

# ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH CÔNG NGHỆ KHAI THÁC-TUYỂN THÔ QUẶNG TITAN SA KHOÁNG VIỆT NAM

KS. ĐÀO CÔNG VŨ  
Viện KH&CN Mỏ-Luyện kim

Công nghiệp khai thác-chế biến (KT-CB) titan ở Việt Nam được hình thành từ những năm 90 của thế kỷ trước, đến nay ngành KT-CB titan đã có bước phát triển mạnh mẽ cả về mặt kỹ thuật và quy mô. Các nghiên cứu và các tổ hợp thiết bị khai thác-tuyển thô hiện đang sản xuất thường tập trung vào việc thu hồi khoáng vật nặng (KVN) phù hợp với quặng giàu, mỏ tập trung, chưa tận thu hết tài nguyên. Trong khi đó, phần lớn các khoáng sàng sa khoáng titan ven biển nằm phân tán, loang lổ (kiểu da báo) và quy mô mỗi thân quặng không lớn nên mô hình khai thác-tuyển thô cần phải có sự thay đổi cho phù hợp.

## 1. Khái quát về trữ lượng và tình hình sản xuất quặng titan sa khoáng

Nước ta là một trong số các nước có nguồn tài nguyên titan khá phong phú, quặng titan phân bố rộng rãi trên nhiều vùng lãnh thổ, nhưng tập trung nhiều nhất vẫn là vùng ven biển. Trước năm 2005, tổng trữ lượng quặng titan đã được thăm dò và tìm kiếm, đánh giá là 14 triệu tấn. Từ 2005 đến 2008 đã tiếp tục điều tra đánh giá tiềm năng quặng titan trên các diện tích chưa được điều tra trước đó và đã phát hiện mới các mỏ có tài nguyên titan quy mô lớn, gồm khoảng 20 triệu tấn phân bố tại 29 vùng mỏ trên cả nước. Trong năm 2007, đã phát hiện khu vực có tiềm năng rất lớn về quặng titan và dự báo trong tầng cát đỏ vùng Bình Thuận và Ninh Thuận có tài nguyên quặng titan khá lớn, trên diện tích 1500 km<sup>2</sup> có khả năng đạt được 200 triệu tấn tinh quặng titan, zircon (hàm lượng khoáng vật có ích từ 0,3 đến 4 %). Trong số đó đã có đủ cơ sở để đầu tư thăm dò trên diện tích 30 km<sup>2</sup> và có thể xác định trữ lượng quặng đạt 30 triệu tấn. Với điều kiện khai thác thuận lợi, công nghệ và thiết bị đơn giản, vốn đầu tư không lớn, có thị trường rộng, nên công nghiệp KT-CB quặng titan ngày càng phát triển và có hiệu quả kinh tế đáng kể. Từ năm 2006 đến nay, trung bình hàng năm các đơn vị khai thác titan trong cả nước khai thác và xuất khẩu khoảng 600

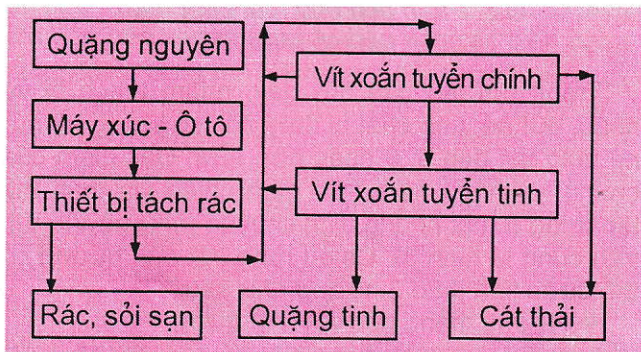
ngàn tấn quặng tinh ilmenit. Cả nước hiện có hàng chục công ty khai thác và chế biến quặng titan với nhiều mô hình, quy mô, công nghệ, thiết bị khác nhau. Đã có một số đơn vị đầu tư vào khâu chế biến sâu, với quy mô công suất ngày càng lớn.

Tuy tài nguyên dự báo về quặng titan của Việt Nam khá lớn, nhưng chủ yếu là quặng nghèo. Trước đây thường các cơ sở thường khai thác quặng nguyên khai với hàm lượng KVN 3-4 % trở lên, thì nay một số nơi đã phải khai thác đến ~1 % hoặc khai thác lại các bãi thải (còn phần lớn tài nguyên titan trong tầng cát đỏ chưa được đánh giá đầy đủ). Trong khi đối tượng quặng giàu đang ngày một cạn kiệt mà các quy mô, công nghệ khai thác-tuyển thô nhiều nơi chưa được thay đổi cho phù hợp.

