

직결식 반면형 가스 마스크 및 필터의 공정개발 Process Development for Directed Type Half Face Gas Mask and Its Filter

임계규·홍성수·박영태¹⁾

호서대학교 제3공학부(화공,환경, 소방, 산업안전) 화학기술개발연구소,

¹⁾(주)동양탄소

1. 서 론

개발된 기술은 직결식 반면형 가스 마스크 및 필터 제조방법과 정수용 분말 활성탄의 제조 생산으로 방독마스크는 특히 출원증(출원번호 제98-14251호)이다. 본 가스 마스크는 유해가스의 종류에 따라 오염가스 정화제인 침착활성탄이 내장된 필터의 장착 및 탈착이 쉽도록 필터 고정 커버에 해체 잠금홈을 개선하였으며 필터 내부에 고성능 HEPA필터가 내장되어 유해가스 제거 기능을 보강하였고, 호흡이 용이하도록 2개의 필터를 장착하였다.

침착활성탄소란 미세공이 잘 발달되어 물리적 흡착력이 뛰어난 기존 활성탄소의 표면 및 세공내벽에 특정한 금속염을 침착시킨 것으로 촉매적 기능인 화학적 활성과 선택성을 높인 활성탄소이다. 침착활성탄개발에 있어서 침착용액의 개발은 주요개발단계가 되며 가장 Know How가 많이 포함되어있는 중요한 단계이다. 침착액은 대상 가스(Target Gas)에 따라서 달라지며, 사용되는 장소와 용도 등에 의해서도 영향을 받는다. 일반적인 침착화 과정중 습식침착(Wetness Impregnation) 방법으로 제조된 제품의 질과 특성을 분석하고 있다. 휘발성 유기화합물이나 기타 다른 유해가스를 흡착할 수 있는 침착액과 침착활성탄은 연차적으로 개발되고 있다. 표 1에서와 같이 침착활성탄소의 용도는 피흡착질의 종류에 따라 나타나는데 일반적 상용은 악취가스 처리용으로 분뇨처리장의 배기가스 탈취시설, 하수처리장, 쓰레기 소각장 등에서 발생하는 산성가스, 염기성가스, 중성가스등을 흡착제거하는데 이용되며 방사성가스 처리용은 핵 연료 저장조 등에서 발생하는 메틸요오드의 흡착제거에, 독가스 처리용은 시안화 수소등 맹독성 가스 흡착용으로, 은을 침착시킨 정수처리용은 살균과 염소 이온 흡착에 이용된다.

Table 1. 침착활성탄소와 용도에 따른 피흡착질

침착활성탄소의 용도	피 흡착질
악취가스 처리용	산성(황화수소), 염기성(암모니아), 중성(디메틸설파이드 등)
방사성 가스 처리용	메틸 요드 등
독가스 처리용	시아노겐 클로라이드, 시안화 수소, 아르신 등
정수 처리용	살균, 염소이온 흡착
화학 촉매용	수소화, 탈황

핵연료 사용후 저장조나 원자로내에서 핵 연료 피복물질이 손상되면 요오드가 냉각수로 누출되며 냉각수에 존재하는 요오드는 이온정화장치에 의해 제거되거나 증발에 의해 발생하는 기체 방사성 물질중 특히 방사성 요오드는 그 양이 많을 뿐 아니라 휘발성이 강하고 인체내에 흡입될 경우 갑상선에 축적되어 위해도가 크기 때문에 이의 효율적인 제거가 필수적이다. 방출된 원소 요오드(I와 I₂)는 spray등에 의하여 효율적으로 제거되지만 원소 요오드 주위에 존재하는 유기물질과

방사선량, 냉각수의 pH에 따라 생성된 유기 요오드는 제거되지 않으므로 KI나 TEDA가 침착된 침착활성탄층을 사용하여 제거하여야 한다.

각국의 군사용 및 산업용 유독가스 흡착제, 민수용 방독면, 기타용도의 것은 각국에서 Know-How로 보호하고 있기 때문에 국내에서는 대부분 수입에 의존하고 있다. 수입대체 효과가 높다고 판단된다.

