

# TÁI CHẾ VÀ SỬ DỤNG CÁC CHẤT THẢI KHOÁNG SẢN

*T.S Nguyễn Đức Quý*  
*Hội Tuyên khoáng Việt Nam*

*Báo cáo đề cập đến vị trí, nguyên lý và tình hình tái chế và xử dụng các chất thải rắn, lỏng và khí trong ngành Công nghiệp khoáng sản trên thế giới. Cũng giới thiệu tình hình tái chế và xử dụng các chất thải của Việt Nam.*

## **Mở đầu**

*“Tái chế và xử dụng phế thải là một trong những biện pháp quan trọng của phát triển bền vững”.*

Trong công nghiệp khoáng sản (CNKS) các chất thải có thể ở dạng rắn, lỏng, khí và bụi. Các chất thải có thành phần hóa học, đặc tính vật lý, hóa học và sinh học khác nhau; có thể chia ra là loại *có chứa các nguyên tố hoá học có giá trị kinh tế và sử dụng hoặc có hại cho môi trường cần phải thu hồi, lưu giữ hoặc xử lý.*

Việc tái chế và xử dụng các chất thải khoáng sản ngày càng được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi vì những lý do sau đây:

- *Giảm thiểu khối lượng các chất thải vào môi trường.*
- *Góp phần xử dụng tổng hợp hiệu quả và tiết kiệm nguồn tài nguyên khoáng sản (TNKS) hữu hạn và không tái tạo.*
- *Giảm thiểu tác động môi trường, đặc biệt môi trường lao động và tự nhiên, do các nguồn thải có chứa các chất ô nhiễm.*

*Vì vậy tái chế các chất thải trong CNKS là giải pháp sản xuất sạch hơn, góp phần phát triển bền vững ngành CNKS theo hướng "Chế biến hợp lý; sử dụng tổng hợp, tiết kiệm và hiệu quả TNKS; hình thành công nghệ ít và không phế thải nhằm bảo vệ tài nguyên, bảo vệ môi trường và bảo vệ con người".*

Sau đây giới thiệu một số nguyên lý và tình hình tái chế và sử dụng các chất thải trong ngành CNKS.

## **1. Nước thải**

Tại các cơ sở hoạt động khoáng sản, ngoài lượng mưa chảy tràn trên diện tích khu công nghiệp cần được thu gom và xử lý riêng biệt, còn có khối lượng lớn nước thải có liên quan đến các hoạt động khoáng sản.

### **1.1. Nước thải của mỏ**

Nước thải của mỏ bao gồm nguồn nước chảy ra từ các tầng khai thác lộ thiên hoặc từ các lò khai thác và nước xử dụng cho sản xuất.

Nước thải mỏ có độ pH thấp (2–3), chứa nhiều ion kim loại hòa tan và lượng bùn lơ lửng lớn, có khi tới hàng 100g/l.

Để có thể xử dụng được cho những mục đích khác nhau thường xử dụng các phương pháp xử lý lắng lọc, hóa học và sinh học hoặc phương pháp kết hợp... Để

làm sạch đạt yêu cầu nước sinh hoạt phải sử dụng các công nghệ cao để xử lý triệt để. Tại CHLB Đức một số vùng mỏ than nâu công suất 110 triệu tấn/năm đã xử lý tới 140 triệu m<sup>3</sup>/năm nước mỏ để làm nước công nghiệp và nước sinh hoạt.

### **1.2. Nước thải của các nhà máy chế biến thô khoáng sản (Tuyển khoáng)**

Nước thải của các nhà máy chế biến thô khoáng sản ngoài bùn lơ lửng, các ion kim loại hòa tan có thể còn chứa các thuốc tuyển và các hóa chất độc hại khác khi sử dụng các phương pháp chế biến hóa học.

*Cần phân loại nguồn nước thải để có phương pháp xử lý thích hợp, đặc biệt đối với các nguồn nước thải có chứa hóa chất độc hại.*

Sau khi xử lý nguồn nước đạt tiêu chuẩn thường được sử dụng làm nước tuần hoàn hoặc tưới tiêu nông nghiệp. Tại các liên hợp mỏ tuyển, lượng nước tuần hoàn có thể chiếm từ 50 ÷ 80% lượng nước sử dụng.

Trong bùn thải của các nhà máy tuyển rửa than còn chứa nhiều than cấp hạt mịn (1÷3mm). Để thu hồi thêm than bùn thường sử dụng các phương pháp lắng lọc, tuyển li tâm hoặc tuyển nổi... Bùn thải được cô đặc hoặc lắng có sự trợ giúp của các chất keo tụ, kết bông để thu nước tuần hoàn.

### **1.3. Nước thải của các nhà máy chế biến sâu, chế tạo và sản xuất sản phẩm khoáng sản**

So với nước thải của các cơ sở khai thác và chế biến thô khoáng sản, nước thải của các nhà máy chế biến sâu, chế tạo và sản xuất các sản phẩm khoáng sản, đặc biệt đối với các khoáng sản kim loại màu, quý và hiếm có nhiều đặc điểm vì phải sử dụng nhiều công nghệ và nguyên vật liệu, hóa chất khác nhau.

