



생물학적 제오라이트 필터를 통한 하수의 처리

공고일자 : 1997. 7. 9 / 공고번호 : 97-11330 / 출원일자 : 1994. 5. 20 / 출원번호 : 94-11029

자료제공 : 영인합동특허법률사무소[구] 김영길특허] 토탈특허정보(주) 대표변리사 · 이화익
TEL : 02)553-1986/7 , FAX : 02)556-2620 , E-Mail : 천리안, 하이텔, 유니텔, 나우누리 - younglaw
상담 및 출원 : GO TPI(하이텔, 나우누리, 농수산정보)

도면의 간단한 설명

도면은 본 발명에 따른 생물학적 제오라이트 필터를 통한 하수의 처리 공정의 흐름도이다.

상세한 설명

본 발명은 하, 폐수중의 암모니아와 중금속의 생물학적 제거 공정에 관한 것으로서, 상세하게는 하, 폐수중에 포함되어 있는 암모니아성 질소와 중금속성을 생물학적 제오라이트 필터를 통하여 양이온 교환 반응 및 질산화 반응을 통하여 제거하는 공정에 관한 것이다.

기존의 대부분의 하/폐수처리장은 활성슬러지법으로 설계/운영되고 있는데, 활성 슬러지법을 통하여서는 유기물의 제거를 주목적으로 한 처리 공정으로서 암모니아와 중금속에 대한 제거 공정이 고려되어 있지 않고 있다. 이에 따라, 현재의 하/폐수처리장에서 처리되어 하천으로 방류되고 있는 방류수중에는 상당량의 암모니아성 질소와 중금속 성분이 함유되어 있어 방류시에는 암모니아에 의한 독성뿐만 아니라 질소 산소 요구에 의하여 하천 수질의 악화를 가져오게 된다. 아울러 중금속의 유출은 하천의 유해성을 가속시킨다. 이러한 점에서 볼때, 현재 실행되고 있는 대부분의 활성슬러지법에 의한 하/폐수처리장은 암모니아성 질소와 함께 중금속의 제거 공정이 시급히 도입되어야 한다는 요구에 부응할 수 없다.

현재의 하/폐수 처리 시스템에 있어서 암모니아성 질소와 중금속을 제거하기 위한 목적으로 여러

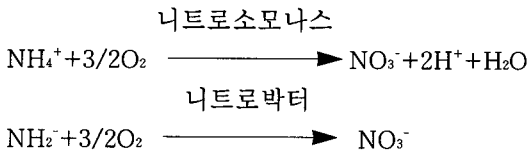
가지 처리 공정들이 연구 실용화 되어지고 있다.

그 예로서는 A/0, A2/0, 바덴포(Berdenpho)법, 포스트립(Phostrip)법, 회분식활성슬러지법(SBR) 등이 있다. 그러나 이들 방법들은, 암모니아성 질소를 제거하는데에 주안점을 두어 개발된 것들로서, 중금속의 처리에는 종래의 하/폐수처리장에서와 별반 개선점이 없다.

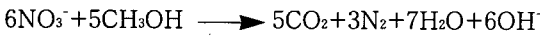
그 한 예로서는 A/0법은 하나의 혐기조와 하나의 호기조를 배열한 활성슬러지 처리방법의 일종이며, A2/0법은 두개의 혐기조와 하나의 호기조를 배열한 것으로서 이들은 각각 하/폐수중의 생물학적 산소 요구량에 대한 처리를 목적으로 한 것으로서, 질소의 제거 효율이 낮고 토지의 요구량이 많은 문제점이 있다. 또한 이들 공정들은 SBR법을 제외하고는 기존의 활성 슬러지법 하수처리장에서 1내지 4개의 반응조를 첨가하여 미생물과 화학적 반응에 의하여 질소를 제거한다. 이와 같이 새로이 반응조를 첨가 시킴에 의하여 시설비가 증가 하게 되며, 화학물질의 사용에 따라 운전비의 증가를 갖게 되어 오게되게 되었다. SBR반응조는 하나의 반응조에서 질소와 인을 제거할 수 있다는 장점을 가지고 있으나 운전이 연속적으로 이루어 지지 못하므로서 저류조의 추가적인 설치와 부하에 매우 민감한 문제점이 있다.

