차 실험에 비해 10.6% 정도 감소하였으며, 24시간 후에는 13.5% 감소하는 등 시간이 지날수록 1차 실험에 비해 흡착률이 감소하는 경향을 보였다.

[0038] 도 3은 석탄계 활성탄의 배출수 농도 변화 그래프이다.

[0039] 석탄계 활성탄의 경우, 1차 흡착실험에서는 44시간에 파과점에 도달하였으나, 2차 흡착실험에서는 18시간만에 파과점에 도달하여 1차 흡착실험에 비해 흡착률이 감소한 것을 확인하였다. 0시간부터 6시간 이전까지는 1차와 2차 실험 간의 흡착률 변화가 나타나지 않으나, 6시간 경과 후 2차 실험에서의 흡착률이 1차 실험에 비해 2% 정도 감소하였으며, 15시간 경과 후에는 5.7%, 24시간 후에는 9.6%, 38시간 후에는 10.5% 감소하는 등 시간이 지날수록 1차 실험과 2차 실험 간의 흡착률의 차이가 발생하였다.

[0040] 종합하면, 석탄계 활성탄은 처음 사용할 경우 많은 양의 테트라사이클린을 처리할 수 있으나, ferrate(VI) 처리 시 야자계 활성탄에 비해 처리 효율이 낮아 2차 흡착 때부터 파과점이 앞당겨지는 등 흡착률이 감소하는 것으로 나타났다. 반면 야자계 활성탄은 비록 처음 사용 시 석탄계 활성탄에 비해 흡착량이 적어 파과점 또한 18시간으로 비교적 빠른 시간에 도달하나, ferrate(VI)로 인한 테트라사이클린의 제거효율이 높아 재생에 용이한 것으로 나타났다. 유출수가 유입수의 10%를 넘지 않는다고 가정할 경우의 처리용량을 비교하여 보면, 야자계의 경우 1차 실험 시 5.4L, 2차 실험 시 4.5L로 총 9.9L인 반면, 석탄계의 경우 1차 실험 시 13.2L, 2차 실험 시 5.4L로 총 18.6L인 것으로 나타났다. 비록 야자계 활성탄이 석탄계 활성탄에 비해 흡착률이 낮아 처리용량이 낮으나, 실제 공정 시 야자계 활성탄의 사용량을 늘리게 되면 흡착량이 증가할 뿐만 아니라 ferrate(VI)를 이용하여 활성탄을 재생함으로써 활성탄의 교체 없이 효율적인 항생물질 처리가 가능할 것으로 판단된다. 따라서, 본 발명은 흡착칼럼(200)의 흡착제로 야자계 활성탄을 사용하는 것이 효율적이다.

[0042] 다음은 본 발명에 따른 수처리 방법에 대해 도면을 참조하여 설명한다. 후술될 설명 중 전술된 본 발명에 따른 PRB-AOP 연계공정 장치의 설명과 중복되는 내용은 생략하거나 간략히 설명한다.

[0043] 도 4는 본 발명에 따른 수처리 방법의 순서도이다.

[0044] 본 발명에 따른 수처리 방법은 도 4에 도시된 바와 같이, 항생물질을 흡착하는 단계(S1)와, 페레이트를 주입하는 단계(S2), 산성 용액을 주입하는 단계(S3), 및 순수를 주입하는 단계(S4)를 포함한다.

[0045] 항생물질을 흡착하는 단계(S1)는 흡착제가 구비된 흡착칼럼에 항생물질이 포함된 폐수를 유입시켜 흡착제에 항생물질을 흡착시킨다.

[0046] 페레이트를 주입하는 단계(S2)는 항생물질을 흡착하는 단계(S1)를 통해 흡착제가 파과점에 도달하기 일정수준 전 또는 파과점에 도달하면 페레이트 용액을 흡착칼럼에 주입시켜 흡착제에 흡착된 항생물질을 분리시킨다. 이때, 페레이트를 주입하고자 하는 흡착칼럼에는 폐수의 주입을 중단시킨다.

[0047] 산성 용액을 주입하는 단계(S3)는 페레이트를 주입하는 단계(S2)를 통해 흡착제에 남아 있을 수 있는 페레이트 용액을 산성 용액을 이용하여 분리시킨다. 이때, 생성된 철 용액은 철 용액 수거기로 배출한다.