Trong nước thải có thể:

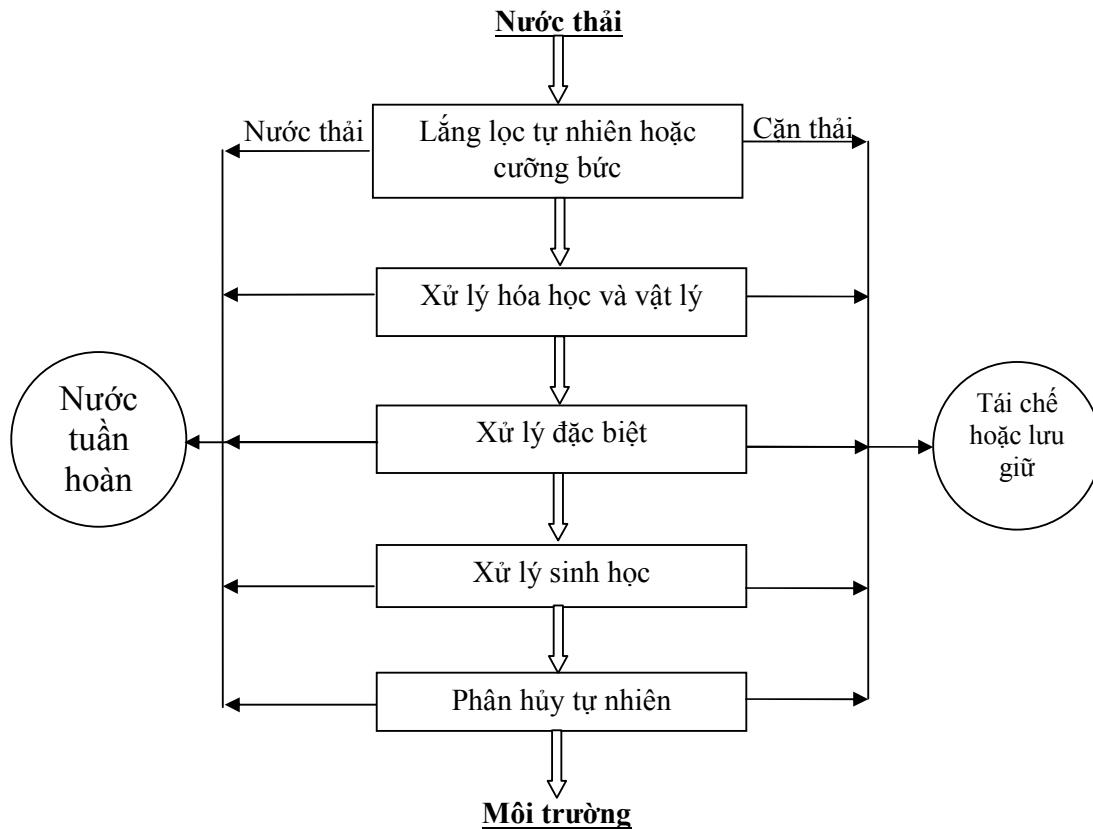
- Có mặt bùn mịn, cặn lắng gây ô nhiễm môi trường.
- Chứa một số dung môi hữu cơ, dung dịch điện hóa, các acid, kiềm, một số ion kim loại nặng hòa tan... làm thay đổi tính chất vật lý, hóa học và sinh học của nước và là nguồn gây ô nhiễm môi trường.
- Chứa một số hóa chất độc hại như: Cr, Hg, As, CN<sup>-</sup>... Khi chế biến và sản xuất các sản phẩm kim loại màu quý hiếm hoặc công nghệ mạ...
- Chứa một số nguyên tố quý, hiếm và phân tán như Au, Ag, Cd, Ta, Nb, Ni, Co... có giá trị kinh tế cao cần phải thu hồi.

*Vì vậy việc xử lý nước thải để tái sử dụng của các cơ sở công nghiệp này luôn kết hợp với mục tiêu tận thu các nguyên tố quý hiếm và bảo vệ môi trường.*

Việc xử lý nước thải của các cơ sở sản xuất này khá phức tạp và tốn kém, được chú ý nghiên cứu và đổi mới công nghệ liên tục do nhu cầu nguyên liệu ngày càng cao và do tiêu chuẩn môi trường ngày càng khắt khe hơn, đặc biệt tại các nước công nghiệp phát triển.

Trên Hình 1 mô tả sơ đồ nguyên tắc các quá trình xử lý nước thải của các cơ sở chế tạo và sản xuất các sản phẩm khoáng sản. Tùy theo đặc điểm thành phần các nguyên tố độc hại có trong nước thải mà cần có các qui trình xử lý khác nhau.

Sơ đồ và chế độ công nghệ hợp lý để xử lý cho một loại nước thải cụ thể phải được *xác định thông qua nghiên cứu thí nghiệm qui mô phòng thí nghiệm, bán công nghiệp* hoặc công nghiệp tùy thuộc vào chất lượng của nước thải và yêu cầu sử dụng của nước sạch, bán thành phẩm sau khi xử lý và tiêu chuẩn môi trường.



**Hình 1. Sơ đồ nguyên tắc xử lý nước thải của cơ sở chế tạo và sản xuất sản phẩm khoáng sản**

Trong quá trình xử lý nước thải thu được 2 sản phẩm:

- Nước thải sau xử lý tùy theo chất lượng có thể sử dụng làm nước tuần hoàn, lưu giữ trong các hồ thải, sử dụng làm nước tưới tiêu nông nghiệp hoặc thải ra môi trường.

- Sản phẩm cặn thải có thể là các bán thành phẩm, nguyên liệu cho các cơ sở tái chế để tận thu các nguyên tố quý hiếm hoặc sản xuất các sản phẩm phụ. Các bán sản phẩm này cần được bảo quản và lưu giữ trong điều kiện đặc biệt vì là nguồn gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng.

