(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0050620
(43) 공개일자 2018년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 3/10 (2006.01) *C02F 1/58* (2006.01)
C02F 1/62 (2006.01) *C02F 3/00* (2006.01)
C02F 101/00 (2006.01) *C02F 101/10* (2006.01)
C02F 101/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 3/10 (2013.01)
C02F 1/583 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0049866(분할)
(22) 출원일자 2018년04월30일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2015-0123062
원출원일자 2015년08월31일
심사청구일자 2016년04월08일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김지형
경기도 남양주시 와부읍 덕소로 180, 두산위브아파트 111동 1804호
최명찬
경기도 수원시 영통구 매영로 310번길 27, 신원미주아파트 652동 1807호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

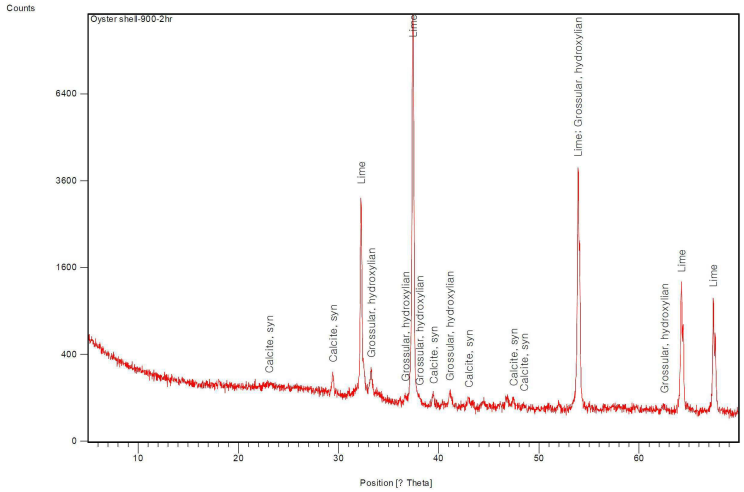
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법, 희토류 추출 폐수의 수처리 방법, 수처리용 조성물 및 그를 이용한 담체**

(57) 요 약

본 발명은 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법, 희토류 추출 폐수의 수처리 방법, 수처리용 조성물 및 그를 이용한 담체에 관한 것으로, 본 발명에 따르면 희토류 추출 폐수의 수처리 시 중금속뿐 아니라 기타 방사성 물질, 비소, 불소 등의 효율적 처리가 가능하고, 또한 폐기물인 패류 껍질를 자원화함으로써 부가가치를 창출할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C02F 1/62 (2013.01)
C02F 2003/001 (2013.01)
C02F 2101/006 (2013.01)
C02F 2101/103 (2013.01)
C02F 2101/20 (2013.01)

(72) 발명자
최종복
서울특별시 동대문구 무학로47길 10, 효명빌딩 303호
이용현
서울특별시 성북구 안암로 145, 공학관 332호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R1512121
부처명	산업통상부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	자원개발
연구과제명	희토류 분리정제의 친환경공정 개발 및 비용절감을 위한관리기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주) 산하이앤씨
연구기간	2015.07.01 ~ 2018.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

a) 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을, 담체 베이스에 담지하여 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하는 단계; 및

b) 상기 a)단계에서 제조된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 건조 및 분급하는 단계

를 포함하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 황염은 알칼리 금속의 황화물인 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 a) 단계의 소성은 850 ℃ 내지 1000 ℃에서, 1 시간 내지 3 시간동안 가열하여 소성하는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 a) 단계에서 소성한 패류 껍질은 탄산칼슘($CaCO_3$) 및 생석회(CaO)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 소성한 패류 껍질 및 황염은 10:1 내지 1:10의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 소성한 패류 껍질 및 황염; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트; 및 폴리올은 4:1:1 내지 4:3:3의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 a)단계의 담지는 상기 소성한 패류 껍질 및 황염; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트; 및 폴리올을 상기 중량비로 교반기에 넣고, 20 ℃ 내지 40 ℃에서, 60 rpm 내지 120 rpm의 속도로 20 분 내지 40 분 교반하는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 소성한 패류 껍질의 입자 크기는 0.01 mm 내지 0.50 mm인 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체의 공극 크기는 0.1 ㎛ 내지 0.8 ㎛인 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 건조는 15 ℃ 내지 30 ℃에서, 2시간 내지 4시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법.

