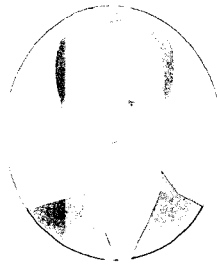


환경독성물질인 중금속 화학물질의 자원회수



박재주 / 본협회 사무총장

환 경오염물질 중에 중금속 화학물질이 가장 무서운 독성물질로 일반적으로 알려져 있으며 이들 물질들은 인간의 일상생활에 가장 필요하고 많이 사용되는 일상품에서 발견된다고 먼저 인식하면서 이들에 대한 중요함의 이전에 이의 발생과 무독화 방안 및 자원회수 방안을 화학적으로 살펴본다.

폐기물관리법에서는 수은 또는 그 화합물, 카드뮴 또는 그 화합물, 납 또는 그 화합물, 비소 또는 그 화합물, 6가크롬화합물, 알킬수은화합물, 시안화합물, 유기인화합물, PCB 등으로 해양투기처분에서는 유기염소화합물, 동 또는 그 화합물, 아연 또는 그 화합물, 불화물도 유해폐기물로 지정되어 있다. 여기서는 이들을 함유한 폐기물을 자원화하여 금속원료로 사용할 수 있는 방법을 해설해본다.

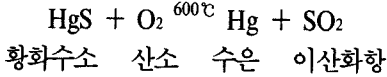
제 1 장 수 은

1.1 수은이란

수은은 건전지, 형광등, 온도계등 의외로 우리 생활주변에 많이 사용하고 있으면서 그것을 느끼지 못하고 있다. 수은은 수은광산의 지하에 매립되어 있는 황화수은이라는 적색을 띤 광석으로부터 만든다.

황화수은이란 광물은 朱라고 하며 적색을 띠고 있으므로 옛날부터 주홍색으로 칠하는 칠기, 印肉, 朱墨, 丸藥의 착색제등에 사용한다. 이 황화수은을 600℃ 이상으로 가열하면 산화분해하여 금속수은의 증기가 생성한다. 이 증기를 냉각하면 액체의 금속수은이 얻어진다.

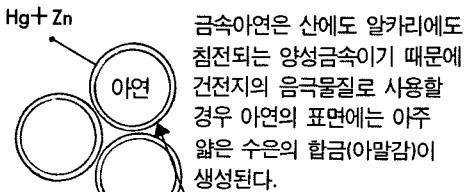
(1)



수은은 가장 정련이 용이한 금속이다. 그러나 이 증기를 상온까지 냉각하여도 거의가 액체로 되는 것은 아니고 수은증기로 된다. 20℃에서는 1m³당 13.2mg의 수은증기가 함유되고 이 온도에서는 수은증기 농도를 이 이하로 낮출 수는 없다. 금속수은은 356.66℃에서 비등하여 액체수은으로 변화하지만 상온에서도 조금씩 증발한다. 이것은 100℃에서 비등하는 물이 상온에서도 증발하는 것과 동일하다.

수은체온계를 제조하는 공장에서 실내에 자욱히 낀 수은증기를 흡수하여 수은 중독환자가 발생한 사고예가 있다. 수은은 아연, 동, 금, 은, 납, 알루미늄등의 금속과 합금을 만든다. 수은과의 합금을 아말감(2)이라 한다. 치과의사가 충치 치료에 사용하는 아말감은 수은과 은과 주석의 합금이다. 철이나 니켈이나 백금은 아말감을 만들지 못한다.

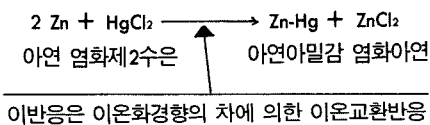
(2) 아연아말감



수은과 아연의 합금층(아말감) 미세한 아연입자는 알카리 일차전지의 음극물질로써 사용

수은층을 얇게하면 수은도금과 같은 수은광택을 띤 표면이 되지만 이와같이 하면 아연이 활성이 되어 전기를 못 얻는다.