## 2. Chất thải rắn

### 2.1. Đất đá thải khai thác

#### a) Khai thác lộ thiên

- Lớp đất phủ khi khai thác lộ thiên có chiều dày từ 20÷ 00cm, thường chứa nhiều mùn và các sinh vật bản địa. Lớp đất phủ cần được thu gom và phủ lên bề mặt lớp đất khi hoàn thổ để trồng cây cỏ.

- Đất bóc khi khai thác lộ thiên thường có khối lượng rất lớn vì tùy theo mô hình số bóc đất đá có thể từ 1/1 đến 1/10 hoặc lớn hơn.

Đất bóc còn chứa khoáng sản (quặng nghèo) cần được đổ riêng vào một khu vực để thuận lợi cho việc khai thác và chế biến sau này.

Đất bóc có thể sử dụng để san lấp mặt bằng công nghiệp, dân dụng hoặc san lấp các moong đã khai thác xong (bãi thải trong).

Khi đất bóc có chất lượng đạt tiêu chuẩn có thể sử dụng làm nguyên vật liệu để xây đắp đường giao thông, đê đập hoặc sản xuất vật liệu xây dựng như gạch xây nung hoặc không nung, cát sỏi cho sản xuất bê tông...

### **b) Khai thác hầm lò**

-Đất đá khai thác hầm lò có kích thước và độ cứng nhất định nên có thể tận dụng làm vật liệu xây dựng hoặc làm đường giao thông. Cũng được dùng để chèn lấp các lò khai thác, lò phụ trợ không còn sử dụng.

Khi sử dụng lại, các loại đất đá thải khai thác phải có hàm lượng các nguyên tố độc hại đạt tiêu chuẩn môi trường hoặc có các giải pháp phòng ngừa gây ô nhiễm môi trường thích hợp.

Đối với loại đất đá kẹp có hàm lượng khoáng sản nghèo, ngoài cân đối cần được đổ riêng vào một khu vực bảo quản, tạo thuận lợi khi có điều kiện khai thác, chế biến sau này.

## **2.2. Chất thải rắn của giai đoạn chế biến khoáng sản**

Tùy thuộc vào từng loại khoáng sản, phương pháp và mức độ chế biến khác nhau sẽ có các chất thải rắn khác nhau.

Trong giai đoạn chế biến các khoáng sản rắn việc tái chế và sử dụng các quặng thải là một biện pháp quan trọng của “*Công nghệ sản xuất sạch hơn*” và “*Công nghệ khoáng sản ít và không phế thải*”.

**a) Các chất thải có chứa khoáng sản đi kèm và các nguyên tố quý hiếm (quặng đuôi) khi tái chế:**

- Có thể thu thêm sản phẩm, tạo điều kiện sử dụng tổng hợp TNKS.

- Khối lượng thu hồi các khoáng sản, nguyên tố đi kèm thành các sản phẩm, bán thành phẩm có khi lên tới 20 – 30 % hoặc lớn hơn khối lượng nguyên liệu tạo điều kiện giảm thiểu khối lượng thải, giảm tải lượng tác động môi trường khu vực.

- Giảm khối lượng vận chuyển và lưu giữ quặng thải, bùn thải nên giảm được kinh phí đầu tư và vận hành các công trình thải, thường khá lớn (chiếm từ 10 – 30% tổng đầu tư và chi phí vận hành).

Trên thế giới đang phát triển xu hướng nghiên cứu tái chế để thu hồi các nguyên tố quý hiếm và phân tán như là Ta, Nb, Ga, Ge... trong xỉ thải, bụi, khí lò luyện kim và tro xỉ than...

*Việc tái chế và sử dụng chất thải khoáng sản cũng là một trong những biện pháp chế biến sâu khoáng sản, vì phải sử dụng hệ thống công nghệ, thiết bị cao,*

phức tạp và đòi hỏi nguồn vốn đầu tư lớn. Đây cũng là lý do các nước đang phát triển ít có điều kiện tiên hành triển khai vì thiếu công nghệ và nguồn tài chính.

Tại Việt Nam phần lớn quặng đuôi của các xưởng tuyển còn chứa nhiều khoáng vật và nguyên tố có giá trị kinh tế chưa được chú ý thu hồi. Có thể kể đến Ni-Co trong quặng Cromit Thanh Hóa; Ag-Au-Cd trong quặng Chì-Kẽm; Ta-Nb trong quặng Titan Cây Châm-Thái Nguyên; Ge trong than Núi Hồng... (Bảng 1).