질소를 생물학적으로 제거하기 위하여서는 우선적으로 하/폐수에 존재하는 암모니아성 질소를 질산화 균(예를 들어, Nitrosomonas, 또는 Nitrobacte)에 의하여 질산성 질소로 변환시킨다. 이 반응을 나타내면 다음과 같다. 이러한 질산화 반응은 호기

성 상태에서 충분한 체류시간을 요한다.



상기의 반응은 호기성 조건에서 일어난다. 상기의 반응에 의하여 생성된 질산성 질소는 전자 수용체로 이용되어 혐기성 반응으로 질소의 환원되어 계로 부터 방출된다. 예를 들어 메탄올을 탄소원으로 할 때 질산성 질소의 탈 질소와 반응은 다음과 같이 진행되어 진다.



이러한 과정이 원활하게 이루어 지기 위하여서는 질산화된 처리수를 다시 유기물의 분해과정으로 이루어지는 쪽으로 순환시키는 과정이 필요하게 되어 여러가지 반응조가 첨가됨과 동시에 결과적으로 질소 처리를 어렵게 하고 있다.

중금속의 제거 방법은, 현재 침전지 또는 폭기조 등에 백반과 같은 응집제를 투여하는 약품처리 방법이 주로 행하여 지고 있으나, 이의 방법은 비용이 많이 들 뿐만 아니라, 중금속의 제거 효율도 낮을 뿐더러 오히려 약품의 투입에 의한 2차적 오염을 일으키게 되는 문제점이 있다.

본 발명은 상기한 줄에 기술상의 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 간단한 공정의 도입으로 2차적인 오염의 발생 없이 하/폐수중에 존재하는 암모니아성 질소와 중금속을 고 효율로 제거하기 위한 하수의 처리 공정을 제공하려는 데에 그 목적이 있다.

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 하/폐수중에 존재하는 암모니아성 질소와 중금속을 고 효율로 제거하기 위한 하수의 처리 공정을 제공하려는 데에 그 목적이 있다.

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 하/폐수 원수를 1차 침전조(1)에 유입시켜 일정시간 머물게 하여 조대입자를 침전시키고, 포기조(2)로 보내어 중속 영양 균에 의해 고분자의 유기물을 저분

자의 유기물로 분해하여 하수의 생화학적 산소 요구량을 제거한 다음, 2차 침전지(3)에서 미생물과 처리수를 분리한 다음, 양이온 이온 교환능이 있고 자기 영향 균이 부착되어진 필터(4)에서 하수중의 암모니아 성 질소를 흡착/질산화하고 중금속을 흡착하도록 함을 특징으로하는 생물학적 제오라이트 필터를 통한 하수의 처리 공정을 제공 한다.

본 발명은 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다. 본 발명의 가장 특징적인 면은 하/폐수 원수를 1차 침전(1) → 포기조(2) → 2차 침전조(3)으로 구성되어지는 하수 처리의 경로에 있어서, 2차 침전조(2) 다음에 암모니아, 중금속과 같은 양이온과 이온 교환 할 수 있고, 암모니아성 질소를 일부분은 필터의 이온 교환으로 제거하고 나머지는 질산화하여 원수중의 암모니아성 질소를 제거하고, 중금속도 함께 필터내에 흡착 내거하는 것이다.

본 발명에 있어서 필터(4)는 암모니아, 중금속과 이온 교환할 수 있고 질산화 균이 부착될 수 있는 특성을 갖는다. 이를 위하여, 본 발명에서는 필터(4)를 $\text{MO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (M은 알칼리 토금속)으로 표시되는 함수 알루미늄을 주성분으로 하는 천연 제오라이트로 구성한다. 제오라이트에서의 양이온에 대한 이온 선택성은 $\text{Cs}^+ > \text{Rb}^+ > \text{K}^+ > \text{Ba}^+ > \text{Sr}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2}$ 으로, 하/폐수중의 암모늄이온은 매우 선택적으로 효과적으로 하/폐수원수로부터 제거될 수 있다. 또한 본 발명에 있어서, 특징적인 면은, 상기한 필터(4)에서의 암모늄이온 교환에 따른 필터(4)의 재생을 재생수의 주입 없이 제오라이트에 미생물을 입혀서 실행 한다는 데에 있다. 즉, 제오라이트 표면에 니트로소모나스, 니트로박터와 같은 질산화 균을 입혀서 제오라이트내로 이온 교환되어 축적되는 암모늄이온을 질산화 시킴으로서 재생수의 유입없이도 제오라이트의 이온 교환 용량(Cation exchange capacity)가 유지되게 된다. 본 발명에 따른 필터(4)에서 일어나는 암모늄이온 제거 메카니즘은 암모니아가 농도구배에 따라 제오라이트 필터(4)내부로 확산되는 과정(이온 확산 과정), 암모늄이온이 제오라이트 표면에서 이온 교환되어 제오라이트 내부에 고