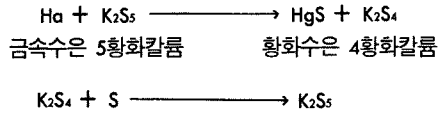
망간건전지의 아말감화에는 염화제2수은을 사용



건전지에 사용하는 금속아연은 화학적으로 활성인 금속이므로 전지의 전해액에 접촉하면 곧 반응하여 아연화합물로 변화한다. 이것은 전지의 특징으로 아연의 표면을 아말감화하여 부식의 속도를 늦춘다. 그러나 많은 수은을 가하면 아연의 표면이 수은 도금한 것과 같은 상태가 되어 부식이 억제되지만 전기를 얻을 수 없게 된다.

금속수은과 유황을 혼합하여 다황화알카리를 촉매로 반응시키면 적색의 황화수은(3)을 만들 수 있다. 이것은 현재에도 칠기나 주묵의 안료로 사용한다.

(3) 황화수은제조



황화수은은 금속수은과 유황이 다황화알카리의 존재하에서 직접 반응으로 제조된다.

황화수은은 안정하게 물에 용해되고 다황화알카리는 다황화착물을 형성하여 용해된다.



HgS는 적색안료로 고급 주묵, 칠기, 인쇄그림도구로 현재 사용하며 의외로 우리주변에 있다. HgS를 함유한 것을 소각하면 수은증기가 발생된다.

1.2 수은의 회수기술

수은의 황화물을 적색안료로 또는 금속수은을 금도금이나 거울도금에 이용하였다. 수은은 다른 금속류와 달리 상온에서 액체이고 제련도 다른 금속에 비하면 용이하기 때문에 기술이 발전되기 이전의 시대에도 간단히 얻었다.

상온에서 액체 금속은 수은뿐이다. 수은은 이외에도 다른 금속이 갖고 있지 않는 특징을 갖

고 있다. 우리가 사용하고 있는 금속류는 코크스와 같은 탄소를 이용하여 고온에서 환원하거나 혹은 전기분해에 의해 얻어지는 것이 많지만 수은만은 예외이다. 수은의 광석에서는 환원제를 사용하지 않고 강열로써 수은을 얻을 수 있다.

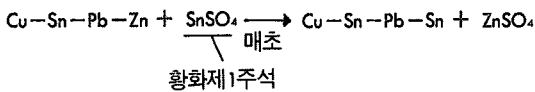
수은은 원소이기 때문에 더이상 분해할 수 없지만 때때로 수은을 분해하여 물과 은으로 만든다는 이상한 것을 믿는 사람도 있는 것 같다.

더이상 분해되지 않는 것을 시멘트로 고정화하여 매립지에 버려도 남은 것은 메칠수은으로 변화하고 수은증기로 되어 대기중에 확산되어 장래 문제를 일으킬 가능성이 없다고 단언할 수 없다. 따라서 수은을 함유한 폐기물은 매립하지 않고 수은을 회수하면 앞으로 문제를 일으킬 염려가 없다.

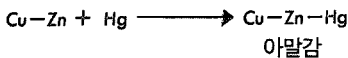
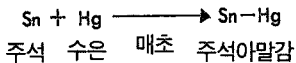
옛날사람들도 광산에서 황화수은을 채굴하여 향아리 같은 것에서 태워 발생한 수은증기를 냉각시켜 수은을 만들고 금도금이나 수은도금에 사용하였다. 옛날에는 금속제의 거울을 사용하였는데 거울 표면에 녹이 생기기 때문에 경마사라는 거울을 닦는 직업도 있었다.(4)

(4)

Cu-Sn-Pb-Zn (금속 거울의 성분)
(동합금)



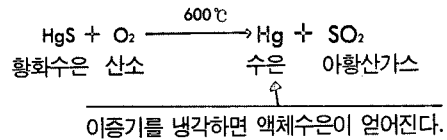
이온화경향의 차에 의해 주석이 거울의 표면에 석출된다.



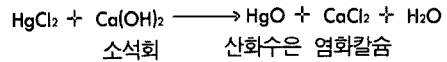
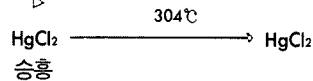
대체로 수은화합물은 가열에 의해 분해하여 금속수은으로 되지만 염화제2 수은과 같이 예외도 있다. 망간 건전지중에 함유되어 있는 염화제2수은은 옛날에는 병원등에서 소독제로 대량 사용하였다. 승홍(昇汞)은 올라가는 수은이라고 하지만 304℃이상 가열하면 염화제2수은의 증기로 된다. 따라서 염화제2수은을 함유한 폐기물은 그대로 가열하여도 금속수은은 얻어지지 않는다. 이 경우에는 알카리를 가해 염화제2수은을 산화수은과 알카리의 염화물로 분해하며 가열하고 금속수은으로 한다.