**Bảng 1. Hàm lượng và trữ lượng các nguyên tố cộng sinh của một số mỏ**

TT	Tên mỏ	Nguyên tố cộng sinh	Hàm lượng	Trữ lượng (kg)
1.	Than Núi Hồng	Ge	88,78g/tấn xỉ	162.122
2.	Chì kẽm Chợ Điền	Ag	1-3%	58.000
		Cd	0,2-1%	17.000
3.	Chì kẽm Chợ Đồn	Ag	1-3%	424.000
4.	Chì kẽm Cúc Đường, Cối Kỳ (Thái Nguyên)	Ag	1-3%	420.000
		Cd	0,2-1%	-
5.	Thiếc gốc Khuôn Phây	Cu	1,36%	-
		Bi	0,08%	-
6.	Thiếc gốc Núi Pháo	Au	0,2g/tấn	-
		Ag	2,2-6 g/tấn	-
		Bi	0,01-1,17%	2.982.000
7.	Antimon Làng Vài	Au	2,24g/tấn	-
	Antimon Kỳ Sơn	Ag	23,85 g/tấn	-
8.	Đồng Sin Quyền	Au	0,6 g/tấn	35.000
		Ag	1-1,4 g/tấn	~70.000
		Fe		
		Octit		
9.	Niken Bản Phúc	Cu	-	50.000.000
10.	Crômít Cổ Định	Ni	0,52%	3.076.880.000
		Co	0,03%	283.070.000
11.	Wonfram Đá Liên	Bi	-	149.140.000
		Au	-	38.000
12.	Felspat (Pegmatit)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,	15-20%	-
		SiO <sub>2</sub>	20-30%	-
13.	Graphit Hưng Nhượng	Silimanit	20-30%	
14.	Titan sa khoáng biên	ZrSiO <sub>2</sub>	-	3.678.000.000
		Monazit	đến 0,73kg/m <sup>3</sup>	-
15.	Đất hiếm nam Nậm Xe	SrSO <sub>4</sub>	2,5-17,7%	-
		BaSO <sub>4</sub>	17-30%	-
16.	Đất hiếm Đông Pao	CaF <sub>2</sub>	30-35%	-
		BaSO <sub>4</sub>	26-54%	-
17.	Titan Cây Châm	Zr, Ta, Nb	-	-

Hiện nay một số dự án chuẩn bị đầu tư đã bắt đầu chú ý đến việc chế biến và xử dụng tổng hợp tài nguyên. Trong đó có thể kể đến:

- Dự án đầu tư xây dựng quặng Felspat Mỏ Ngọt – Phú Thọ, Thu hồi được 4 sản phẩm quặng tinh felspat F1, F2, thạch anh và mica. Quặng đuôi thải chỉ <10%.

- Dự án đầu tư xây dựng xưởng tuyển quặng đất hiếm Đông Pao thu được ba sản phẩm đất hiếm, barit và fluorit. Quặng đuôi thải chỉ còn lại  $\approx 30\%$ .
- Dự án chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền, Lào Cai ngoài Chalcopyrit đã chú ý đến và thu hồi thêm Au và quặng tinh chứa sắt.
- Các cơ sở khai thác – tuyển quặng sa khoáng vàng ven biển ngoài ilmenit còn thu được zircon, rutin và monazit.

### ***b) Xử dụng quặng thải không chứa các nguyên tố độc hại***

Đối với các quặng thải không chứa các nguyên tố độc hại gây ô nhiễm môi trường có thể xử dụng để sản xuất các loại vật liệu xây dựng khác nhau. Quặng thải tuyển nổi có độ hạt nhỏ thường được phối liệu với xi măng để sản xuất gạch không nung; cát, sỏi khi khai thác các sa khoáng lòng sông, bãi bồi có thể xử dụng để sản xuất bê tông...

Quặng thải loại này cũng có thể dùng cho san lấp mặt bằng phục vụ cho việc hoàn thổ đất trồng của các công trường khai thác lộ thiên đã kết thúc hoặc chèn lấp các đường lò khai thác không còn xử dụng.

### ***2.3. Khai thác lại các bãi thải cũ***

Trong các bãi thải cũ còn chứa một số khoáng vật và nguyên tố có giá trị kinh tế. Vì vậy gần đây việc khai thác lại các bãi thải cũ khá phổ biến.

Tại Indonexia đã khai thác lại bãi thải nhà máy tuyển quặng đồng và tuyển trong các ngăn tuyển nổi Maxwell có dung tích 20–30 m<sup>3</sup> để thu được quặng tinh đồng đạt tiêu chuẩn luyện kim.

Ở Việt Nam thời gian gần đây cũng tiến hành khai thác lại các bãi thải cũ: của khu mỏ thiếc Tĩnh Túc, Cao Bằng để thu caxiterit; của nhà máy tuyển rửa quặng Trại Cau, Thái Nguyên để thu quặng tinh sắt hạt mịn; Khai thác bentonit từ bãi thải mỏ cromit Cổ Định, Thanh Hóa; tuyển lại đá thải của một số mỏ than vùng Quảng Ninh, tuyển lại bãi thải tro xỉ than nhà máy nhiệt điện Phả Lại, Ninh Bình...

### ***2.4. Khai thác, chế biến các mỏ quặng nghèo***

Trong quá trình thăm dò, để đảm bảo cho dự án phát triển một mỏ khoáng sản có hiệu quả kinh tế, người ta *khoanh định những khối trữ lượng khoáng sản có hàm lượng nghèo và để ngoài bảng cân đối*. Nhưng hiện nay các mỏ khoáng sản giàu ngày càng ít và do nhu cầu và giá cả nguyên liệu khoáng sản ngày càng tăng nên hàm lượng khoáng sản kinh tế giới hạn (hàm lượng công nghiệp) ngày càng thấp và các mỏ khoáng sản nghèo ngày càng được khai thác nhiều hơn. Kể cả các khối lượng đất đá kẹp bị bỏ lại trước đây cũng được khai thác tận thu. Bảng 2 nêu lên sự thay đổi hàm lượng kinh tế giới hạn của một số loại khoáng sản.

Ở Việt Nam tại các cơ sở khai thác nhỏ <50.000 tấn/năm do xử dụng công nghệ khai thác và tuyển lọc hậu nên lượng “*quặng gọi là nghèo*”, còn tồn tại ở hầu hết các mỏ đã và đang khai thác như quặng chi – kẽm, vàng, sắt, barit, felpat, cao lanh...

