

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
B01D 37/02

(45) 공고일자 1999년06월 15일

(11) 등록번호 10-0192990

(24) 등록일자 1999년02월01일

(21) 출원번호	10-1993-0702669	(65) 공개번호	특1994-0700137
(22) 출원일자	1993년09월07일	(43) 공개일자	1994년02월21일
번역문제출일자	1993년09월07일		
(86) 국제출원번호	PCT/US 91/09242	(87) 국제공개번호	WO 92/15388
(86) 국제출원일자	1991년12월11일	(87) 국제공개일자	1992년09월17일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독 일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 오스트레일리아 캐나다 일본 대한민국		

(30) 우선권 주장 7/666,788 1991년03월08일 미국(US)

(73) 특허권자 엔바이러가아드 인코포레이티드 제임스 에프. 와일러
미합중국 텍사스 77008 휴스턴 스위트 1150 노오스 루프 웨스트 1415
(72) 발명자 로이 에스. 리버
미합중국 텍사스 77042 휴스턴 윌너트 밴드 1302
(74) 대리인 이병호, 최달용

심사관 : 김장강

(54) 중금속의 여과 및 고착 병행방법

요약

본 발명은 폐수와 같은 액체로부터 금속을 여과하기 위한 여과 매질 및 방법을 기술하고 있다. 여기서 금속은 액체로부터 여과되어 무해 매립지에 폐기가능한 무해성 및 비독성 형태로 생성된 여과 케이크중에 화학적으로 고착되어진다. 금속의 전부 또는 일부분이 용해될 경우에 이들을 먼저 침전시키고 여과한 다음 화학적으로 고착시킨다.

명세서

[발명의 명칭]

중금속의 여과 및 고착 병행방법

[발명의 상세한 설명]

[발명의 분야]

본 발명은 액체, 특히 폐수 중의 해로운 중금속을 여과매질 중에서 여과하고 화학적으로 고착시키는 방법에 관한 것이다.

[배경기술]

많은 양의 유해한 금속으로 오염된 폐수 및 기타 액체가 처리없이 환경중으로 방출되어 왔다. 최근 폐수 중 유해한 금속 농도에 대한 연방정부 및 주정부의 규제가 극히 심해지고 있으며, 빈번하게 분석적 검출 한계가 기준이 되고 있다. 대부분의 금속은 폐수 중에서 10내지 4,000ppm의 농도로 존재한다. 이러한 최근의 규제하에서 폐수 중의 모든 유해한 금속 농도는 10억부당 300부(300ppb)미만, 경우에 따라서는 20ppb 미만으로 요구되고 있다. 유해 금속은 카드뮴, 크롬, 구리, 납, 망간, 셀레늄 등을 포함한다. 또한, 모든 금속을 제거하여 고착시키는 것이 바람직하다. 이들중 몇몇은, 예를 들어, 아연은 유해하지 않은 것으로 간주되고 있다. 유해하지 않은 금속 뿐 아니라 이들 유해 금속은 종종 폐수중에 용해되며 이들을 제거하기 위해 1차로 침전시키는 것이 필요하다. 이는 많은 공지된 방법, 예를 들어, 수산화물 침전법, 화학적 산화법 및 불용성 염 형성법등에 의해 수행된다. 금속 수산화물 침전법이 현재 가장 통상적이다. 금속 수산화물 침전법이 폐수로부터 금속을 제거하기 위한 널리 공지된 광범위하게 사용되는 방법이지만, 금속 수산화물 침전으로부터 생성된 슬러리는 여과하기가 어려우며 필터 케이크는 유해하며 유해성 때문에 규제시험을 통과하지 못한다. 여기서 용해된 금속이 침전되며 이와 같이 생성된 침전 금속의 슬러리의 여과능력이 향상되고 유해한 금속은 쉽게 제거가능한 필터 케이크중에 화학적으로 고착되어 필터 케이크는 유해하지 않으며 유해한 폐기장에서 폐기시킬 필요가 없이, 폐수로부터 중금속을 제거하는 방법이 매우 바람직하다.