청구항 11

a) 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을, 담체 베이스에 담지하는 단계;

b) 상기 a)단계에서 제조된 혼합물을 건조 및 분급하여 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하는 단계; 및

c) 상기 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 희토류 추출 폐수에 투입하여 수처리하는 단계를 포함하는, 희토류 추출 폐수의 수처리 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 수처리는 30분 내지 2시간 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수의 수처리 방법.

청구항 13

소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을 포함하는, 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 황염은 알칼리 금속의 황화물인 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 소성한 패류 껍질 및 황염은 10:1 내지 1:10의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물.

청구항 16

청구항 13에 있어서,

상기 소성한 패류 껍질 및 황염; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트; 및 폴리올은 4:1:1 내지 4:3:3의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는, 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물.

청구항 17

청구항 13의 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물을 담체 베이스에 담지시킨 희토류 추출 폐수 수처리용 담체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법, 그를 이용한 희토류 추출 폐수의 수처리 방법, 희토류 추출 폐수의 수처리용 조성물 및 그를 이용한 담체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 희토류(Rare Earth Elements)는 원소기호 57번부터 71번까지의 란타넘(란탄)계 원소 15개와, 21번인 스칸듐(Sc), 그리고 39번인 이트륨(Y) 등 총 17개 원소를 총칭한다.

[0003] 이러한 희토류를 추출하는 공정에서는 중금속 등을 포함하는 폐수가 발생하며, 이러한 희토류 추출 폐수 중 중금속을 제거하기 위한 방법으로 현재 화학 물질인 액상 NaOH 주입을 통한 pH 조절로 중금속 침전 제거 등이 주로 사용되어 왔다.

[0004] 그러나 희토류를 추출하는 공정은 화학 물질을 이용하여 희토류 광석 중에 포함된 희토류 원소를 추출하는 것으로, 추출 과정 중 투입된 화학 물질(HCl 또는 H_2SO_4)의 농도가 상이하므로 희토류 광석 중에 함유된 희토류 원소뿐 아니라 기타 중금속, 방사성 물질, 비소, 불소 등의 용출 농도가 다르기 때문에, 이러한 물질을 처리하기 위한 화학 약품 조절이 매우 어려운 문제점이 있었다.

[0005] 한편, 대한민국 특허등록공보 제0823151호에서는 다공성 폴리우레탄 발포체 담체 및 이의 제조 방법 및 유동상 생물막 반응 장치용 폭기조에 대해 개시하고 있으나, 여전히 상기와 같은 문제점은 해결하지 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록공보 제0823151호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여,

[0008] 본 발명은 패류 껍질을 소성하여 일정비율의 탄산칼슘과 생석회로 조성된 물질과 황염을 혼합하여, pH 조절이 가능할 뿐 아니라 용해도(Ksp)가 낮은 황화 중금속을 만들어 희토류 추출 폐수 중 중금속 및 기타 오염물질을 동시에 제거하는 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하고, 이를 이용하여 희토류 추출 폐수를 수처리하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또 본 발명은 신규한 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0010] 또한 본 발명은 상기 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물을 담체 베이스에 담지시킨 희토류 추출 폐수 수처리용 담체를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0012] 본 발명은 a) 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을, 담체 베이스에 담지하여 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하는 단계; 및

[0013] b) 상기 a)단계에서 제조된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 건조 및 분급하는 단계를 포함하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법을 제공한다.

[0015] 또 본 발명은 a) 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을, 담체 베이스에 담지하

는 단계;

[0016] b) 상기 a)단계에서 제조된 혼합물을 건조 및 분급하여 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하는 단계; 및

[0017] c) 상기 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 희토류 추출 폐수에 투입하여 수처리하는 단계를 포함하는, 희토류 추출 폐수의 수처리 방법을 제공한다.