2. 제조방법

침착활성탄소에 의한 화학흡착(Chemical Adsorption, Chemisorption)은 전자의 재배열에 의한 강한 이온 결합 또는 공유결합을 이룬다. 침착흡착은 흡착열도 상당히 높은 10-30kcal/mol(물리흡착열은 2-10kcal/mol)이며 흡착속도는 대부분의 화학반응처럼 Activation Energy를 필요하므로 느리나 비가역적(irreversible)이므로 탈착현상은 일어나지 않는다. 제품의 개발과정에서 흡착속도와 선택성은 중요한 인자가 될 것이다.

이러한 독가스 제거용 침착 활성탄소를 제조하는 전공정은 기존의 기상용 활성탄소와 독가스소에 활성이 있는 금속염 화합물질을 출발물질로하여 여러공정을 거친다. 또한 제조된 침착활성탄소의 독가스 흡수는 화학적, 물리적인 복합성을 지닌다. 외산 제품에 비하여 성능이 뒤지지 않는 양질의 제품을 제조하기 위해 연구를 수행하고 있다.

침착용액의 제조에 있어서는 침착용액의 농도, 점도 및 활성탄소와의 친화성을 고려하여 보다 더 많은 양의 침착물을 활성탄소에 침착시키기 위해 고농도, 저 점도의 상태를 유지시켜야한다.

또한 침착액 제조에 사용되는 각종 시약은 대개의 용해도가 보통의 용매보다 낮으므로 원하는 금속의 농도를 얻기 위한 시약의 용해성도 매우 중요하며, 용액의 제조온도 및 시약의 첨가 순서에도 좌우되며 자체 시약의 간섭에 의해 용액 중 반응이 일어나 결정을 석출시키는 예도 있다. 따라서 우선 그런 점들을 고려하여 침착액의 최적 상태를 얻기 위한 실험을 수행한 결과 20℃, 5% 침착액일 경우가 가장 침착이 잘 이루어진다는 것을 알수 있었다.

활성탄을 침착시키는 방법에는 크게 두가지가 있다. 하나는 함침 방법이며 또 하나는 분사(spray)방법이다. 본 연구에서는 함침 방법을 이용하여 활성탄소를 침착시켰다.

함침방법은 건조된 활성탄소와 침착액 비율을 부피비 1:1.2로 상온에서 20분 동안 20 ~ 80rpm으로 기포가 발생하지 않을 때까지 교반하면서 함침 시켰다.

활성탄소와 침착액 비율을 1:1.2로 한 것은 침착액이 과량 사용되어 침착효율을 저감시키는 것을 방지하기위함이며 침착시간도 너무 길(약 24시간) 경우 오히려 탈착이 일어나서 침착율이 낮아지게 될 경우도 있다.

제조된 반면형 직결식 마스크는 일상적으로 간편하게 착용할 수 있는 구조로써 필터 장착 및 탈착이 용이하며 유해가스를 제거하는 정화필타부와 호흡기 즉 코와 입의 보호가 가능한 얼굴의 절반(반면)을 가리는 앞면보호부(코틀) 그리고 마스크를 얼굴에 밀착하도록 이중 고리끈으로 구성되어 있다. 보다 상세한 구조를 살펴보면 필터 장착 및 탈착부로서 필터와 필터 고정 커버가 있어 이는 흡기구 앞에 위치하며 공기가 외부에서 내부에 있는 배출구멍을 통해서만 흡입되도록 하였다. 필터 내부는 그림3에서와 같이 오염된 대기는 고성능 거르개(HEPA 필터)의 장착으로 0.01 μm에서 수μm크기의 미립자상 물질을 99.95%이상 포집 할 수 있는 1단계와 특정 유해가스를 흡착 제거할 수 있는 침착 활성탄층 2단계를 통과하게 하여 유해 가스가 효과적으로 제거되며 3단계에서는 사용중 발생된 분말상 활성탄이 누출되지 않도록 부직포가 내장되어 있다. 여기서 주의할 점은 고성능 거르개 조립시 표면의 손상이 없도록 했으며 HEPA필타의 장착을 용이하게 하기 위해서 수분과 부식에 저항이 크고, 고온에서 필터로부터 갈라지거나 벗겨지지 않는 조건의 접착제를 사용해서 접착했다. 필터 내부에 충전되어 있는 침착 활성탄은 유해가스의 종류에 따라 바뀌어야 한다. 즉 농촌에서 살포하는 농약의 종류에 따라 다르게 제작된 필터로 간편하게 바꿀 수

있도록 필터 조임 수나사를 설치하되 기밀이 잘 되도록 하여야 한다. 그리고 사용중 또는 사용후 필터를 용이하게 교체 할 수 있도록 필터 고정 카바의 외부에 해체 잠금용 흡을 5개소 설치하였다.