[발명의 발명]

본 발명은 이러한 여과 매질 및 폐수같은 액체 중의 용해된 유해한 금속과 유해하지 않은 금속을 여과하고 화학적으로 고착하는 방법에 관한 것이다. 용해된 금속은 수산화물 침전법, 화학적 산화법 및 불용성 염 형성법 등과 같은 많은 공지된 방법을 사용하여 침전시킨다. 금속 수산화물 침전법이 가장 통상적인

며 바람직하다.

여과매질은 규산질 입자 및 하나 이상의 다가 금속 이온을 포함하며 규산질 입자는 액체로부터 용해된 금속 침전물을 여과하고 액체 중에 가용성 규산염을 형성하기에 유효한 양으로 존재하며, 다가 금속이온은 가용성 규산염과 규산질 시멘트를 형성하고 규산질 시멘트중의 금속 입자를 화학적으로 고착시키기에 충분한 양으로 존재한다.

따라서, 본 발명의 목적은 침전된 용해된 금속을 폐수같은 액체로부터 여과하고 여과매질 중에 화학적으로 고착하는 여과매질을 제공하는 것이며 화학적으로 고착된 금속을 포함하는 여과매질은 비독성이며 유해하지 않다.

본 발명의 다른 목적은 폐수같은 액체 중에 침전된 금속을 여과하고 화학적으로 고착시키며 비독성 또는 무해한 형태로 이를 회수하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 여과 매질로서 적어도 일부의 규산질 입자를 용해시켜 가용성 규산염을 형성하기에 효과적이고 다가 금속 이온과 규산질 시멘트 생성물을 형성하여 침전되고 용해된 금속을 효과적으로 고착시키고 화학적으로 고착시키기에 충분한 양의 규산질 입자가 및 다가 금속이온을 사용하여 액체로부터 침전 용해된 금속을 여과하는 방법을 제공하는 것이다.

다른 추가의 목적, 특성 및 이점은 명세서 및 청구범위 전체에서 보여진다.

[발명의 최선 실시 형태]

전술한 바와 같이, 본 발명은 모든 금속 입자를 여과하는 규산질 입자를 사용하여 폐수와 같은 액체로부터 침전 용해된 금속을 여과하는 수단 및 방법을 제공하며, 규산질 입자는 액체로부터 가용성 규산염을 형성하여 다가 금속 이온의 존재하에 침전된 금속 입자를 화학적으로 고착시키는 규산질 시멘트를 형성한다.

폐수와 같은 액체 중에 침전 용해된 금속을 여과하고 화학적으로 고착시키기 위한 여과 매질은 규산질 입자 및 하나 이상의 다가 금속이온을 포함하며, 규산질 입자는 금속 침전물을 여과시키고 시멘트 반응을 위한 액체 중에서 충분한 양의 가용성 규산염을 형성하기에 충분한 양으로 존재하며, 다가 금속 이온은 실리카 입자와 규산질 시멘트를 형성하고 규산질 시멘트중에 금속 침전물을 화학적으로 고착시키기에 충분한 양으로 존재한다. 다가 금속이온이 폐수중에 이러한 양으로 존재하는 경우 이는 여과매질로부터 빠져나갈 수 있다.

폐수와 같은 액체 중에 침전 용해된 금속을 여과하고 화학적으로 고착시키는 방법은 다가 금속 이온의 존재하에 규산질 입자의 혼합물을 포함하는 여과기를 통해 액체를 이동시키는 것을 포함하며, 여기서 규산질 입자는 액체로부터 금속 입자를 효과적으로 여과시켜 이들 금속을 함유하며, 액체의 pH는 규산질 입자와 가용성 규산염을 형성하나 금속 침전물을 용해하지 않는 범위에 있으며, 다가 금속 이온은 여과기, 폐수 또는 이들 둘 모두에 규산질 입자와 규산질 시멘트를 형성하고 화학적으로 고착하고 금속 침전물을 함유하기에 효과적인 양으로 존재한다.