**Bảng 2. Sự thay đổi hàm lượng của một số khoáng sản**

Loại quặng	Vàng gốc	Vàng sa khoáng	Sa khoáng biển Ti - Zr	Quặng đồng	Chì kẽm
Hàm lượng	g/t	g/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	%Cu	Pb + Zn, %
Năm 1930	3 – 5	2 – 3	70	2 – 3	7 – 10
Năm 2000	0,5 – 1,0	0,2 – 0,3	20 – 30	0,3 – 0,5	3 – 5

### 2.5. Phế thải của các quá trình chế tạo và sản xuất sản phẩm khoáng sản

Tại các nhà máy chế tạo và sản xuất có xử dụng khoáng sản làm nguyên liệu có nhiều loại phế thải.

- *Bán thành phẩm và phế phẩm* thường được tận dụng, quay lại các công đoạn sản xuất ban đầu có chất lượng tương tự như tại các nhà máy nấu đúc hoặc cán kéo kim loại.

- *Các chất thải không gây ô nhiễm môi trường* có thể xử dụng làm nguyên liệu để sản xuất vật liệu xây dựng như xỉ lò cao luyện gang thép, phế thải sản xuất gạch ngói và sành sứ, thủy tinh...

Khi sản xuất H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> từ pyrit, xỉ thải của quá trình nung thiêu pyrit chủ yếu là sắt nâu có thể dùng làm phụ gia cho sản xuất xi măng.

- Cần phải tránh việc xử dụng các xỉ thải của quá trình nấu luyện các kim loại màu vì trong xỉ thải còn chứa rất nhiều nguyên tố kim loại nặng là nguồn gây ô nhiễm môi trường như trường hợp sử dụng hạt Nix ở nhà máy sửa chữa tàu thủy của Vinasin–Khánh Hòa...

### 2.6. Phế thải sản phẩm khoáng sản sau xử dụng

Vị trí tái chế và xử dụng các phế thải khoáng sản ngày càng có vị trí quan trọng trong các ngành công nghiệp chế tạo. Các sản phẩm được tái chế để xử dụng còn được gọi là “*Nguồn tài nguyên thứ hai, nguyên liệu thứ sinh hay sản phẩm xanh*”.

Để có một đơn vị sản phẩm tái chế chi phí lao động, năng lượng, đầu tư đều thấp hơn nhiều so với sản xuất từ nguyên liệu TNKS tự nhiên.

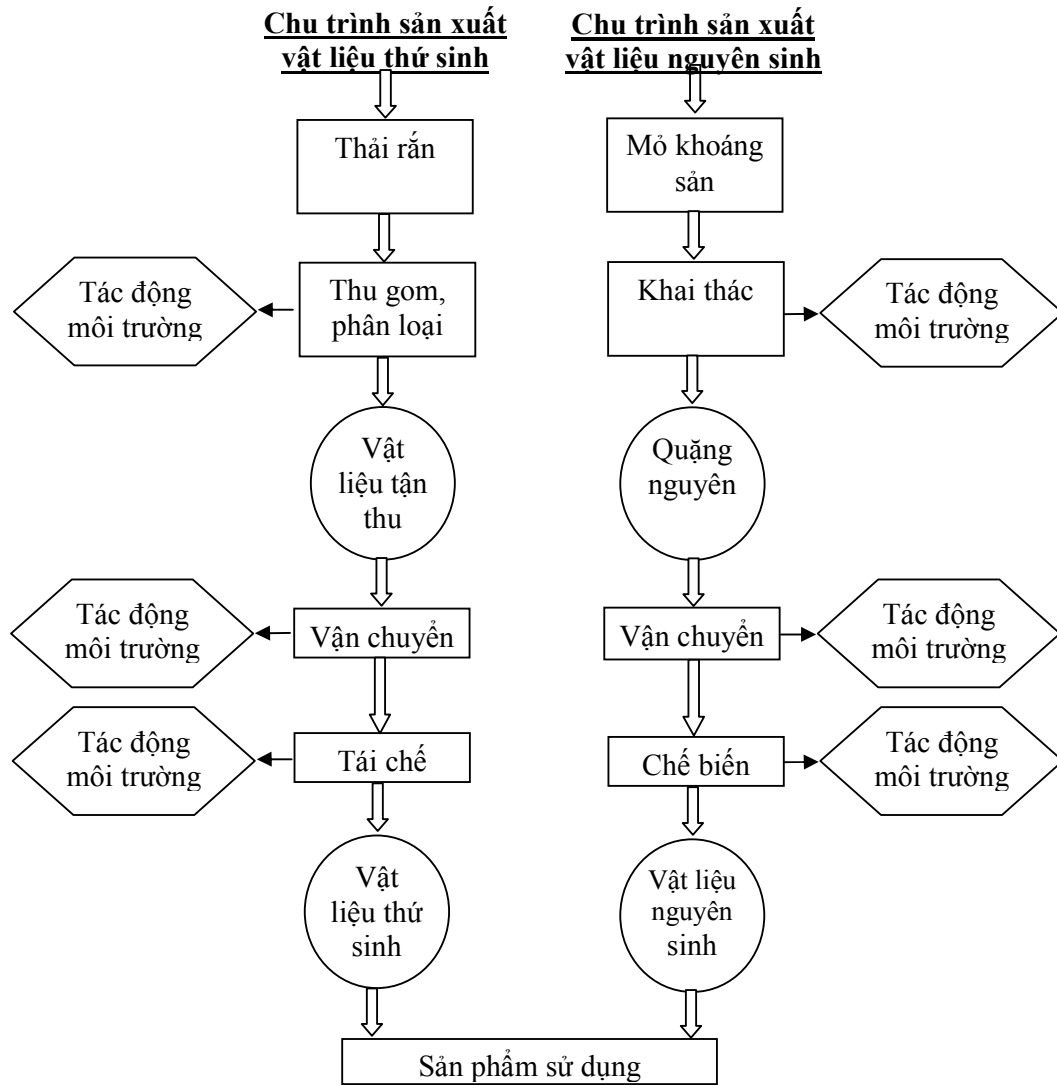
Trên Hình 2 là sơ đồ so sánh chu trình sản xuất vật liệu nguyên sinh và thứ sinh.