산화수은은 500℃이상으로 강열하여 금속수은과 산소로 분해한다.(5) 수은을 장시간 가열하면 수은의 표면에 황적색의 분말(산화수은)이 생성한다. 영국의 화학자 프리스트레이는 1774년 8월 산화수은을 강열하는 경우 수은과 탈 프록스톤 공기로 분해하는 것을 알았다.

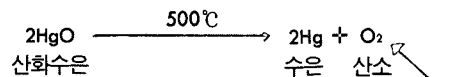
(5)



이것은 망간건전지로 사용된다.



승홍은 강열하면 산화수은이 된다. 수산화수은은 불안정하여 물과 산화수은으로 분해된다.



산화수은은 500℃ 이상으로 가열하면 수은과 산소로 분해된다. 이 반응을 탈 프록스톤 공기(산소)라 한다.

프랑스의 화학자 라보아데는 이 실험을 하여 탈프록스톤 공기를 산소로 명명하였다. 그래서 물질이 타는 것은 물질로부터 프록스톤이 튀어나오는 것이 아니고 물질이 산소와 화합하는 것을 실증하였다. 수은을 함유한 폐기물에서도 사정은 같고 강열한 것에 의해 수은증기로 되므로 이증기를 콘덴사에 흘려 냉각하면 금속수은의 액체가 콘덴사의 저부에 고인다. 그러나 강열하는 방법은 그렇게 쉽지는 않다. 물질을 가열하는 방법에는 주전자나 냄비와 같은 물건의 안에 넣어 외측에서 가열하는 외부가열방식과 가열하는 물질과 연료를 동일한 아궁이 내부에서 하는 내부가열 방식이 있다.

수은의 제련은 로타리킬른이나 다단로를 사용하여 로내에서 광석을 열분해하는 내부가열방식이다. 이 때문에 분해하여 생성하는 수은증기는 대량의 연소폐가스 중에 혼입된다. 수은가스를 냉각하여 수은을 회수하기 위한 냉각장치는 대형이고 고성능의 시설이 필요하다. 또 상온까지 폐가스를 냉각하여도 수은의 증기 분압만은 폐가스와 함께 없어지므로 수은의 수량이 저하됨과 동시에 수은에 의한 대기오염이 문제가 된다. 현재는 이와같이 대기 방출은 허용되지 않고 폐가스 중에서 수은을 제거해야 한다.

외부가열방식에서는 분해증류로의 내부에 연소폐가스가 혼입되므로 냉각장치도 소형으로 가능하고 폐가스의 처리도 용이하다. 그러나 외부가열은 장치의 가열성이 문제이므로 고가이다.

환경처 고시집 2차 가제분 발행안내

환경보전 및 환경행정의 건전한 발전에 기여하기 위하여 설립된 비영리 사단법인인 저희 환경동우회에서 아래와 같이 환경처고시집 2차 가제분을 발행하였으니 많은 이용 있으시길 바랍니다.

● 아 래 ●

책 이 름 : 환경처 고시집 2차 가제분

가제기간 : 1992. 9. 9~1993. 8.14(현재)

• 1992. 3. 1 발행한 환경처고시집에 대한 가제현황

1차가제 : 발행일~1992. 9. 9 이전(3,000원)

2차가제 : 1992. 9. 9~1993. 8.14 까지(발행일 : 1993. 9. 1)

국판/320쪽/백상지/가제식

가 격 : 11,000원

구입방법

본 고시집은 통신판매 및 환경처 313호에 위치한 저희 환경동우회에서 직접 구입하실 수 있습니다.

통신판매 : 아래구좌로 입금하시고 전화 연락을 주시면 즉시 우송해 드립니다.

통신판매입금구좌

· 한일은행(신천동지점)160-172826-13-001 예금주 환경동우회

· 농협중앙회(풍납동지점)089-12-140321예금주 최창현

문의전화 : (02)416-5030/전송 : (02)420-2565

※ 환경처 고시집 금액(1차 가제분 포함) 25,000원

• 본회의 주요사업

1. 환경영향평가대행사업
2. 환경영향평가 사후환경관리
3. 환경영향검토서작성