폐수 중에 금속을 여과하고 화학적으로 고착시키는 방법은 pH를 조절한 후에 규산질 입자 및 다가 금속 이온을 폐수에 가하여, 필요한 경우, 슬러리를 형성하고 여과하여 필터 케이크중에 화학적으로 고착되고 함유된 시멘트성 필터 케이크를 금속과 형성함으로써 고체를 여과기에 포획하고 액체는 통과시키는 것을 포함한다. 이들은 유해하지 않으며 액체는 금속이 제거되어 고체는 유해 폐기물 특성에 대한 규제 시험을 통과한다.

바람직하게는 규산질 입자는 무정형이며, 결정질 입자가 사용될 수 있으나 이들은 반응기간을 느리게 하는 경향이 있다. 바람직하게는 규산질 입자는 생합성 실리카 입자, 예를 들어, 다량의 실리카를 함유하는 식물 및 껍질을 열분해 또는 연소시켜 생성된 것, 즉 무수실리카 기준으로 15중량% 이상의 실리카, 바람직하게는 20중량% 이상의 실리카를 갖는 것으로 실리카 농도가 높은 회분을 남긴다. 필요한 경우, 실리카 구조물 전체에 균일하게 분산된 소량의 탄소를 포함시킬 수 있다. 현재 바람직한 생합성 실리카는 왕겨회분이다. 구조도 및 퍼얼라이트와 같은 다른 규산질 입자를 사용할 수 있다. 사용된 규산질 입자는 부식액 또는 폐수 중에서 가용성 규산염을 생성할 수 있어야 한다.

현재 바람직한 다가 금속 이온은 이용가능성과 가격때문에 포틀랜드 시멘트(PC)이다. 형성된 가용성 규산염과 규산질 시멘트를 형성하는 다가 금속 이온을 사용할 수 있다. 예를 들어, 산화칼슘(생석회), 석탄 플라이 회분, 산화칼륨, 황산알루미늄, 알루미늄나 클로로하이드레이트 등이 있다. 따라서, 모든 다가 금속 이온 공급원을 사용할 수 있다. 몇몇 경우에, 바람직한 공급원은 폐수 중에서 제한된 용해도를 가져서 금속 이온이 장시간에 걸쳐서 서서히 방출되는 것일 수 있다. 다른 경우에, 혼합물인 경우에 전체 금속 이온을 용액중에 갖는 것도 가능하다. 알칼리 및 다가 금속은 고체이거나 액체 형태일 수 있다.

성분들의 상대적 비율은 폐수에 따라 변할 수 있다.

상술한 바와 같이, 건조물질중에 15중량% 이상의 실리카를 함유하는 식물, 예를 들어 벼의 줄기 및 왕겨, 속새류(속새잡초), 특정대 및 종려나무잎, 특히 폴리머(polymra) 꽃가루 등이 만족스러울지라도, 생합성 실리카 중에서는 왕겨 회분이 바람직하다. 이들 모두는 연소시에 여과매질로서 매우 바람직한 다공성 회분을 생성한다. 바람직하게는, 결정질 입자가 존재할 수 있을지라도 규산질 입자는 무정형이어야 한다. 결정질 입자의 유일한 단점은 반응을 상당히 느리게 한다는 점이다.

용해된 모든 유리 금속 이온이 금속 수산화물 형태로 침전되어서 규산질 입자 및 다가 금속 이온과 완전히 반응할 수 있는 것이 중요하다. 따라서, 알칼리도는 처리될 금속 수산화물의 용해도에 의해 조절된다. 알칼리도를 조절함으로써 금속 수산화물의 가용성을 최소화시키는 것이 이론상 목적이다. 불용성이 낮은 이 지점에서 가장 많은 양의 유리 금속 이온이 반응하여 금속 수산화물의 되는 경향이 가장 크다. 이는 이어서 규산질 입자와 다가 금속 이온과의 반응이 완결되도록 한다. 따라서, 용해된 금속은 침전되며 물로부터 제거되고 생성된 규산질 시멘트에서 반응 생성물이 고착되도록 한다.

현재 바람직한 생합성 실리카는 왕겨 회분이다. 왕겨는 실리카 함량이 약 18 내지 22중량%로 높으며, 회분은 기공율이 대략 75 내지 80용적%인 다공성 골격의 실리카 구조물을 갖는다. 또한, 쌀 산업에서 왕겨의 폐기는 오랫동안 문제가 되어 왔으며 왕겨 또는 왕겨회분에 대한 다수의 다양한 용도가 제안되어 사용되어 왔으며 많은 양의 왕겨가 연소되어 이의 회분은 막대한 비용을 들여 폐기물로서 폐기되어 왔다.