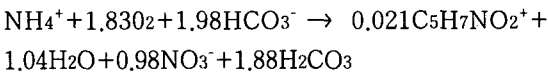


립되는 과정(이온 교환 반응), 이온 교환된 암모늄 이온이 제오라이트에 부착된 자기 영양균 (autotrophic bacteria)에 의하여 생물학적으로 질산화되는 과정(질산화 반응)으로 구성된다.

상기한 암모니아 이온 교환 반응을 반응식으로 보다 상세히 나타내면 다음과 같다.



(여기서, M은 알칼리 토금속으로서 암모니아아 교환되는 제오라이트 내부 양이온을 나타낸다.) 또한, 상기의 필터내에서 일어나는 암모니아 질산화 반응은 다음의 반응식에 의하여 진행되어 진다.

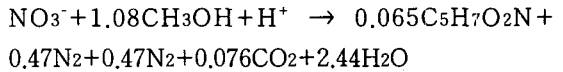


이때, 제오라이트 필터(4)는 최대 이온 교환 용량을 가지고 있는데, 제오라이트 표면과 표면을 둘러싼 셀(cell)에 암모늄이온의 농도 구배가 발생하게 되는데 계속해서 표면을 둘러싼균에 의해 암모늄이온이 계속하여 질산화 됨으로써, 필터(4)의 운영시 최대 이온 용량에 도달되지 않는다.

또한, 질산화균으로 대표되는 자기 영양 균은 세포 증식 속도가 낮기 때문에 통상의 체류시간에서는 배출(wash-out)되는데 본 발명에 있어서는 이들을 제오라이트상에 입힘으로서 제오라이트의 표면에 담체(carrier)으로 이용되어 배출되는 현상을 방지할 수 있게 된다. 제오라이트는 구경의 크기(pore size)가 1 μ m의 다공성으로서 셀의 모세관 내부로 미생물이 진입하지 않고 제오라이트 표면에 피복되어지며, 일정 두께 이상으로 증식될 경우 필터(4)를 통과하는 유체의 전단력에 의하여 필터로부터 떨어져 나가게 되어 담체의 폐색 현상은 발생하지 않는다.

제오라이트 필터(4)를 통과한 처리수는 우너수 성분중 암모늄이 제거된 유기물질을 높게 함유한 처리수가 됨으로 탈질소를 위한 좋은 유기물원으로 작용 할 수 있는 부수적인 장점도 있다. 또한 암모니아의 제거와 함께 제오라이트 필터(4)를 통과한 처리수에는 유기 물질, 질산성, 질소, 제오라이트 금속 이온(칼슘과 같은 알칼기 토금속)가 존

재하는 암모니아가 존재하지 않는 순수한 유기물 원이 되어 뒤에 있게 되는 탈질서와 공정에 매우 효과적으로 이용될 수 있다. 다음은, 메탄을 에너지 원으로 하는 경우의 질산성 질소와 탈 질소화 반응을 나타낸 것이다.



본 발명에 있어서, 생물학적 제오라이트 필터와 반응기 형태의 다음과 같이 크게 4가지 형태를 생각할 수 있다.

하향류 반응기

원수를 중력의 힘으로 하향시킴으로서 원수의 중력에 의해 제오라이트 표면에 접촉시키고 원수의 전단력을 이용 미생물의 성장 두께를 조절한다.

필터의 상부에 원주중에 포함된 분산 고협울을 쌓이게 됨으로써 발생할 수 있는 수두감소(Head Loss)를 방지하기 위하여 원수의 유입방법에 대하여 반대 방향으로 처리수를 순환시켜 역세척한다. 역세척의 주기는 1일 2내지 3회 실시한다.