#### a) Phế thải xây dựng

Phế thải xây dựng tại đô thị của các nước đang phát triển thường chiếm tỷ trọng lớn trong rác thải đô thị có thể lên tới 30 ÷ 40%. Việc tái chế và xử dụng hợp lý phế thải xây dựng sẽ góp phần quản lý tốt môi trường đô thị và giảm chi phí các công trình xây dựng.

Phế thải xây dựng sau khi phân loại có thể tái chế để sản xuất các sản phẩm và vật liệu xây dựng khác nhau đáp ứng tiêu chuẩn xử dụng.

Phế thải xây dựng còn có thể sử dụng để san lấp mặt bằng, nền đường giao thông hoặc móng của các công trình thấp tầng... Đôi khi còn sử dụng để đắp thành các ngọn đồi nhân tạo, nhằm cải tạo cảnh quan đô thị.



**Hình 2. Chu trình sản xuất vật liệu thứ nguyên sinh và sinh**  
(Phỏng theo S.R.Rio. 2006)

### b) Phế thải kim loại

Nguồn vật liệu kim loại thứ sinh được sản xuất ngày càng nhiều và phế liệu kim loại có thể trở thành nguồn nguyên liệu không thể thiếu như khi sản xuất thép bằng công nghệ lò điện ngoài gang phải có thép phế liệu.

Trong Bảng 3 nêu các sản phẩm hàng hóa khoáng sản tái chế hoặc tận thu.

Từ Bảng 3 thấy rằng về khối lượng nguyên vật liệu thứ sinh thì thép là lớn nhất, tới 30 – 40 triệu tấn/năm, sau đó là nhôm 2,5 triệu tấn/năm, đồng 1,5 triệu tấn/năm. Nhưng so sánh về tốc độ phát triển khối lượng tái chế thì chủ yếu lại



thuộc về nhóm khoáng sản quý hiếm như gallicó mức tăng trưởng 50%/năm, hợp kim cao cấp 25 % và vàng 9%.

**Bảng 3. Hàng hóa khoáng sản kim loại tái chế và tận thu**

Hàng hóa	Sản lượng năm 10 <sup>6</sup>	Mức tăng/năm, %	Lợi nhuận 10 <sup>6</sup> USD	Giá trị tăng thêm, 10 <sup>6</sup> USD
Thép	30 – 40 tấn	2,0	9000 – 12000	6000 – 8000
Vàng	2,6 – 3,0 oz	9,0	1200	200
Nhôm	1,5 – 2,0 tấn	2,5	1200	200
Đồng	1,4 – 1,5 tấn	1,5	700	150
Bạc	55 – 65 oz	5,0	670	100
Hợp kim cao cấp	20 – 25 lb	15,0	200	30
Germani	0,19 – 0,20 lb	6,0	96	10
Titani	20 – 22 lb	10,0	55	10
Galli	0,018 – 0,02 lb	50,0	6	3

Nguồn: Charles River Associate

Sản lượng, giá trị các kim loại màu thứ sinh được nêu trong Bảng 4. Như vậy khối lượng và giá trị các kim loại màu thứ sinh tương đối lớn và tỷ trọng so với kim loại màu nguyên sinh cũng khá cao.

Chi phí đầu tư để tái chế phế liệu kim loại thành nguyên liệu thứ sinh khá thấp so với chi phí sản xuất kim loại nguyên sinh, khi sản xuất thép tỷ lệ là 1/2 , nhôm là 1/10 và đồng là 1/12...

Khi tái chế phế thải kim loại phải có các giải pháp bảo vệ môi trường thích hợp để phòng ngừa tác động môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe của cộng đồng dân cư khu vực như việc phá dỡ tàu cũ để thu sắt thép vụn của Ấn Độ, tái chế rác thải điện tử tại một số xí nghiệp của Trung Quốc.

**Bảng 4. Sản lượng và giá trị các kim loại màu thứ sinh**

Kim loại	Sản lượng KL thứ sinh, 10 <sup>3</sup> tấn	Giá trị kim loại thứ sinh	
		Giá trị, 10 <sup>6</sup> USD	So với KL nguyên sinh, %
Nhôm	6.600	19.800	33
Đồng	5.100	5.300	51
Kẽm	400	400	6
Chì	2.600	1.600	96
Nickel	300	2.400	35
<b>Tổng cộng</b>	<b>15.000</b>	<b>29.500</b>	–

Nguồn: Sudbury năm 1997.