[0048] 순수를 주입하는 단계(S4)는 산성 용액을 주입하는 단계(S3), 이후, 흡착제에 남아 있는 산성 용액을 순수를 이용하여 분리 및 배출시킨다. 여기서 배출되는 배출수는 페레이트 공급기나 산성 용액 공급기로 순환시켜 재사용

하도록 할 수 있다.

[0049] 상술한 바와 같이, 본 발명은 페레이트를 이용하여 흡착제에 흡착된 항생물질을 쉽게 제거할 수 있다.

[0050] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

부호의 설명

[0052] 100: 유입로 110: 제1 유입로

120: 제2 유입로 130: 제3 유입로

200: 흡착칼럼 210: 제1 흡착칼럼

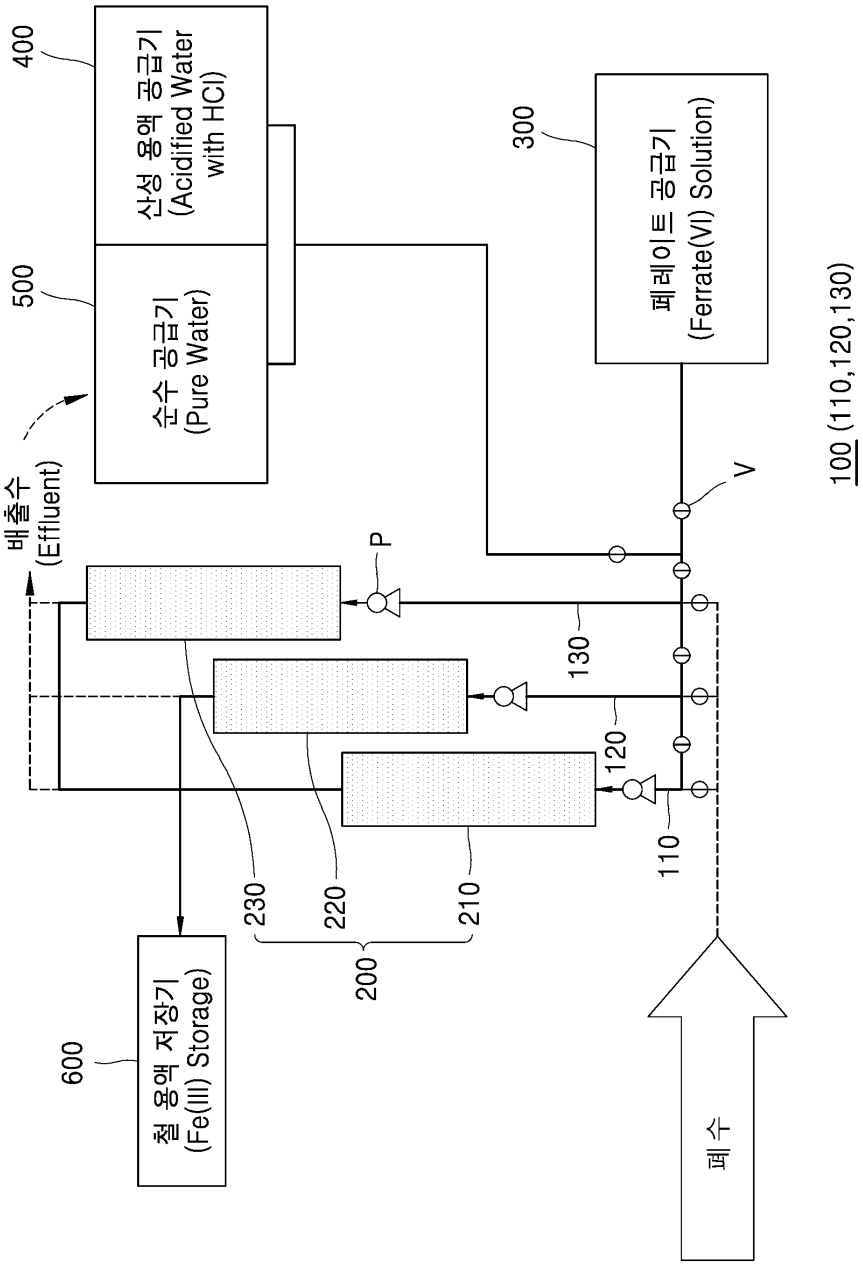
220: 제2 흡착칼럼 230: 제3 흡착칼럼

300: 페레이트 공급기 400: 산성 용액 공급기

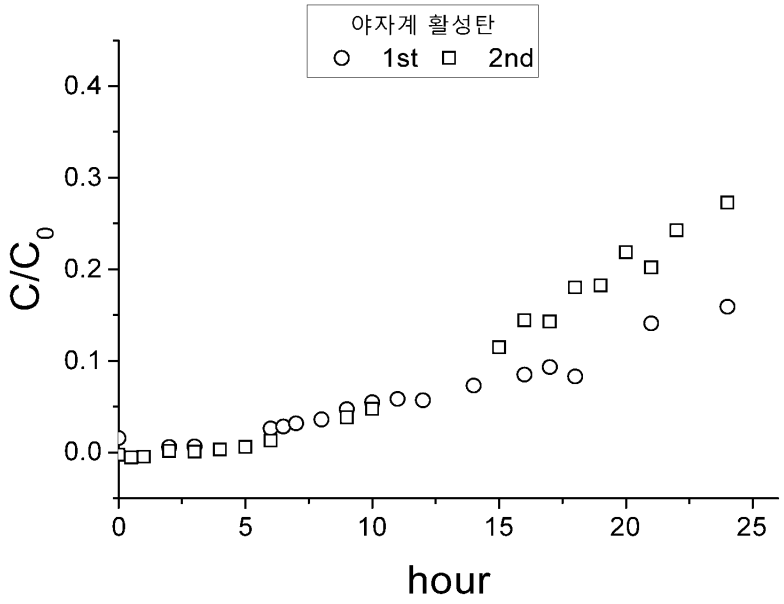