무정형 및 실질적으로 다공형의 생합성 실리카는 거를 연소시키거나 분해시켜 수득할 수 있다. 회분, 바람직하게는 무정형 실리카는 수득할 수 있는 모든 방법이 사용될 수 있다.

예를 들어, 시판되는 왕겨회분을 사용할 수 있으며 용광로에서 왕겨를 연소시켜 제조된다. 이 과정에서, 왕겨를 용광로의 상부로 연속적으로 공급하고 회분을 하부로부터 연속적으로 제거한다. 용광로내의 온도는 약 800 내지 1400℃이며 용광로내에서 회분에 대한 시간은 약 3분이다. 용광로로부터의 이탈시, 회분은 재빨리 냉각하여 취급을 용이하게 한다. 이 방법에 의한 처리된 실리카는 인규석 또는 크리스토팔라이트로서 공지된 결정형 형태보다는 비교적 순수하게 무정형 상태로 남아있다. 무정형에서 결정질 형태로의 전이는 실리카가 매우 고온, 예를 들어 2000℃에서 장시간 유지되는 경우에 일반적으로 일어난다. 무정형 상태의 실리카의 중요성은 실리카 회분이 결정형성을 위해 이동하기 보다는 다공성 골격 구조로 남아있는 것이며 실리카의 무정형 형태는 규폐증을 야기하지 않아서 부식성 취급 과정을 감소시킨다. 왕겨의 연소는 시간-온도가 관련되며 회분이 다공성 골격 구조의 무정형 상태로 인한 다른 조건하에서 왕겨의 연소를 수행할 수 있다.

생합성 실리카 회분중의 기공 부피는 회분중의 세공의 양에 의존한다. 세공 함유물은 유독성을 띠지는 않지만 회분이 다공성일수록 좋다.

에너지원으로서 왕겨를 상업적으로 연소시킬 경우 생성된 회분의 화학적 분석치는 다음과 같다:

규소 - 93.0-94.0중량%

탄소 - 5.0-5.5중량%

나머지 - 미량의 무기물

미량의 무기물은 미량의 마그네슘, 바륨, 칼륨, 철, 알루미늄, 칼슘, 구리, 니켈 및 나트륨으로 이루어져 있다.

탄소성분은 물질 전체에 분산된 상태로 존재하며, 필요한 경우, 탄소를 표준상태에서 과열 증기로 처리 조작할 수 있다. 이러한 처리로 탄소세공을 막히게 하는 미립자를 제거하여 탄소의 여과능을 현저하게 증진시킨다.

전술한 바와 같이, 왕겨 또는 다른 농작물의 회분은 이들의 채취방법과는 관계없이 만족스럽게 사용될 수 있으나, 바람직하게는 무정형 형태가 우수하다.

실제로, 여과하여 무해한 필터 케이크에 화학적으로 고착시켜야 할 용해 금속을 함유하는 폐수의 샘플을 채취하여 시험한다.

폐수중의 모든 유리 금속이온이 침전되거나 금속 수산화물 중에 모든 유리 금속이온이 형성되어 규산질 입자 및 다가의 금속이온(예: 포토헤랜드 시멘트)과 완전히 반응할 수 있도록 하고 금속 수산화물의 용해도를 조절함으로써 알칼리도를 처리하려는 것이 중요하기 때문에 금속 수산화물이 거의 용해되지 않도록 알칼리도를 조절하는 것이 바람직하다. 낮은 불용해성의 관점에서, 최대량의 유리 금속이온이 반응하여 금속 수산화물 침전물이 생성될 확률이 가장 유력하다. 이 침전물은 규산질 입자 및 다가의 금속이온과 차례대로 완전히 반응한다. 이렇게 하여 물에서 금속을 침전시켜 제거하고 반응 생성물을 제조하여 화학적으로 필터 케이크에 고착시킨다. 전술한 바와 같이, 금속 수산화물 침전법은 물에서 금속을 제거하기 위한 방법으로 널리 공지되어 있으며 광범위하게 사용되고 있다. 그러나, 금속 수산화물의 침전으로 발생하는 슬러리는 통상 여과시키기가 곤란하여 필터 케이크는 유해특성 규제 시험을 통과하지 못할 것이다. 유리하게는, 폐수 중의 금속을 처리함으로써 유해특성 규제시험을 통과하고 기대하지 않았던 슬러리의 여과능을 증진시키는 필터 케이크가 수득된다.