## 2. Các mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô phổ biến hiện nay

2.1. Mô hình khai thác bằng máy xúc+máy gạt, vận chuyển quặng nguyên khai về khu vực tuyển thô bằng ô tô tự đổ, hệ thống tuyển thô gồm các vít xoắn (xem H.1).

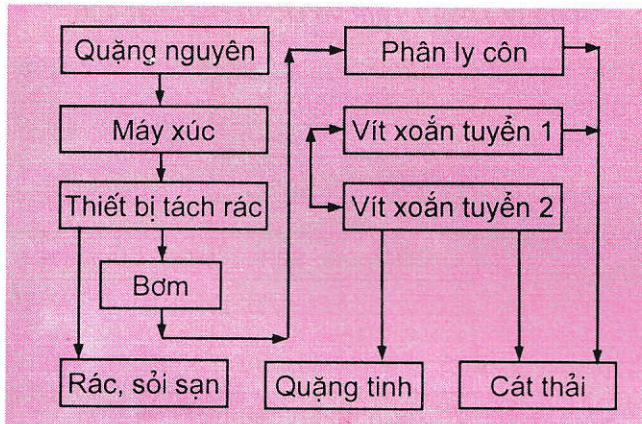
Khai thác và xúc bốc quặng bằng máy xúc, chuyển quặng về khu tuyển thô bằng ô tô đổ vào bunke cấp liệu, tách rác, sỏi, sạn... Sau đó vữa quặng được bơm cấp liệu cấp lên các vít tuyển chính. Quặng tinh tuyển chính được tuyển tinh lại và lấy quặng tinh đạt tiêu chuẩn yêu cầu.



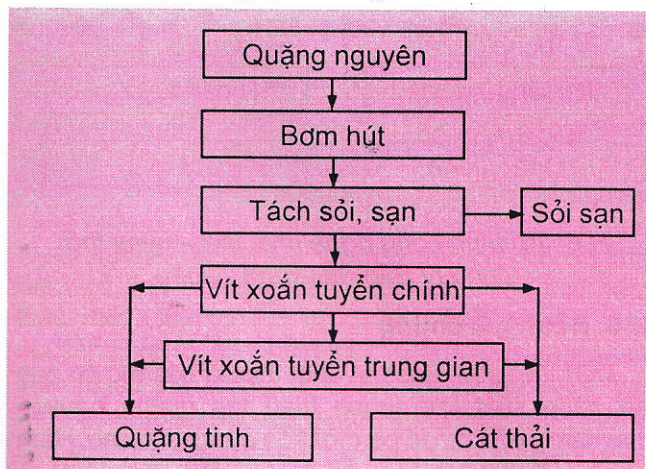
H.1. Mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô tại mỏ Đê Gi - Bình Định

Mô hình này được áp dụng khá nhiều vào giai đoạn 1995-2002 tại các điểm mỏ tập trung, trữ lượng lớn ở vùng Hà Tĩnh, Bình Định... đến nay chỉ còn rất ít mỏ áp dụng. Mô hình tuy có năng suất cao, nhưng chi phí đầu tư lớn và không phù hợp với địa hình của những mỏ hẹp. Khi khai thác xa vị trí đặt cụm vít thì chi phí vận tải lớn, bị. Không khai thác được phần quặng nằm dưới mực nước ngầm, tổn thất trong khai thác lớn.

2.2. Mô hình khai thác bằng máy xúc+máy gạt, vận chuyển quặng nguyên khai về khu vực tuyển thô bằng hệ thống bơm cát. Hệ thống tuyển thô gồm phân ly côn kết hợp với vít xoắn, đặt tương đối cố định (xem H.2). Gạt gom hoặc máy xúc xúc đổ về thùng chứa quặng đầu tại khu tuyển thô. Từ thùng chứa vữa quặng được bơm lên cấp liệu cho các phân ly côn. Quặng tinh của phân ly côn được tinh trên các vít xoắn và lấy quặng tinh đạt yêu cầu.



H.2. Mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô tại Công ty khoáng sản BIMAL



H.3. Mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô tại Công ty Ban Mai-Bình Thuận

Mô hình này được áp dụng vào giai đoạn đầu tại một số điểm mỏ trữ lượng lớn ở vùng Hà Tĩnh, Bình Định... đến nay chỉ còn một cụm thiết bị tại Công ty CP KS Bình Định-Việt Nam-Malaysia sử dụng. Mô hình

này có khả năng cao, chưa khai thác được phần quặng nằm dưới mực nước ngầm. Phân ly côn đòi hỏi độ ổn định cấp liệu cao nên khó vận hành, hệ số làm giàu thấp, đòi hỏi phải tăng cường khâu tuyển tinh.

2.3. Mô hình khai thác bằng bơm hút cát đặt trên bè, cụm thiết bị tuyển thô cũng được đặt trên bè nổi, cơ động theo khu vực khai thác (xem H.3).