500: 순수 공급기 600: 철 용액 저장기

도면

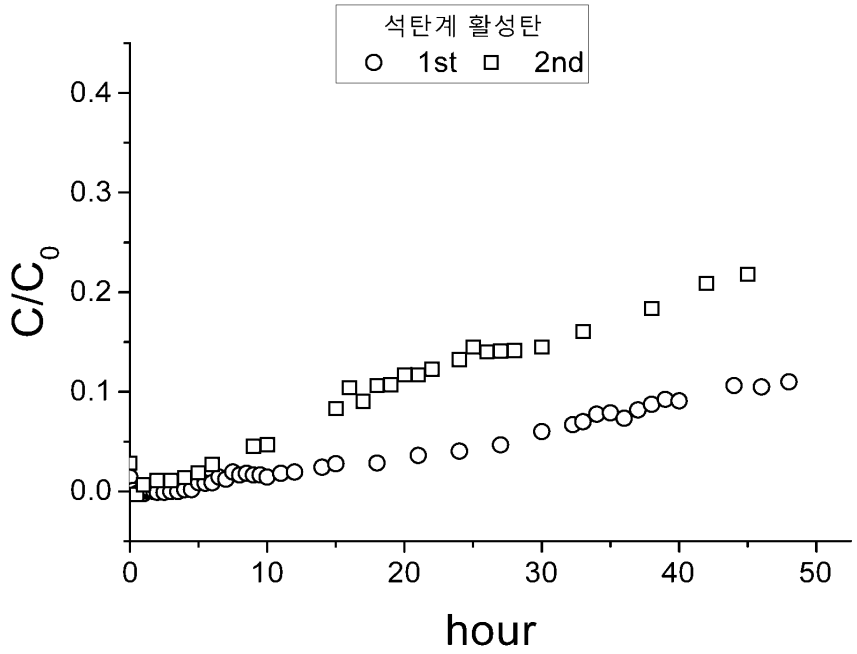
도면1


400
산성 용액 공급기
(Acidified Water
with HCl)
500
순수 공급기
(Pure Water)
300
페레이트 공급기
(Ferrate(VI) Solution)
100 (110,120,130)
배출수
(Effluent)
P
V
130
120
110
230
220
210
200
600
철 용액 저장기
(Fe(III) Storage)
폐 수

도면2


야자계 활성탄
1st
2nd
C/C0
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0
5
10
15
20
25
hour

도면3


석탄계 활성탄
1st
2nd
C/C0
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0
10
20
30
40
50
hour

도면4

