

CHƯƠNG 3. CÁC BIỆN PHÁP CẢI TẠO ĐẤT Ô NHIỄM

Việc làm giảm ô nhiễm đất do các hợp chất ngoại sinh là vấn đề của cả thế giới quan tâm. Ngoài sự khác nhau về sự phát triển của khoa học kỹ thuật ở các nước Phương Đông và Phương Tây, việc phòng ngừa và cải tạo đất ô nhiễm là vấn đề mà các nước công nghiệp đang phát triển như Việt Nam cần phải đặc biệt quan tâm nhiều hơn. Một trong những giải pháp xử lý đất ô nhiễm là phương pháp làm sạch đất như việc di dời các yếu tố ô nhiễm.

Có nhiều giải pháp công nghệ khác nhau để giải quyết vấn đề này, tuy nhiên khi áp dụng bất cứ một giải pháp nào để làm sạch đất cũng cần quan tâm đến hiệu quả của quá trình đặc biệt thể hiện thông qua các khía cạnh chính sau:

- Khả năng ứng dụng vào thực tiễn cao
- Chi phí giá thành hợp lý
- Phương pháp tiến hành đơn giản, dễ vận hành
- Cần nguồn tài nguyên và năng lực để duy trì quá trình xử lý ở tối thiểu
- Khả năng dễ dàng sử dụng lại những vùng đất đã được xử lý
- Tính bền vững cao, giảm được rủi ro lâu dài với môi trường
- Thời gian xử lý nhanh
- Khả năng dễ dàng chấp nhận của phương pháp

Các phương pháp làm sạch sử dụng sự khác nhau đặc trưng giữa các tính chất của các yếu tố ô nhiễm hoặc các phân tử ô nhiễm và tính chất lý hóa học của đất. Các tính chất mà phương pháp làm sạch có thể áp dụng được đó là: đặc tính dễ bay hơi của các chất ô nhiễm, khả năng hoà tan trong nước, khả năng hấp phụ và giải hấp cũng như kích thước, mật độ và hình dạng của các phân tử ô nhiễm (hoặc các phân tử chất ô nhiễm), khả năng phân huỷ sinh học hoặc tính không ổn định về mặt hóa học. Do đó, khi áp dụng các phương pháp xử lý cần chú ý các yếu tố sau:

- Loại đất: Cấu trúc đoàn tụ đất, đặc tính của các phân tử đất, tỷ lệ các chất mùn trong đất.

- Dạng và nồng độ của các chất ô nhiễm
- Trạng thái vật lý của các chất ô nhiễm

Khoảng cách khu vực bị ô nhiễm do yếu tố ô nhiễm với thời gian giữa quá trình ô nhiễm và làm sạch. Đặc biệt là khi áp dụng các biện pháp xử lý tại chỗ cần biết rằng khu vực bị ô nhiễm có phải đã bị xáo trộn do quá trình cơ học hay không.

Các phương pháp làm sạch đất phụ thuộc chủ yếu vào dạng và nồng độ của các chất ô nhiễm ở trong đất. Các chất ô nhiễm chủ yếu là:

- Các hydrocacbon béo và hydrocacbon thơm không bay hơi
- Các hydrocacbon béo và hydrocacbon thơm bay hơi
- Các hydrocacbon thơm đa vòng
- Các thuốc trừ sâu hữu cơ, PCBs
- Kim loại nặng và hợp chất của nó
- Các xyanua tự do
- Các xyanua phức hợp

Các loại đất ô nhiễm kim loại nặng hay hợp chất kim loại nặng hầu hết thường tồn tại nên khó làm sạch. Nguyên nhân là các kim loại và hợp chất của chúng không bị phân huỷ và khi có thủy ngân và asen thì việc làm bay hơi các chất này cần phải có nhiệt độ rất lớn. Hơn nữa, các kim loại nặng thường được tìm thấy trong đất do các loại ô nhiễm khác, đặc biệt là các hợp chất hữu cơ. Sự có mặt của các chất ô nhiễm hữu cơ này có thể làm cho việc di dời các kim loại ra khỏi đất thêm phần phức tạp hơn.