[0019] 또한 본 발명은 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을 포함하는, 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물을 제공한다.

[0021] 또 본 발명은 상기 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물을 담체 베이스에 담지시킨 희토류 추출 폐수 수처리용 담체를 제공한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면 희토류 추출 폐수의 수처리 시 중금속뿐 아니라 기타 방사성물질, 비소, 불소 등의 효율적 처리가 가능하고, 또한 폐기물인 패류 껍질를 자원화함으로써 부가가치를 창출할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 패류 껍질을 900 ℃에서 2시간 소성한 후 XRD 분석한 결과를 나타낸 그래프이다.

도 2는 입상화된 담체의 사진이다.

도 3은 희토류 추출 폐수의 수처리 시 희토류 추출 폐수의 시간에 따른 pH 변화를 나타낸 그래프이다.

도 4는 희토류 추출 폐수의 수처리 시 희토류 추출 폐수의 시간에 따른 중금속, 방사성 물질 및 기타 오염원의 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은,

[0025] a) 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을, 담체 베이스에 담지하여 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하는 단계; 및

[0026] b) 상기 a)단계에서 제조된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 건조 및 분급하는 단계를 포함하는, 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조 방법에 대한 것이다.

[0028] 이하 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0029] 본 명세서 전반에서,

[0030] "희토류 추출 폐수"는 희토류 정광을 강한 염산 또는 강한 황산을 이용하여 고온에서 희토류 원소를 추출하는 과정에서 발생하는 폐수로, 상기 희토류 추출 폐수는 pH 1 이하의 강한 산성을 나타내며, 중금속(Pb, Cd, Zn, Cd, Ni 등), 비소, 불소, 방사성 물질(Th, U) 및 추출 과정 중에 사용된 화학 약품으로 유발된 유기 물질($(C_8H_{17})_2HPO_3$, 옥살산 등)을 함유한 폐수를 의미한다.

[0032] 본 발명의 일 구현예에 있어서,

[0033] 상기 황염은 알칼리 금속의 황화물일 수 있고, 나트륨(Na)의 황화물인 Na_2S인 것이 바람직하나 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 황염이라면 그 범위에 제한이 없다.

[0034] 상기 황염은 중금속과 결합 시 매우 낮은 용해도(Ksp)를 가지게 되므로 중금속 처리 효율이 높을 뿐 아니라 침

전된 슬러지에서의 중금속 재용출을 방지하므로 슬러지 처리 비용 절감 효과를 가져올 수 있는 장점이 있다.

[0036] 본 발명의 다른 일 구현예에 있어서,

[0037] 상기 a) 단계의 소성은 850 ℃ 내지 1000 ℃에서, 1 시간 내지 3 시간 동안 가열하여 소성하는 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0038] 상기 범위에서 소성하는 경우 탄산칼슘(calcite, $CaCO_3$)의 주요 피크가 가장 낮고, 거의 모든 탄산칼슘이 생석회(quicklime, CaO)로 변환되기 때문에 소성 가공 최적 조건이다.

[0040] 본 발명의 또 다른 일 구현예에 있어서,

[0041] 상기 a) 단계에서 소성된 패류 껍질의 성분은 탄산칼슘($CaCO_3$) 및 생석회(CaO)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0043] 본 발명의 일 구현예에 있어서,

[0044] 상기 소성한 패류 껍질 및 황염은 10:1 내지 1:10의 중량비로 혼합되는 것이 바람직하고, 동일한 중량비로 혼합되는 것이 보다 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0045] 상기 범위로 혼합되는 것이 중금속 이온과 황염의 화학 반응을 촉진시키기 위하여 희토류 추출 폐수의 낮은 pH를 중성으로 조절하는 데 가장 효과적이기 때문이다.