바람직하게는, 제1단계에서 수산화물 처리를 최적화하는 것이다. 이러한 최적화 조작은 모든 유리 금속이온이 알칼리 공급원과 완전히 반응하여 몇몇 알칼리 공급원(예: 수산화칼슘, 수산화나트륨, 수산화칼륨 등)의 pH에 필적하는 수중 유리 금속 이온의 함량을 수득하도록 하는 데 주안점을 두고 있다. 이러한 스크리닝을 통하여 알칼리 공급원과 pH가 가장 효과적이 되도록 결정할 수 있다.

다음 단계는 돌농모든 변화시키면서 규산질 입자 및 다가의 금속이온을 가하고 여과특성시험 실시하며 최적의 금속 수산화물 형성에 적합한 알칼리도의 폐수를 만드는 것이다. 많은 경우에 있어서, 여과 기구에 필요한 규산질 입자와 다가 금속이온의 양은 화학적 고착 요구량을 충분히 만족시킬 수 있도록 공급한다. 예를 들어, 75%의 왕겨 회분 및 25%의 포토헤랜드 시멘트(type1)를 이용할 경우, 규산질 입자와 다가 금속이온의 양은 2,000ppm 이상의 것을 제외한 물 속에 존재하는 모든 양이온의 대략 5배가 되어야 한다. 물속의 총 양이온의 농도에 대하여 예를 들어 5,000ppm 이상인 5배의 비율로 감소시킬 수 있다.

여과 증진에 대한 요구가 화학적 처리에 대한 요구보다 훨씬 클 경우에는 하전된 고분자 전해질 중합체의 응결을 이용할 수 있다.

이의 장점은 중합체가 규산질 입자와 함께 작용하여 여과특성을 증강시키고 훨씬 적은 양의 규산질 입자와 다가의 금속이온을 생성하기 때문에 처리 및 폐기 비용을 절약할 수 있다. 규산질 입자 및 다가의 금속이온의 화학적 성질은 광범한 하전부위에 하전 중합체를 살포하기 위하여 공급하는 왕겨 회분과 같은 규산질 입자의 성질을 확대시키는 상기의 처리에 의하여 영향을 받지 않는다. 이는 몇 가지 형태의 여과 및 정화 기술에서 아주 효과적이다. 하기의 실시예는 본 발명에 관하여 설명하여 준다.

[실시예 1]

75%의 왕겨 회분(RHA)와 25% 타입 1 포토헤랜드 시멘트(PC)로 이루어진 제품을 미합중국 환경보호기구

(United States Environmental Protection Agency)의 SITE(Superfund Innovative Technology Evaluation) 프로그램에서 시범적으로 사용되었다.

상기의 프로그램에서 환경보호기구는 슈퍼펀드(Superfund) 기재부분으로 부터 기존 분야의 문제에 본 특허원의 기술을 적용한다. 본 실시예 에서 지하수가 일차적으로 아연에 오염된 Pulmerton Zinc Superfund Site에 공급한다. 저농도이지만 카드뮴 및 납도 존재한다. 본 프로젝트의 목적은 본 공정 및 제품이 약 450ppm 으로부터 1.5ppm 이하의 아연을 함유한 지하수를 경제적인 유속으로 처리할 수 있음을 제시하며 규제시험을 통과할 수 있는 필터 케이크를 수득하여 무해하게 되어 무해성 쓰레기 매립장에서 폐기할 수 있게 한다.