Trạng thái vật lý của các chất ô nhiễm cũng rất quan trọng nhưng đôi khi không được đánh giá đúng mức như là một yếu tố khi tính đến khả năng làm sạch đất. Các chất ô nhiễm có thể có mặt trong đất thường ở các dạng sau:

- Các chất ô nhiễm dạng hạt (với các phần tử có kích thước bằng, lớn hơn hoặc lớn hơn các phần tử đất không ô nhiễm).
- Các màng lỏng xung quanh các phần tử đất
- Hấp phụ trên bề mặt các phần tử đất

- Hấp phụ trong phần tử đất (các chất hữu cơ).
- Tan trong pha n-ớc và các khoảng hổng của các phần tử đất
- Có mặt trong các pha lỏng hoặc pha rắn và các khoảng hổng của phần tử đất.

CÁC NGUYÊN TẮC CHÍNH ĐƯỢC ÁP DỤNG ĐỂ LÀM SẠCH ĐẤT NHIỄM:

1. Di dời (loại bỏ) chất ô nhiễm bằng việc tách các phần tử. Ví dụ nh- xử lý bằng cách tách và bằng việc giải hấp.
2. Tách các yếu tố ô nhiễm dạng hạt bằng cách tách pha. Ví dụ nh- việc phân loại với hidro-xyclon, kỹ thuật tuyển nổi tạo bọt (tạo váng) và kỹ thuật lắng.
3. Tách các yếu tố ô nhiễm bằng cách phá vỡ cấu trúc hoá học, nhiệt học.
4. Tách các yếu tố ô nhiễm bằng việc làm suy thoái sinh học. Ví dụ nh- các kỹ thuật làm đất trồng cây và các lò phản ứng bùn sinh học.
5. Tách các yếu tố ô nhiễm bằng việc hấp thu các chất sinh học hoặc sự huy động sinh học.

Phần lớn các công nghệ làm sạch đã đ-ợc phát triển dựa trên các nguyên tắc này. Tuy nhiên trong thực tế chỉ có một số ph-ơng pháp có thể đ-ợc áp dụng thành công ở hiện tại. Hơn nữa, các ph-ơng pháp có thể đ-ợc áp dụng vào lúc này chỉ thích hợp đối với một phần nhỏ các khu vực bị ô nhiễm, nghĩa là với thời gian xử lý ngắn và các loại đất xử lý đ-ợc xem là sạch.

Gần đây ng-ời ta cũng nhận thấy rằng các trầm tích bị ô nhiễm cũng là một vấn đề đe doạ nghiêm trọng đối với môi tr-ờng n-ớc và các nguồn tài nguyên n-ớc nói chung. Ngoài ra, các trầm tích bị ô nhiễm cũng cần phải đ-ợc nạo vét th-ờng xuyên với các lý do quản lý n-ớc. Một khối l-ợng rất lớn các chất này là một vấn đề rất nghiêm trọng khi nồng độ của các chất ô nhiễm lên đến mức chất thải nguy hiểm. Tr-ớc khi chôn lấp chúng xuống d-ới biển hoặc khu bãi rác, các trầm tích ô nhiễm cần phải đ-ợc xử lý sạch. Các kỹ thuật để làm sạch các trầm tích thì gần giống với các kỹ thuật để làm sạch các loại đất ô nhiễm. Tuy nhiên

có 4 sự khác nhau chính giữa đất ô nhiễm và trầm tích ô nhiễm cần đ- ọc xem xét khi áp dụng các kỹ thuật này:

- Các trầm tích chứa khối l- ượng n- ớc lớn
- Trầm tích có đ- ờng kính các hạt trung bình nhỏ hơn các loại đất ô nhiễm.
- Các chất ô nhiễm có trong trầm tích thì ít thay đổi hơn và chỉ giới hạn d- ới vài dạng.
- Các chất ô nhiễm hoà tan tron n- ớc thì không có trong trầm tích

Mục đích của phần này là đ- a ra một cái nhìn tổng quát về khả năng áp dụng các kỹ thuật làm sạch hoặc các nguyên tắc đối với đất và trầm tích ô nhiễm do kim loại nặng và các hợp chất kim loại nặng. Đối với mỗi kỹ thuật sẽ mô tả ngắn gọn các nguyên tắc xử lý, một số cấu hình, tính ứng dụng và cũng dùng để tách các chất ô nhiễm hữu cơ, các b- ớc tiến hành và kinh nghiệm thực tế.