[0047] 본 발명의 다른 일 구현예에 있어서,

[0048] 상기 메틸렌디페닐 디이소시아네이트(MDI) 및 폴리올은 우레탄 계열의 담체의 입상화를 위하여 사용되며,

[0049] 상기 소성한 패류 껍질 및 황염; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트; 및 폴리올은 4:1:1 내지 4:3:3의 중량비로 혼합되는 것이 바람직하며, 2:1:1의 중량비로 혼합되는 것이 더 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0050] 상기 중량비로 혼합되는 경우, 최적의 공극율과 강도가 유지되기 때문에 바람직하다.

[0052] 본 발명의 또 다른 일 구현예에 있어서,

[0053] 상기 소성한 패류 껍질의 입자 크기는 0.01 mm 내지 0.50 mm인 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0054] 상기 범위 내의 입자 크기를 갖는 경우 입상화된 담체 형성이 유리하게 되는 장점이 있다.

[0056] 본 발명의 일 구현예에 있어서,

[0057] 상기 a)단계의 담지는 상기 소성한 패류 껍질 및 황염; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트; 및 폴리올을 상기 중량비로 교반기에 넣고, 15 ℃ 내지 30 ℃에서, 60 rpm 내지 120 rpm의 속도로 20 분 내지 40 분 교반하는 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0058] 상기 과정을 통하여 CO_2가 배출되어 공극이 형성되며 입상화가 된다. 상기 교반 속도와 교반 시간은 재료들의 균일한 혼합과 공극 형성을 위한 조건이며, 또한 입상화가 되면서 높은 강도를 유지하기 위한 조건이다. 상기 조건을 벗어나면 공극률이 낮고 강도가 낮아, 입상화가 되어도 쉽게 파괴되는 단점이 있다.

[0060] 본 발명의 다른 일 구현예에 있어서,

[0061] 상기 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체의 공극 크기는 0.1 ㎛ 내지 0.8 ㎛인 것이 바람직하나 이에 한정되지

않는다.

[0062] 상기 범위의 공극 크기를 갖는 경우 희토류 추출 폐수 중에 포함된 오염 물질의 흡착을 유도하고 상기 수처리용 담체 중 황염의 용출을 유도하는 장점이 있다.

[0064] 본 발명의 또 다른 일 구현예에 있어서,

[0065] 상기 건조는 15 ℃ 내지 30 ℃에서, 2시간 내지 4시간 동안 수행하는 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0066] 상기 건조는 공극을 형성한 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체의 안정화를 위한 것이며, 상기 건조 조건은 물질의 특성을 유지하기 위한 조건이다.

[0068] 상기 건조가 완료된 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체는 넓은 범위의 입도로 가공될 수 있으며, 처리용 반응기(흡착타워 형태)에 설치 및 효율적인 유체흐름을 통한 오염물질 처리를 위한 최적 입도를 얻기 위하여 파쇄, 분쇄 및 입도선별 공정을 거칠 수 있다.

[0070] 또 본 발명은

[0071] a) 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을, 담체 베이스에 담지하는 단계;

[0072] b) 상기 a)단계에서 제조된 혼합물을 건조 및 분급하여 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하는 단계; 및

[0073] c) 상기 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 희토류 추출 폐수에 투입하여 수처리하는 단계를 포함하는, 희토류 추출 폐수의 수처리 방법에 대한 것이다.

[0075] 본 발명의 일 구현예에 있어서,

[0076] 상기 수처리는 30분 내지 2시간 동안 수행하는 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0077] 상기 수처리 시간은 오염농도 등에 따라 가변적일 수 있다. 상기 수처리에 의해 중금속, 방사성 물질 등 기타 오염원도 동시에 제거한다.

[0079] 또한 본 발명은

[0080] 소성한 패류 껍질, 황염, 메틸렌디페닐 디이소시아네이트 및 폴리올을 포함하는, 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물에 대한 것이다.

[0082] 본 발명의 일 구현예에 있어서,

[0083] 상기 황염은 알칼리 금속의 황화물일 수 있으며, 나트륨(Na)의 황화물인 $N_{a2}S$인 것이 바람직하나 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 목적을 달성할 수 있는 황염이라면 그 범위에 제한이 없다.