상향류 반응기

원수를 상향류로 작용시킴으로써 유속에 의해 원수를 제오라이트 표면에 접촉시키고 원수의 전단력을 통해 미생물의 두께를 조절한다. 필터에 걸리는 수두 감소를 처리하기 위하여 역세척을 행하는데 흐름방향은 원수의 방향과 동일 방향으로 한다.

팽창식 반응기

원수를 일정 속도 이상으로 필터에 가해줌으로써 필터를 팽창시켜 원수와의 접촉 면적을 넓게 하여 주고 접촉을 용이하게 하여준다. 필터내에서의 물질 이동을 효율성 있게 하여 주며 동시에 미생물의 작용을 보다 용이하게 하여준다.

유동층 반응기

원수를 과다한 압력을 가하여 필터를 유동화 시켜 물질 이동의 효율을 극대화 시킴과 동시에 미생물과의 접촉기회를 높인다.

특허청구의 범위

1. 하/폐수 원수를 1차 침전조(1)유입시켜 일정시간 머물게 하여 조대입자를 침전시키고, 폭기조(2)로 보내어 중속 영양 균에 의해 고분자의 유기물을 저분자의 유기물로 분해하여 하수의 생화학적 산소 요구량을 제거한 다음, 2차 침전지(3)에서 미생물과 처리수를 분리한 다음, 양이온 음이온교환능이 있고 자기 영양균이 부착되어진 필터(4)에서 하수중의 암모니아성 질소를 흡착/질산화하고 중금속을 흡착하도록 특징으로하는 생물학적 제오라이트 필터를 통한 하수의 처리 공정.
2. 제1항에 있어서, 상기한 필터(4)는 $MO \cdot Al_2 \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$ (M은 알칼리 토금속)으로 표시되는 함수 알루미늄을 주성분으로 하는 천연 제오라이트로 구성됨을 특징으로 하는 공정.
3. 제2항에 있어서, 상기한 필터(4)는 재생수의 주입 없이 제오라이트에 미생물을 입혀서 재생됨을 특징으로 하는 공정.
4. 제2항 또는 제3항에 있어서, 상기한 필터(4)는 제오라이트 표면에 니트로소모나스, 니트로박터와 같은 질산화 균을 입혀서 제오라이트내로 이온 교환되어 즉각되는 암모늄이온을 질산화시킴으로서 재생수의 유입없이도 제오라이트의 이온 교환 용량이 유지되어짐을 특징으로 하는 공정.
5. 제1항에 있어서, 필터(4)는 원수를 중력의 힘으로 하양시킴으로서 원수의 중력에 의해 제오라이트 표면에 접촉시키고 원수의 전단력을 이용 미생물의 성장 두께를 조절하는 하향식 반응기로 구성됨을 특징으로 하는 공정
6. 제5항에 있어서, 필터(4)의 상부에 원수중에 포함된 분산 고형물들이 쌓이게 됨으로서 발생할 수 있는 수두감소(haed Loss)를 방지하기 위하여 원수의 유이방향에 대하여 반대 방향으로 처리수를 순환시켜 역세척을 행함을 특징으로 하는 공정.
7. 제6항에 있어서, 역세척효과의 주기는 1일 2내지 3회 실시함을 특징으로 하는 공정.
8. 제1항에 있어서, 필터(4)는 원수를 상향류에서 작용시킴으로서 유속에 의해 원수를 제오라이트 표면에 접촉시키고 원수의 전단력을 통해 미생물의 두께를 조절하는 상향식 반응기로 구성됨을 특징으로 하는 공정
9. 제8항에 있어서, 필터에 걸리는 수두감소를 처리하기 위하여 원수의 방향과 동일 방향으로 역세척을 행함을 특징으로 하는 공정
10. 제1항에 있어서 필터(4)는 원수를 일정 속도 이상으로 필터에 가해주는 평창식 반응기로 구성됨을 특징으로 하는 공정.
11. 제1항에 있어서, 필터(4)는 원수를 과다한 압력을 가하여 필터(4)를 유동화시키는 유동층 반응기로 구성됨을 특징으로 하는 공정.

제 1 도