이러한 평가과정을 수행하기 위한 제1단계 절차로는 알칼리 공급원 및 알칼리 함량을 선별하는 것이다. 가성 소다(수산화나트륨, NaOH) 및 석회(수산화 칼슘, $\text{Ca}(\text{OH})_2$)를 검사한다. 석회는 비용 및 유용성을 기준으로 하여 선택되었다. 선별 데이터는 표 1에 기재되어 있다.

[표 1]

알칼리 공급원, pH 및 Zn 제거량

<u>알칼리 공급원</u>	<u>pH</u>	<u>여과액 중의 아연 함량(ppm)</u>
수산화나트륨	9.1	0.49
수산화칼슘	9.8	비검출
수산화칼슘	10.6	1.13
수산화칼슘	11.6	12.1

표 1의 데이터는 총 용해된 금속 침전에 대한 가장 효과적인 범위가 9.5 내지 10.5임을 보여준다. 이는 공개된 화학적 데이터와 일치한다.

다음 단계는 여과 수행 기준으로 생성물을 검사하는 것이다. 이의 데이터는 표 2에 기재되어 있다.

[표 2]

생성물의 양과 필터 플럭스

<u>생성물의 양(g/l)</u>	<u>필터 플럭스(gpm/ft²)*</u>
5.9	0.55
11.1	0.74
20.0	1.32

gpm/ft : 1ft의 여과표면에 1분동안 통과하는 gallon 수

최종 평가 단계는 생성물이 여과 케이크중의 금속에 고착됨을 확인하는 것이다. 이의 데이터는 표 3에 기재되어 있다.

[표 3]

생성물의 양(g/l)	EP Tox*		
	아연	카드뮴	납
0	6630	0.73	비검출
11.1, 10일째 시험	1.5	0.06	0.26
11.1, 30일째 시험	1.75	0.05	0.20
15.0, 10일째 시험	0.3	0.04	0.31
15.0, 30일째 시험	0.13	0.10	0.19

* EP 독성 시험, 40 CFR 261

표 3에 나타난 바대로, 분명한 현상은 필터 케이크로부터의 침출물중의 금속 농도가 초과시간을 단축시킨다는 중요한 점이다.

상기의 현상은 계속해서 실질적으로 언급되어질 것이다.

전술한 데이터로부터 75%의 왕겨 회분과 25%의 타입 1 포틀랜드 시멘트(Type1)로 이루어진 혼합물이 여과능을 개선시키고 필터 케이크중의 금속을 고착시켜서 무해하게 만듦을 알 수 있다.

[실시예 2]

본 실시예에서의 문제는 코스탈 지역(costal area)으로 배출하기 적합하게 제조해야될 필요가 있는 공장 폐수에 있다. 본 프로젝트에 대한 규제 한계치는 지나치게 낮다(규제한계: 13ppb 구리, 294ppb 아연, 56ppb 납, 227ppb 크롬 및 132ppb 니켈). 처리전에 물속에서의 농도는 구리 2600ppb, 아연 592ppb, 니켈 413ppb, 납 90ppb 및 크롬 434ppb이다.

75%의 RHA, 25%의 PC 및 최고로 하전되고 양이온성인 고분자량 폴리아크릴아미드로 이루어진 10ppm의 중합체를 포함하는 생성물을 사용한다.

본 실시예에서는 하기의 2가지 이유로 pH를 조절할 필요가 없다.

첫째는 폐수의 원래의 pH가 8.5 내지 10.5이고, 모든 금속은 이미 금속 수산화물 형태로 존재하여 거의 또는 전혀 용해되지 않음을 알 수 있다.

그 다음, 시험은 물로부터 현탁되어 있는 금속을 제거시키고 여과 유속을 최대화하여 처리 금속이 필터 케이크로부터 침출하지 않음을 확인하는 것이다.

RHA 및 PE 혼합물의 양에 대한 금속 제거 효율 및 유속에 대한 반응은 동시에 결정된다. 이의 데이터는 표 4에 기재되어 있다.

[표 4]

생성물의 양에 대한 유효한 플릭스 금속 제거량

RHA 및 PC 양(g/l)	여과 플릭스 (gpm/ft ²)	여과물중의 금속(ppb)		
		Cu	Zn	Ni
0*	3.44	171	78	66
1	1.48	비검출	52	비검출
2	1.84	비검출	91	비검출
3	3.83	비검출	10	비검출
4	4.22	30	6	비검출

* 불활성의 거친 여과보조제가 0.5g/l 으로 사용되었다.