가스 마스크는 사람이 호흡하는 장비이므로, 공기가 필터층을 통과할 때 필터의 상단과 하단부에 압력차가 생기는 압력손실이 크게되면 당연히 호흡이 불편해진다. 또한 압력 손실이 적으면 호흡은 편하지만 필터의 유해가스 흡착효율이 낮아지므로 적당한 압력손실이 요구된다.

정화제 입자의 크기에 따른 압력손실을 측정된 결과 입자의 직경이 클수록 압력손실이 적게 걸림을 알 수 있었지만 이러한 경우 접촉면적이 작고 흡착속도가 느려져서 흡착량이 감소하므로 인체에 유해할 수 있다.

정화제가 갖는 흡착용량은 흡착 평형관계에 의해 그 최대량이 결정되지만 흡착 조작은 반드시 일정한 시간 내에 일어나므로 그 흡착속도를 정확하게 평가하여 최적의 설계를 해야한다. 즉 가스 마스크와 같은 인체내의 호흡장비는 안전사고 발생시 인체에 직접적인 해를 끼치므로 유속의 변화에 따라 최적의 흡착성능 및 압력 손실을 나타내는 입도를 선정해야한다.

흡착속도란 활성탄 입자표면으로 피흡착질이 이동한 후 확산에 의해 내부표면에 도달해서 흡착되는 속도를 일컫는다. 흡착속도에 영향을 미치는 것은 정화제 내부의 확산, 입자의 표면과 유체 사이의 물질 이동이다. 가스상태의 물질은 내부 확산속도가 빠르게 진행되므로 확산속도에 따른 활성탄의 흡착속도가 빨리 진행되어야 한다.

흡기구에는 흡기밸브가 있어 미약한 호흡에도 흡기밸브가 작동하며, 확실하고 예민하게 작동하기 위하여 특수 실리콘을 사용하여 무게를 최소화 하였으며 공기의 흐름은 언제나 숨을 들이 마시는 경우에만 열리도록 하였다. 배기는 배기구를 통하여 이루어 지는데 미약한 호흡에 대해서도 배기 밸브가 작동하고 내부와 압력이 같은 경우에 배기 밸브는 항상 닫혀 있는 상태가 되며 외부의 힘에 의해 손상이 되지 않도록 배기틀로 배기구를 보호했다. 마스크를 머리에 고정하는 장치로써는 머리고정끈 잠금장치, 머리고정 연결끈, 뒷쪽지 머리끈, 뒷쪽지 머리끈 조임틀, 연결끈, 끈 조임틀로 구성되어 있다.

연결끈 및 머리고정 연결끈은 적당한 길이 및 탄력성을 가지고 길이를 쉽게 조절할 수 있도록 하였다. 따라서 개인의 머리카기에 맞도록 적당한 길이로 머리 고정 연결끈을 조절한 다음 머리고정 연결끈을 머리고정끈 잠금장치를 이용하여 1차로 머리에 고정한다. 머리와 얼굴 크기에 따라 연결끈을 조절하여 유해가스가 필터 외에 다른 곳으로 흡입되지 않도록 기밀성을 고려하여 착용을 완료한다.

3. 결과 및 토론

본 실험에서 제조한 침착활성탄소는 염기성과 산성 침착활성탄소로 위의 제조공정을 기초함으로서 흡착능이 보다 우수하고 다양한 종류의 침착탄을 개발하는 방향으로 연구 진행되고 있다. 이러한 침착 활성탄소는 선진국 등지에서 거의 모든 Know How를 갖고 있기 때문에 국내에선 몇 개의 제품을 제외하고는 전량 수입에 의존하고 있으며 소비자 가격도 상대적으로 고가로 일반 농민이나 시민이 일상생활의 건강보호구로 사용함에 상당한 제약을 받고 있어 이의 사용확대를 위해 더욱더 보편화된 제품생산의 필요성이 요구된다고 본다.

사 사

본 연구는 1998년도 중소기업청의 호서대 창업보육센터의 지원금에 의해 수행되었다.