3.1. Ph- ương pháp xử lý các đất đã đào bằng nhiệt

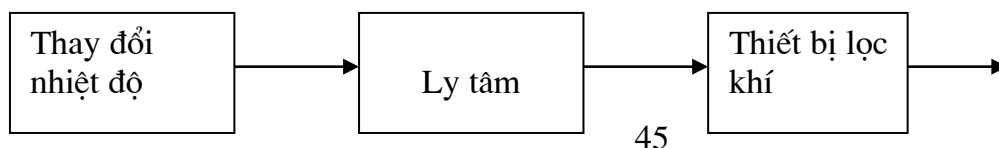
3.1.1. Nguyên lý

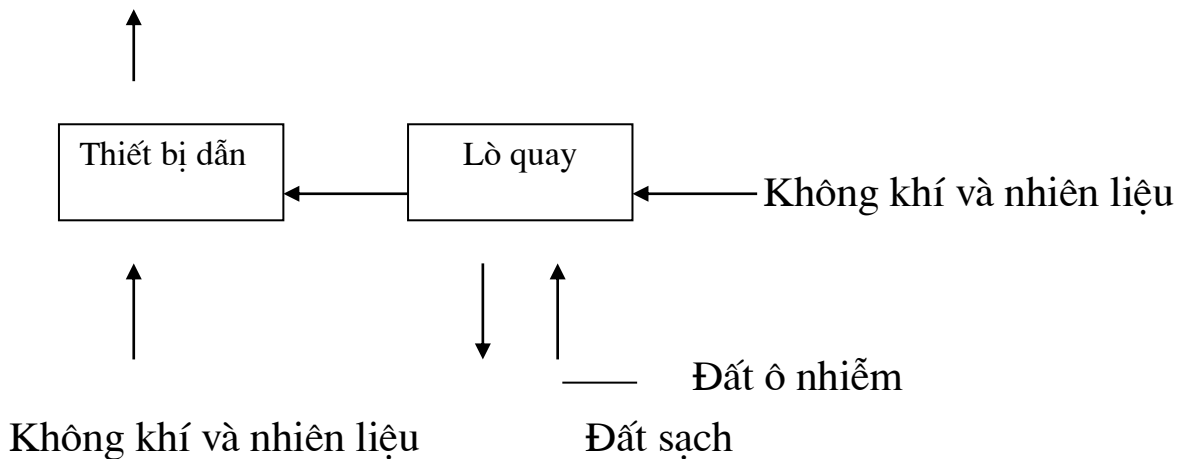
Việc làm sạch đất bằng nhiệt gồm 2 b- ớc xử lý:

B- ớc thứ nhất là chú trọng vào sự bay hơi của các chất ô nhiễm từ các phần tử đất ở nhiệt độ khoảng 200°C - 700°C . □ đây có thể xảy ra sự chuyển đổi hoá học của các chất ô nhiễm, sự chuyển đổi này phụ thuộc vào nhiệt độ. Tất cả các chất ô nhiễm hữu cơ đều có thể đ- ọc chuyển đổi sang pha khí khi đ- ọc cung cấp nhiệt độ đủ cao và thời gian xử lý đủ dài. Các phần tử đất hữu cơ nh- các axit humic cũng có thể bị phá vỡ và bay hơi. Các chất ô nhiễm hữu cơ trong pha khí th- ờng bị ô xi hoá hoàn toàn ở nhiệt độ giữa 900°C và 1100°C ở các b- ớc đốt cháy thành tro. Sau đó đất đ- ọc làm sạch sẽ đ- ọc làm lạnh với n- ớc nhờ một hệ thống thiết bị di dời.

3.1.2. Hệ thống xử lý

Hệ thống xử lý nhiệt hoá hoàn thiện đ- ọc phác hoạ trong hình 3.1 nh- sau:





Hình 3.1. Hệ thống xử lý bằng nhiệt

Đất được sàng để lọc ra các phần tử có kích thước lớn hơn 40 tới 50 mm, tiếp theo đất được cho vào lò đun bằng dầu. Các phần tử đất sẽ tiếp xúc với khí nóng do sự chuyển động quay của lò. Khí sẽ bay ra khỏi lò để tới buồng đốt sau nơi có không khí và dầu để có thể đạt được nhiệt độ thiêu đốt lớn hơn, đây là điểm cần thiết để oxy hoá hoàn toàn các chất hữu cơ bay hơi. Khí từ các buồng đốt được làm lạnh bằng bộ trao đổi nhiệt và được chuyển tới thiết bị kiểm tra ô nhiễm. Thiết bị này gồm một hệ thống tách các phần tử, ví dụ như cyclon (thiết bị để tách các hạt cứng có kích thước khác nhau) và máy lọc hơi đốt.