[0084] 상기 황염은 중금속과 결합 시 매우 낮은 용해도(Ksp)를 가지게 되므로 중금속 처리 효율이 높을 뿐 아니라 침전된 슬러지에서의 중금속 재용출을 방지하므로 슬러지 처리 비용 절감 효과를 가져올 수 있는 장점이 있다.

[0086] 본 발명의 다른 일 구현예에 있어서,

[0087] 상기 패류 껍질 및 황염은 10:1 내지 1:10의 중량비로 혼합되는 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0088] 동일한 중량비로 혼합되는 것이 보다 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0089] 상기 범위로 혼합되는 경우, 중금속 이온과 황염의 화학 반응을 촉진시키기 위하여 희토류 추출 폐수의 낮은 pH

를 중성으로 조절하는 데 가장 효과적이기 때문이다.

[0091] 본 발명의 또 다른 일 구현예에 있어서,

[0092] 상기 메틸렌디페닐 디이소시아네이트(MDI) 및 폴리올은 우레탄 계열의 담체의 입상화를 위하여 사용되며,

[0093] 상기 소성한 패류 껍질 및 황염; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트; 및 폴리올은 4:1:1 내지 4:3:3의 중량비로 혼합되는 것이 바람직하며, 2:1:1의 중량비로 혼합되는 것이 더 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0094] 상기 중량비로 혼합되는 경우, 최적의 공극율과 강도가 유지되기 때문에 바람직하다.

[0096] 또 본 발명은 상기 희토류 추출 폐수 수처리용 조성물을 담체 베이스에 담지시킨 희토류 추출 폐수 수처리용 담체에 대한 것이다.

[0098] 이하 본 발명을 실시예에 기초하여 더욱 상세하게 설명하지만, 하기에 개시되는 본 발명의 실시 형태는 어디까지 예시로써, 본 발명의 범위는 이들의 실시 형태에 한정되지 않는다. 본 발명의 범위는 특허청구범위에 표시되었고, 더욱이 특허 청구범위 기록과 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경을 함유하고 있다. 또한, 이하의 실시예, 비교예에서 함유량을 나타내는 "%" 및 "부"는 특별히 언급하지 않는 한 중량 기준이다.

[0100] **실시예**

[0101] <u>실시예 1. 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체 제조</u>

[0102] a) 담체 베이스에 담지 단계

[0103] a-1) 패류 껍질의 가공 단계

[0104] 패류 껍질을 가공하기 위하여, 패류 껍질은 세척한 후, 900 에서 2시간 동안 소성하여 처리하였다. 소성 전후의 패류 껍질의 성분 분석 결과(단위: 중량%)를 하기 표 1에 나타내었다. 패류 껍질(WOS)을 XRF 분석한 결과 중금속으로 Zn가 약간 검출되었다.

[0105] 이후 소성한 패류 껍질을 분쇄(에이펙셀, 나노3D밀, KOREA)하였다.

[0106] a-2) 담체 베이스에 담지 단계

[0107] 상기 a-1)단계에서 얻은 3 ㎛의 패류 껍질 및 Na_2S; 메틸렌디페닐 디이소시아네이트(Methylene Diphenyl diisocyanate, MDI); 및 폴리올을 2 : 1 : 1의 중량비로 교반기에 넣고, 상온(20 ℃ 내지 25 ℃)에서 100 rpm의 속도로 30분간 교반하고 담체 베이스(에어스톤(airstone);콩돌(크기 2.5 cm), 아마존사, 중국)에 담지하였다. 이 과정을 통해 이산화탄소를 휘발시켜 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체에 공극을 형성하였다. 공극률은 0.48 % 였다.

[0108] b) 건조 및 분급 단계

[0109] 상기 공극을 형성한 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체의 안정화를 위하여 건조 공정을 거쳤다. 건조 조건은 상온(20 ℃ 내지 25 ℃)에서 3시간이었다. 건조가 완료된 담체는 파쇄(HS 50/90, 성보기전㈜ 제조), 분쇄(볼밀링) 및 입도 선별 공정(Eco Separtor, Russell Finex 제조)을 통하여 0.25 mm의 입상화된 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 제조하였다.