검측 한계 = 1ppb Cu, 50ppb Zn 및 100ppb Ni

상기의 데이터로부터 RHA 및 PC의 혼합물이 물에서 금속을 제거하는데 효과적이며 또한 우수한 여과보조능을 제공함을 알 수 있다.

다음 단계는 필터 케이크중의 금속 함량이 규제 한계치를 통과하도록 혼합물의 금속 고착 능력을 평가하는 것이다. 이 데이터는 표 5에 기재되어 있다.

[표 5]

생성물의 양에 대한 필터 케이크 침출물중의 금속

생성물의 양(g/l)	필터 케이크 TCLP*(ppb)		
	Cu	Zn	Ni
0	640	350	770
2, 10일째 시험	140	1700	130
2, 30일째 시험	비검출	4	14
3, 10일째 시험	390	460	110
3, 30일째 시험	5	26	64

* TCLP : EPA 추천 시험을 기준으로 하는 독성 침출 과정(Fed Register 53 (159), Aug. 17, 1988 + EPA CFR Title 40, part 268)

또한 시간이 지남에 따라 침출 가능한 금속의 농도가 낮아진다는 사실을 주지하는 것도 중요하다.

금속이 여과되고 무해한 방법으로 필터 케이크중에서 고착되는 폐수의 특성을 조절하기 위해 규산질 입자 및 다가 금속 이온의 양을 상당히 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 규산질 입자의 양은 50 내지 85중량% 사이에서 변화 가능하며 다가의 금속 이온의 양은 15 내지 50중량%로 변화가능하다. 폐수에 부가되는 여과 고착 혼합물의 양은 폐수의 조건에 따라서 변화될 수 있다.

이는 1ℓ의 폐수중에 1내지 100g으로 가변적이다.

[실시에 3]

본 실시예에서는 선행 실시예에서의 왕겨 회분대신 다른 생합성 실리카 입자로 대체하였다. 이의 예로는 벼짚 및 왕겨, 속새류, 대나무, 및 연소하여 여과매질로 가장 바람직한 다공성 회분을 제공하는 꽃잎의

회분이 있다. 이러한 대체를 통해 만족스런 결과가 얻어진다.

[실시에 4]

본 실시예에서는 선행 실시예에서의 왕겨의 회분을 규조토 및 퍼얼라이트로 대체하였으며 각각은 만족스런 결과를 제공한다. 즉, 침전된 금속을 여과하여 수득하고 이들을 필터 케이크중에 화학적으로 고착시킴으로써 무해하게 만들기 때문에 유해성 폐기장에 폐기시킬 필요가 없게 된다.

[실시에 5]

본 실시예에서는 선행 실시예에서의 포오틀랜드 시멘트를 석탄 플라이 회분(coal fly ash)로 대체하였으며 각각은 만족스런 결과를 제공한다. 즉 폐수 및 필터 케이크중의 금속 오탁물을 여과하여 무해하게 한다.

[실시에 6]

본 실시예에서는 다양한 성분을 폐수에 부가하여 금속을 침전시키기 위한 pH의 규산질 입자 및 다가 금속 이온의 슬러리를 형성시킨 다음, 슬러리를 필터로 통과시킨다. 시멘트상 필터 케이크를 생성하여 폐기류로부터 금속을 제거하고 화학적으로 고착시켜 무해하게 한다.

따라서 본 발명은 원래 의도했던 대상 및 목적을 달성하는데 적합하고 적용시킬 수 있다.