Có một số kỹ thuật nhiệt hoá khác như :

- Lò quay với thiết bị trao đổi nhiệt bên trong hoặc nhiệt bên ngoài
- Hệ thống xử lý nhiệt hoá lỏng cố định
- Hệ thống xử lý nhiệt bằng tia hồng ngoại

3.1.3. Khả năng ứng dụng thực tiễn

Phương pháp xử lý bằng nhiệt phù hợp để tách các chất ô nhiễm hữu cơ và cho tất cả các loại đất. Nhiệt độ cần để di dời các chất ô nhiễm phụ thuộc chủ yếu vào dạng chất ô nhiễm. Dầu diesel và xăng có thể được tách ở nhiệt độ khoảng 300°C, các phức xyanua sắt có thể bị phá vỡ ở nhiệt độ khoảng 450°C đến 500°C. Phương pháp này cũng có thể tách các hợp chất halogen hữu cơ từ

đất. Tuy nhiên cần ngăn ngừa để giảm sự phát thải của dioxin ở nhiệt độ cao hơn 1000°C - 1100°C sau khi thiêu đốt.

Đối với việc loại bỏ các kim loại nặng cần chú ý tới một số vấn đề sau:

- Thủy ngân và các hợp chất có chứa thủy ngân có thể bị di chuyển khi làm bay hơi từ đất. Tuy nhiên việc loại bỏ này đôi khi cần nhiệt độ cao, việc lấy đi các phân tử thủy ngân bay hơi và các hợp chất của chúng từ pha khí sau khi ra khỏi lò cần một hệ thống kiểm soát ô nhiễm đặc biệt và khác biệt so với các phân tử bình thường khác cũng như khi sử dụng phương pháp xử lý nhiệt cho các loại đất bị ô nhiễm bởi chất hữu cơ.

- Đối với một số các kim loại nặng và hợp chất kim loại nặng (Hg, As, Cd) có thể bay hơi ở nhiệt độ trên 800°C . Một phần của kim loại nặng trong pha khí đôi khi bị hấp phụ bởi các vật chất ở pha khí. Tuy nhiên, hầu hết các kim loại này đều thường dừng lại ở pha rắn, không di chuyển trong xỉ do các cơ chế hoá học và vật lý.

Khả năng ứng dụng thực tiễn: Phương pháp nhiệt được áp dụng cho việc làm sạch đất ở quy mô rộng. Tuy nhiên, kinh nghiệm thực tiễn cho thấy phương pháp chủ yếu giới hạn cho các loại đất ô nhiễm các chất hữu cơ không phải là halogen. Chi phí giá thành xử lý phụ thuộc chủ yếu vào loại đất, hàm lượng nước trong đất và đặc điểm của từng loại chất ô nhiễm. Dự đoán khoảng 100 tới 150 USD/ tấn đất.

3.2. Phương pháp xử lý đất bằng tách chiết, phân cấp cỡ hạt

3.2.1. Nguyên lý

Việc tách/ phân cấp cỡ hạt của các loại đất ô nhiễm là phương pháp xử lý mà các chất ô nhiễm phải được di dời từ đất, khi sử dụng các tác nhân tách lỏng.

Quá trình tách bao gồm 3 bước chính:

Trộn kỹ đất ô nhiễm với các tác nhân chiết tách(1) $\Rightarrow$ tách rời các tác nhân chiết tách ra khỏi các phân tử đất (2) $\Rightarrow$ và biện pháp xử lý với các tác nhân chiết tách (3). Bước trộn kỹ giúp cho sự di chuyển của các chất ô nhiễm từ đất tới các tác nhân tách lỏng. Về nguyên tắc, có thể phân biệt được 2 cơ chế tách:

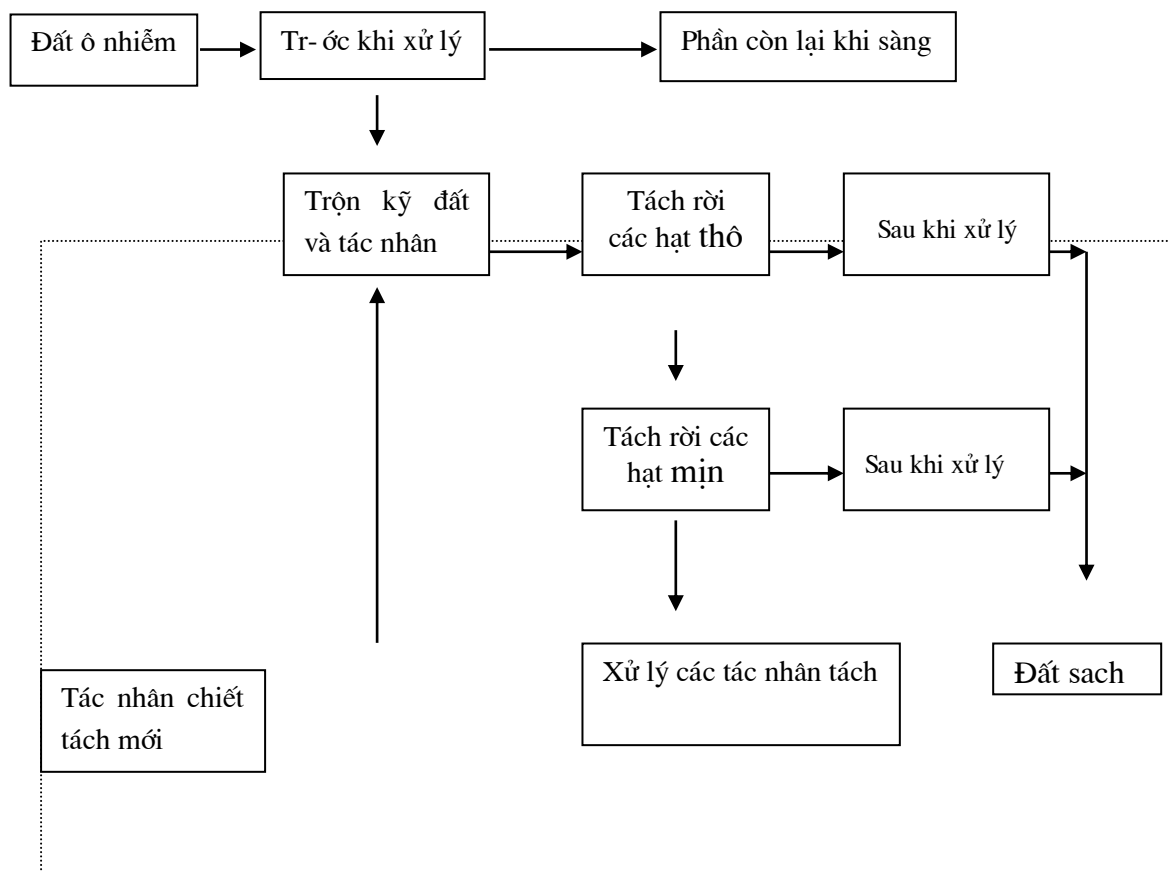
Cơ chế thứ nhất: chú trọng đến sự hoà tan các chất ô nhiễm vào các tác nhân chiết tách. Quá trình này có thể đ-ợc thúc đẩy bằng sự thêm vào các chất hoá học nh- axit, các chất tẩy, các tác nhân tạo phức và dung dịch NaOH.

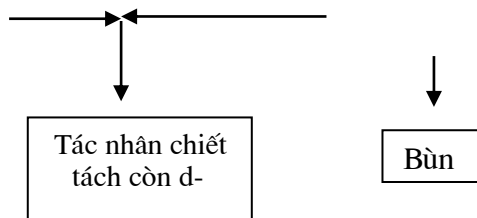
Cơ chế thứ 2: là sự phân tán các phần tử ô nhiễm vào trong các tác nhân chiết tách. Các hoá chất có thể đ-ợc sử dụng để thúc đẩy quá trình này là dung dịch NaOH và một số loại chất tẩy khác. Việc sử dụng dung môi hữu cơ nh- là các tác nhân chiết tách, tuy nhiên sử dụng các tác nhân tách hữu cơ thì phức tạp hơn rất nhiều so với việc sử dụng tác nhân lỏng. Đây là lý do tại sao cho tới bây giờ trong thực tế hầu hết sử dụng các tác nhân tách là n-ớc. Có một số các kỹ thuật thích hợp để tách các tác nhân có chứa các chất ô nhiễm hoà tan và lơ lửng ra khỏi các phần tử đất sạch. Đối với việc tách có chọn lọc các phần tử đất ô nhiễm từ các phần tử đất không bị ô nhiễm thì việc tách dựa vào sự khác nhau về kích th-ớc, tốc độ lắng, đặc tính về từ tính và đặc tính bề mặt.