표 1

화학 조성	NOS(소성 전)	COS(소성 후)
SiO_2	3.5053	2.5908
Al_2O	1.3594	0.9585
Na_2O	0.8574	0.7317
MgO	0.7059	0.8579
P_2O_5	0.2816	0.2486
SO_3	0.6884	0.6548
Cl	0.3952	0.2809
K_2O	0.266	0.1347
CaO	88.0697	87.6876
TiO_2	0.07438	0.05
MnO	0.04447	0.0432
Fe_2O_3	0.5253	0.4033
CuO	-	-
ZnO	0.00816	0.00522
Ga_2O_3	-	-
Rb_2O	-	-
SrO	0.1932	0.171
ZrO_2	-	-
BaO	-	-
PbO	-	-
Br	0.00718	0.00209
La_2O_3	0.074	0.0788
LOI*	2.9	5.1

[0110] * Loss on ignition

[0112] 응용예 1. 희토류 추출 폐수의 수처리 방법

[0113] 상기 실시예 1에서 제조한 희토류 추출 폐수의 수처리용 담체를 이용하여 희토류 추출 폐수를 수처리하였다. 상기 수처리에 의해 희토류 추출 폐수 중 중금속, 방사성물질 및 기타(비소, 불소)를 제거하였으며, 수리학적 체류시간은 1시간으로 하였다. pH 8.5 일 때 중금속 처리효율이 최대인 것으로 확인되었다(표 2, 도 3 및 4 참조).

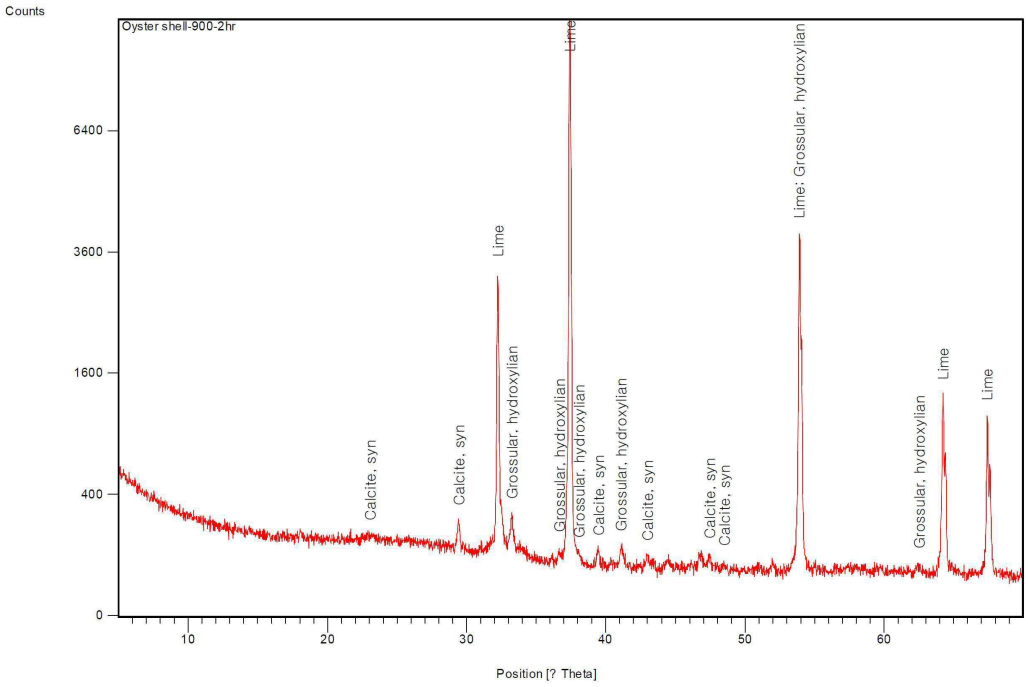
표 2

	Th	U	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	As	F	COD_{Cr}
유입구의 오염 물질 농도 (Concentrations of pollutants in inlet) (mg L^{-1})	1.35	0.12	7.1	23.7	90.9	80.5	18.1	14.2	29	238
유출구의 오염 물질 농도 (Concentrations of pollutants in outlet) (mg L^{-1})	0.92	0.05	0.09	0.07	0.1	0.1	0.07	1.85	8	182
Removal efficiencies (%)	31.9	58.3	98.7	99.7	99.9	99.9	99.6	87.0	72.4	23.5