당해 본 발명의 바람직한 양태는 기술할 목적으로 주어진 것이지만 여기에 변화를 가할 수 있으며 첨부된 특허청구항의 범주에 의하여 정의된 바대로 본 발명의 취지내에서 이를 다르게 적용시킬 수도 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

가용성 규산염과 규산질 시멘트를 형성하기에 유효한 양으로 존재함으로써 규산질 시멘트를 형성하고 규산질 시멘트에 금속 침전물을 화학적으로 고착시키는 다가 금속 이온의 존재하에, 규산질 입자와 가용성 규산염을 형성하기에 충분하지만 금속 침전물을 용해시키기에는 불충분함으로써 당해 규산질 입자의 일부를 용해시켜 가용성 규산염을 형성하는 pH 범위를 갖는 액체를, 이 액체로부터 금속 침전물을 여과하는 규산 질입자의 혼합물로 이루어진 여과 매질을 통해 유동(여기서, 여과 매질을 통해 유동된 액체에는 금속 침전물이 거의 없다)시킴을 특징으로 하여, 액체내의 금속 침전물을 여과시키고 화학적으로 고착시키는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 규산질 입자가 생합성 실리카 회분인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 규산질 입자가 왕겨 회분인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 규산질 입자가 규조토인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 규산질 입자가 퍼얼라이트인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부를 포함하는 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 8

제3항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 9

제4항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 10

제5항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 11

금속 수산화물침전물을 형성하기에 충분한 양의 폐수 (여기서, 폐수는 규산질 입자와 가용성 규산염을 형성하기에 충분하지만 금속 수산화물 침전물을 용해시키기에는 불충분함으로써 당해 규산질 입자 일부를 용해시켜 가용성 규산염을 형성하는 pH 범위를 갖는다)에 금속 수산화물을 가하고, 가용성 규산염과 규산질 시멘트를 형성하기에 유효한 양으로 존재함으로써 규산질 시멘트를 형성하고 규산질 시멘트에 금속 수산화물 침전물을 화학적으로 고착시키는 다가 금속 이온의 존재하에, 금속 수산화물 침전물을 함유하는 폐수를, 금속 수산화물 침전물을 여과하여 이를 함유하게 되는 규산질 입자 혼합물로 이루어진 여과 매질

을 통해 유동(여기서, 여과 매질을 통해 유동된 액체에는 금속 침전물이 거의 없다)시킴을 특징으로 하여, 폐수에 용해된 금속을 여과시키고 화학적으로 고착시키는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 규산질 입자가 생합성 실리카 회분인 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 규산질 입자가 왕겨 회분인 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 규산질 입자가 규조토인 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 규산질 입자가 퍼얼라이트인 방법.

청구항 16

제11항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 17

제12항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 18

제13항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 19

제14항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 여과 매질이 다가 금속 이온을 적어도 일부 포함하는 방법.

청구항 21

액체로부터 금속 침전물을 여과하여 이를 함유하기에 유효한 양으로 존재하고 액체와 가용성 규산염을 형성하기에 효과적인 규산질 입자와 폐액내 다가 금속 이온과 결합시에 형성된 가용성 규산염과 규산질 시멘트를 형성하고 규산질 시멘트에 금속 침전물을 화학적으로 고착시키기에 충분한 양으로 존재하는 하나 이상의 다가 금속 이온과의 혼합물을 포함하는, pH 약 8 내지 14인 폐액중의 금속 침전물을 여과시키고 화학적으로 고착시키기 위한 여과 매질,

청구항 22

제21항에 있어서, 규산질 입자가 생합성 실리카 회분인 여과매질.

청구항 23

제21항에 있어서, 규산질 입자가 왕겨 회분인 여과매질.

청구항 24

제21항에 있어서, 규산질 입자가 규조토인 여과매질.

청구항 25

제21항에 있어서, 규산질 입자가 퍼얼라이트인 여과매질.

청구항 26

다가 금속 이온의 존재하에 폐액에 규산질 입자를 가함으로써 슬러리를 형성하고, 폐액으로부터 금속 입자를 여과제거하고 금속 입자를 함유하는 시멘트상 필터 케이크를 형성함을 특징으로 하여, 폐액중의 금속 침전물을 여과시키고 화학적으로 고착시키는 방법.

청구항 27

폐액의 pH를 조절함으로써 용해된 금속을 침전시키고, 폐액으로부터 금속 입자를 여과 제거하고, 금속 입자를 함유하는 시멘트상 필터 케이크를 형성함을 특징으로 하여, 폐액중에 용해된 금속을 여과시키고 화학적으로 고착시키는 방법.