Một số l-ợng lớn các kỹ thuật xử lý hoá học và vật lý là sử dụng các tác nhân chiết tách để làm sạch. Các kỹ thuật này sẽ đ-ợc giới thiệu kỹ hơn ở phần sau:

3.2.2. Hệ thống xử lý

Quá trình chung của việc chiết tách/ phân cấp cỡ hạt đ-ợc mô tả ở hình 3.2:





Hình 3.2. Quá trình chiết tách/phân cấp đất đã đào

Đầu tiên, đất cần làm sạch đ- ợc sàng để di chuyển các phần tử lớn nh- các mẫu gỗ, phần còn lại của cây, đá, chất rắn,... Đất tr- ớc khi xử lý đ- ợc trộn kỹ với các tác nhân tách chiết. Nh- đã nói, mục đích chính của b- ớc này là để chuyển các chất ô nhiễm vào trong pha tách. Sau b- ớc trộn, các phần tử đất sạch và các tác nhân tách chứa các chất ô nhiễm hoà tan và dạng hạt đ- ợc tách rời riêng. Có một số kỹ thuật xử lý thích hợp cho b- ớc này. Sau đó đất đã tách đ- ợc rửa sạch bằng n- ớc. Pha chiết tách trong b- ớc tách gồm một số l- ợng nhỏ các phần tử đất đã t- ợng đối sạch có thể di dời vào b- ớc thứ hai. Cuối cùng, các tác nhân ô nhiễm đ- ợc làm sạch trong hệ thống thiết bị xử lý n- ớc thải, một phần các nhân chiết tách này sẽ đ- ợc sử dụng lại.

Dựa vào sơ đồ các b- ớc phác hoạ trong hình 3.2, một vài thay đổi trong quá trình tách/ phân cấp cho phép phân biệt giữa 2 nhóm công nghệ hoặc là dựa vào sự phân cấp các phần tử cũng nh- quá trình rửa. Hầu hết trong thực tế ng- ời ta sử dụng kết hợp cả 2 ph- ơng pháp này. Nhóm ph- ơng pháp thứ nhất sử dụng việc phân cấp các cỡ hạt để làm sạch đất. Việc phân cấp (tách có chọn lọc về kích th- ớc) chú trọng để di dời các phần tử đất lớn, t- ợng đối sạch ra khỏi các phần tử nhỏ ô nhiễm nh- là các hạt đất mà các chất ô nhiễm bị hấp phụ hoặc các chất ô nhiễm dạng hạt nhỏ. Các kỹ thuật phân cấp các hạt cần thiết là:

1. Hệ thống Hydro-xyclon: Việc tách các hạt trong thiết bị này dựa vào lực ly tâm. Phần bùn của các phần tử đất và các phần tử bị ô nhiễm thì đ- ợc tách riêng đi vào một dòng chảy ở d- ới có chứa các phần tử đất lớn hơn và các phần tử đất nhỏ hơn đi vào dòng chảy phía trên. Để hệ thống có thể hoạt động một cách hiệu quả, các xyclon đ- ợc sắp xếp thành một dãy. Việc tách có chọn lọc

hoàn toàn có thể thực hiện đ-ợc với các phân tử có đ-ờng kính lớn hơn 10 - 20 μ m.

2. *Hệ thống tách dòng d-ới cố định*: Hệ thống này đ-ợc dựa trên sự khác nhau về vận tốc lắng theo trọng l-ợng của các phân tử đất ô nhiễm nhỏ và các phân tử đất sạch. Phần bùn của các hạt đất sạch và các phân tử đất ô nhiễm sẽ đ-ợc cho vào dòng chảy ng-ợc lại của một cột đứng. Vận tốc nhân tạo của các tác nhân trong cột đ-ợc lựa chọn theo phép lắng các hạt đất lớn và sự di chuyển chúng khỏi đáy của thiết bị. Các tác nhân tách và các phân tử ô nhiễm đ-ợc tách ra theo cổ thiết bị. Với hệ thống này, có thể tách các hạt có kích th-ớc lớn hơn 50 μ m.