### 3. Khí và bụi thải

#### 3.1. Nguồn khí bụi thải có thể tái chế

Trong quá trình chế biến và sản xuất các sản phẩm khoáng sản có thể chứa nhiều loại khí và nguyên tố hóa học có mức độ tác động đến môi trường và sức khỏe con người khác nhau.

- Các loại khí thông thường ít độc hại: CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, hơi nước...
- Các loại khí độc hại: SO<sub>2</sub>, Cl, F, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>...
- Các nguyên tố độc hại: Pb, Zn, As, Hg...
- Nhiệt độ khí lò >100<sup>0</sup>C.

Trong khí thải bụi và các hạt mịn thường đi theo dòng khí. Các nguồn bụi và khí thải có thể tái chế bao gồm:

- Khi nấu luyện quặng sunfua bằng phương pháp nhiệt luyện.
- Khi chế biến các khoáng sản kim loại màu, quý và hiếm bằng các phương pháp nung thiêu, bốc hơi hay ngưng tụ và luyện kim.
- Khi luyện gang thép trong lò cao, lò điện...
- Khi sản xuất xi măng, vật liệu xây dựng.
- Khi đốt nhiên liệu để sản xuất điện, phân bón hóa chất hoặc nung sấy bán thành phẩm và sản phẩm...

### 3.2. Thu gom và tái chế khí thải

Việc thu hồi các thành phần và các nguyên tố có trong khí thải là biện pháp chủ yếu để giảm thiểu tác động của khí thải đến môi trường không khí, môi trường lao động và sức khỏe cộng đồng dân cư khu vực dự án vì khả năng phát tán theo hướng gió của khí thải khá xa. Vì vậy việc thu hồi này có vị trí đặc biệt quan trọng và chỉ sau giai đoạn thu hồi mới có thể tiến hành quá trình tái chế tiếp theo.

Trên Hình 3 mô tả sơ đồ nguyên tắc thu gom và tái chế khí thải. Tùy theo đặc điểm thành phần của bụi khí thải có thể sử dụng một hoặc một số quá trình xử lý kết hợp. Riêng công đoạn thu bụi hầu như đều cần đến trong tất cả các quá trình xử lý khí thải.

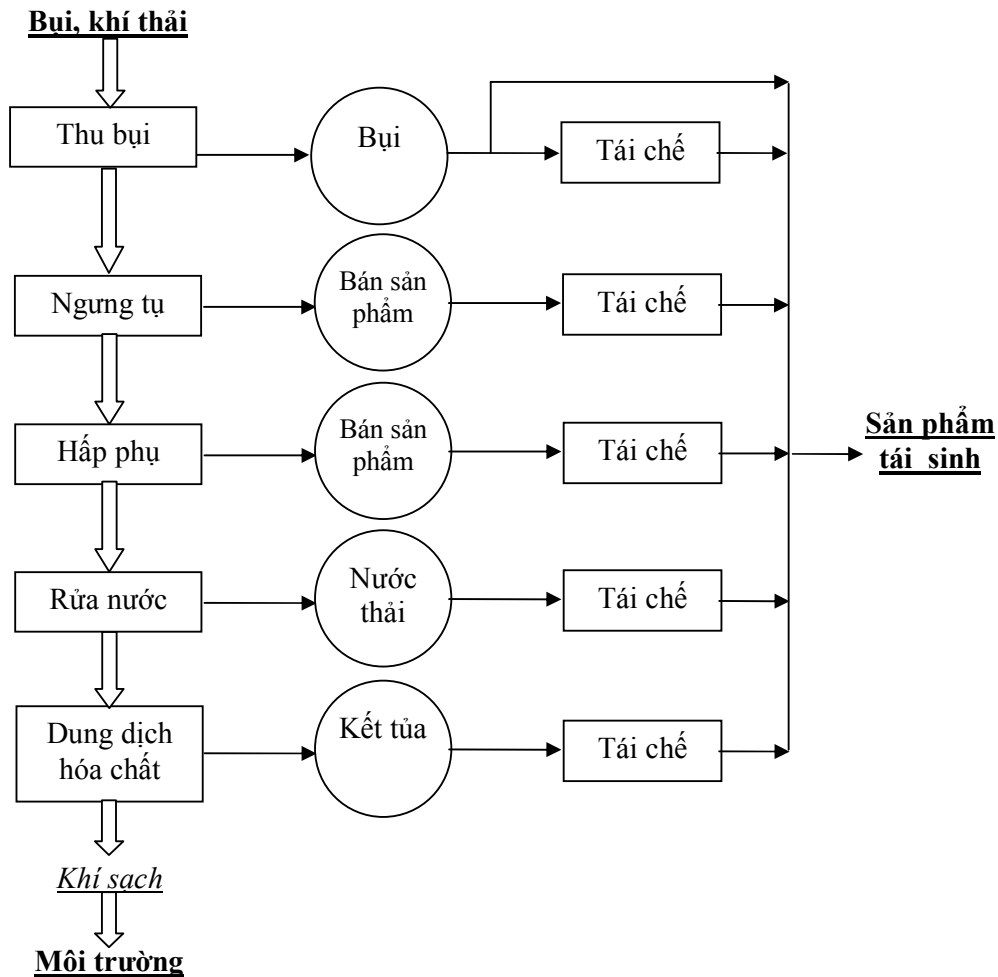
**a) Trong ngành công nghiệp xi măng,** việc sử dụng các phương pháp lọc bụi túi vải và lọc bụi tĩnh điện vừa có thể làm sạch khí thải ra môi trường vừa có thể thu hồi thêm được bụi xi măng bị cuốn đi theo khí thải.