[0114]

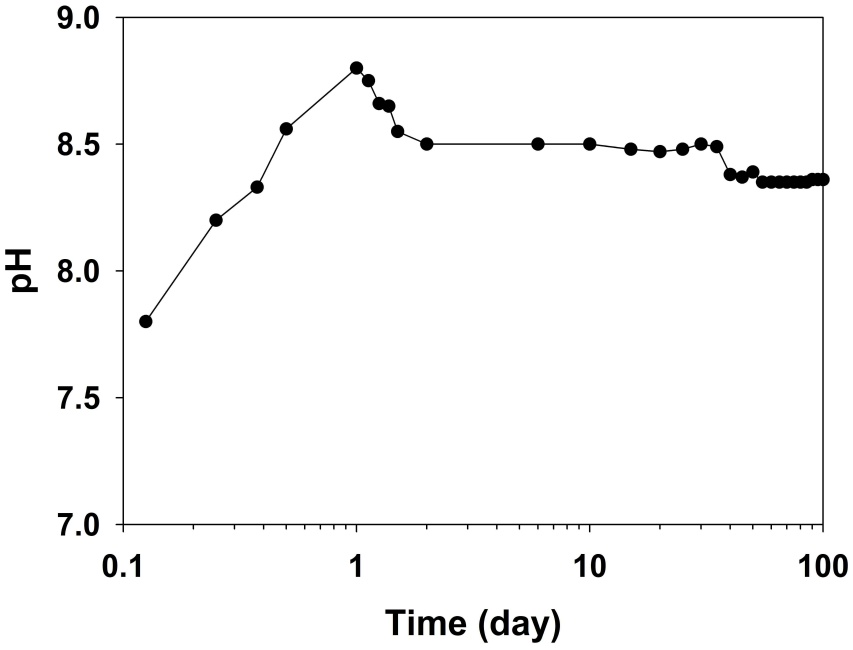
도면

도면1

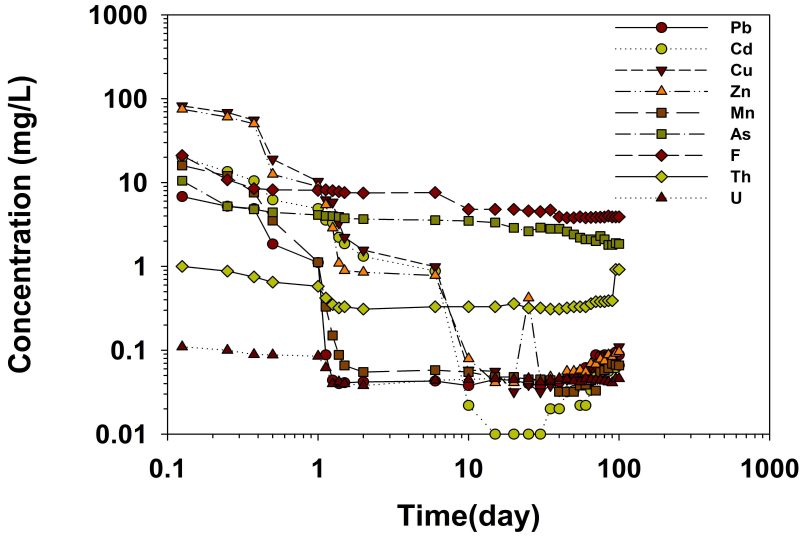


도면2

도면3



도면4


1000
100
10
1
0.1
0.01
Concentration (mg/L)
0.1
1
10
100
1000
Time(day)
Pb
Cd
Cu
Zn
Mn
As
F
Th
U