Hệ thống tách theo trọng lực xuất phát từ ngành công nghiệp khai khoáng. Một số các kỹ thuật tách các hạt đ-ợc sử dụng trong ngành công nghiệp khai khoáng để làm thu hồi và nâng cấp các quặng. Một số các kỹ thuật này phù hợp để ứng dụng trong kỹ thuật làm sạch đất. Có thể nhắc tới các kỹ thuật sau: Kỹ thuật lắng; kỹ thuật bàn rung; kỹ thuật tách xoáy ốc Humphrey và kỹ thuật tách khung nghiêng.

3. *Kỹ thuật nổi*: Trong nhiều tr-ờng hợp các chất ô nhiễm hoặc đ-ợc hấp phụ ở bề mặt các phân tử đất nhỏ, ví dụ nh- đất sét hoặc ở d-ới dạng hạt. Bằng sự thêm vào các chất hoá học đặc biệt ng-ời ta có thể tạo ra bề mặt không - a n-ớc cho các phân tử ô nhiễm. Sự sục khí vào bùn dẫn tới việc gắn các bong bóng khí vào các phân tử không - a n-ớc, kết quả là tạo nên sự nổi có chọn lọc của các chất ô nhiễm. Đối lập với kỹ thuật tách dựa vào trọng lực, ph-ơng pháp này tạo ra khả năng tách các hạt chất ô nhiễm hoặc không ô nhiễm có cùng kích th-ớc và nồng độ nh- ng có đặc tính bề mặt khác nhau.

Nhóm thứ hai của quá trình chiết tách/phân cấp là dựa vào việc rửa các chất ô nhiễm ra khỏi các phân tử đất hoặc trong các phân tử ô nhiễm hoà tan hoàn toàn. Quá trình rửa tập trung vào việc di dời các kim loại nặng và các hợp chất chứa kim loại nặng từ đất. Quá trình rửa của KLN có thể đ-ợc tiến hành với một vài loại tác nhân rửa nh- :

- Các axit vô cơ nh- : HCl, H₂SO₄ với pH > 2

- Các axit hữu cơ nh- : A.acetic, A.lactic và A.citric
- Các tác nhân tạo phức (EDTA, NTA)
- Sự kết hợp của các axit hữu cơ, các tác nhân tạo phức và axit vô cơ

Khi rửa với axit cần có độ pH thấp để rửa có hiệu quả các KLN. Điều này đòi

phải có các chất liệu đặc biệt để tránh việc ăn mòn các thiết bị. Việc giải phóng từ từ nhôm trong đất cần phải đ- ợc xem nh- quá trình không mong muốn. Cần nhận thấy quá trình rửa cũng có thể dùng để rửa một l- ợng lớn, do vậy đòi hỏi thời gian xử lý lâu hơn ở các điều kiện ôn hoà và không làm tăng đáng kể chi phí xử lý.

Việc tách với các tác nhân tạo phức không nhất thiết đòi hỏi pH thấp. Tuy nhiên đã có kết quả cho thấy việc tách Pb với EDTA đ- ợc nâng cao ở pH thấp. Điều bất thuận khi sử dụng tác nhân tạo phức là giá cả của chúng t- ơng đối cao.

Đối với việc làm sạch lại các tác nhân cần có một khối l- ợng lớn các hệ thống xử lý hoá học và vật lý. Trong các ph- ơng pháp này có thể kể đến là các quá trình trung hoà, kết tủa, keo tụ, tuyển nổi, hấp phụ cacbon hoạt tính, trao đổi ion và phản ứng khử. Quá trình làm sạch trong từng tr- ờng hợp phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố nh- tỷ lệ % các cấp hạt và các hợp chất hữu cơ trong đất, bản chất và nồng độ của các chất ô nhiễm và thành phần của các tác nhân tách chiết.

Các cặn thu đ- ợc từ việc xử lý các tác nhân tách có thể đ- ợc tách n- ớc nhờ sử dụng máy ly tâm, ép lọc hoặc sàng. Số l- ợng cặn thu đ- ợc trong quá trình xử lý dựa trên việc chiết tách và phân loại là một yếu tố quan trọng. Cặn này bao gồm chủ yếu là phần tử đất. Các hợp chất ô nhiễm trong phần chiết này t- ơng đối nhỏ, tuy nhiên nồng độ chung của các chất ô nhiễm thì cao và các chất cặn này cần đ- ợc coi là chất thải nguy hiểm. Do đó, các b- ớc xử lý tiếp theo sử dụng ph- ơng pháp nhiệt hoá hoặc ph- ơng pháp loại bỏ ở các khu vực này là rất quan trọng.

3.2.3. Khả năng ứng dụng thực tiễn