**b) Khi nung thiêu quặng sunfua** thu được bụi oxyt chì hay oxyt kẽm... Trong khí thải còn chứa khí SO<sub>2</sub> được đưa tiếp đến công đoạn sản xuất H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Có thể thu lại đioxyt lưu huỳnh bằng dung dịch nước vôi để tạo ra kết tủa thạch cao và thường còn chứa một số kim loại nặng khác. Lượng thạch cao này có thể lưu giữ an toàn cho môi trường hoặc được sử dụng làm phụ gia cho sản xuất xi măng.

**c) Than nhiên liệu** sử dụng để sản xuất vật liệu xây dựng, hóa chất làm nhiên liệu cho các phương tiện giao thông vận tải và các nhà máy nhiệt điện. Hiện nay hầu như nguồn thải chính sunfua và oxyt cacbon của thế giới là các nhà máy

nhật điện đốt than và đang trở thành thách thức chính trong công cuộc bảo vệ tầng ozon.



**Hình 3. Sơ đồ nguyên tắc thu gom và tái chế khí thải**

Các khí gây “*Hiệu ứng nhà kính*” chủ yếu là  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  và  $\text{NO}_x$ . Trong đó việc đốt than nhiên liệu đã trở thành một trong những nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng này.

Trong than còn chứa một lượng nhất định lưu huỳnh vô cơ và lưu huỳnh hữu cơ. Khi đốt sẽ tạo thành  $\text{SO}_2$  gây ô nhiễm môi trường. Phương pháp giảm thiểu  $\text{SO}_2$  bằng dùng đá vôi hấp phụ đang được xử dụng rộng rãi tại các nhà máy nhiệt điện hiện đại.

Tại các nhà máy nhiệt điện đốt than dùng xyclon và lọc bụi tĩnh điện để thu hồi tro bay. Sau khi tuyển nổi để loại bỏ thêm lượng than còn lại tro bay có thể xử dụng làm phụ gia cho xi măng, vật liệu làm đường giao thông và cho một số ngành công nghiệp khác.

**d) Luyện than cốc** sinh ra khí thải. Khí và bụi luyện cốc được thu ở hệ thống lắng lọc thu bụi và hệ thống phun rửa nước là các bán thành phẩm có giá trị.

Khi tái chế khí thải luyện cốc có thể thu hồi được bán thành phẩm nhựa đường, dầu thô, amoni sunphat, dầu cốc và paraphin...

### 3.3. Tận dụng nhiệt năng dư của khí thải

Khí thải của các nhà máy chế biến và sản xuất sản phẩm và xử dụng khoáng sản thường có nhiệt độ cao  $>100\div 1000^{\circ}\text{C}$ .

Nhiệt năng dư của khí thải có thể tái sử dụng cho bản thân quá trình sản xuất công nghiệp là một xu thế tiết kiệm năng lượng có hiệu quả và ngày càng phát triển trong ngành luyện kim và sản xuất vật liệu xây dựng... Cũng sử dụng nhiệt dư để sản xuất điện cung cấp cho sản xuất và bổ xung cho lưới điện địa phương.

Việc tận dụng nhiệt năng dư của khí thải để phục vụ các ngành khác (sấy khô nông sản) hoặc dân sinh (sưởi ấm, cung cấp nước nóng) cũng được nhiều dự án áp dụng.

## 4. Kết luận

Tái chế và xử dụng các chất thải trong ngành CNKS là một trong những biện pháp quan trọng của phát triển bền vững vì nó giúp giảm thiểu khối lượng các chất thải vào môi trường, tận thu được tài nguyên góp phần xử dụng tổng hợp, tiết kiệm nguồn TNKS và giảm thiểu TDMT do các nguồn thải có chứa các chất gây ô nhiễm.

Trong CNKS các chất thải có thể ở các thể rắn, lỏng và khí, có thành phần và tính chất vật lý, hóa học và sinh học khác nhau.

Để xử lý và thu hồi các sản phẩm phải nghiên cứu xử dụng các hệ thống công nghệ, thiết bị thích hợp với đầu vào, yêu cầu của sản phẩm cũng như tiêu chuẩn của môi trường.

Tại các nước công nghiệp phát triển ngành tái chế và xử dụng các chất thải khoáng sản khá phát triển và có hiệu quả kinh tế cao.

Tái chế và xử dụng các chất thải khoáng sản ở Việt Nam còn ít được chú ý. Cần có chính sách và biện pháp khuyến khích việc tái chế và xử dụng các chất thải trong CNKS để dần hình thành “*Ngành CNKS ít hoặc không phế thải nhằm tiết kiệm tài nguyên, bảo vệ môi trường và bảo vệ con người*”./.

## Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Quý. "Nghiên cứu xây dựng quan điểm và định hướng bảo vệ, khai thác và sử dụng hợp lý một số tài nguyên Khoáng sản Việt Nam". Báo cáo chuyên đề của Đề tài KC09.13 Viện Khoa học Vật liệu, Hà Nội, 2000.

2. A.P. SnurniKov, "Sử dụng tổng hợp nguyên liệu trong luyện kim màu"(Tiếng Nga); Moskva 1977.

3. Yu.N.Spitrak và nnk, "Bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý khoáng sản có ích" (Tiếng Nga); NXB "Lòng đất" Moskva 1993.

4. S.R. Rio "Tái chế và sử dụng các phế thải", (Tiếng Anh), USA, 2006.