Quặng từ hồ khai thác được bơm hút chuyển cấp liệu trực tiếp lên các vít tuyển chính để tách ra 3 sản phẩm (đuôi thải, quặng trung gian, quặng tinh). Quặng trung gian tuyển chính được bơm lên các vít tuyển trung gian để tuyển lại lấy tiếp quặng tinh. Quặng tinh của các vít tuyển chính và tuyển trung gian là quặng tinh đạt yêu cầu.

Mô hình này có tính cơ động rất cao, thích hợp với những mỏ có thân quặng nằm toàn bộ dưới mực nước ngầm, nước biển. Hiện nay đang được nhiều mỏ ở khu vực Quảng Nam, Bình Thuận áp dụng. Tuy nhiên trước khi khai thác phải tạo hồ lớn để có đủ diện tích làm việc cho cụm thiết bị khai thác và tuyển thô. Đồng thời công nhân vận hành bơm hút quặng phải thao tác đúng quy trình thì quá trình khai thác mới ổn định. Khi chiều sâu khai thác lớn thì việc vận hành ống hút cát khó khăn nên có thể dẫn đến tổn thất trong khai thác.

2.4. Mô hình khai thác bằng bơm hút cát đặt trên bè, chuyển quặng nguyên về khu vực tuyển thô bằng bơm cát, cụm thiết bị tuyển thô đặt trên bờ moong gần khu khai thác (xem H.4).

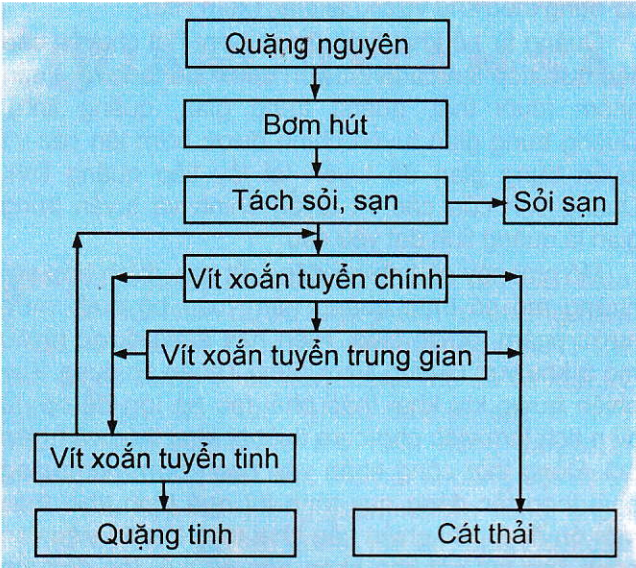
Trên bè hút cát bố trí đặt máy bơm hút cát, hút trực tiếp vào vỉa quặng. Cát quặng trong hồ khai thác được bơm cát bơm lên và chuyển về cụm vít tuyển thô đặt trên bờ moong khai thác. Quặng được bơm trực tiếp lên các vít tuyển chính để tách ra 3 sản phẩm. Quặng trung gian tuyển chính được bơm lên các vít tuyển trung gian để tuyển lại. Quặng tinh các khâu được tuyển lại trên các vít tuyển tinh để thu được sản phẩm đạt yêu cầu.

Mô hình này có tính cơ động tương đối cao, hoàn toàn dễ dàng, thích hợp với những mỏ có toàn bộ hay một phần thân quặng nằm dưới mực nước ngầm, nước biển; nguồn nước không quá khó khăn. Tuy vậy, trong sản xuất công nhân làm nhiệm vụ chọc tầng để cấp liệu cho bơm khai thác và bè đặt bơm hút luôn ở sát chân tầng quặng, dễ gây mất an toàn lao động. Mô hình này đang được áp dụng tại một số mỏ khu vực Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên-Huế.

2.5. Mô hình khai thác bằng máy gạt gom quặng, bơm cấp liệu về cụm vít tuyển thô, cụm vít tuyển thô quy mô nhỏ đặt gần khu khai thác, di chuyển theo khu vực khai thác (xem H.5).

Tại những khu vực mỏ có toàn bộ thân quặng trên mực nước ngầm, thân quặng nông (1-3 m), hàm lượng giàu, khai thác bằng máy gạt cắt các thân quặng và

gom tập trung vào bunke chứa. Quặng từ bun ke được tách rác, bùn quặng được bơm cấp liệu trực tiếp cho cụm vít tuyển thô. Cụm vít tuyển thô từ 3 đến 8 vít, có thể chỉ có 1 hoặc 2 nguyên công tuyển chính và tuyển trung gian lấy ra được quặng tinh đạt yêu cầu.



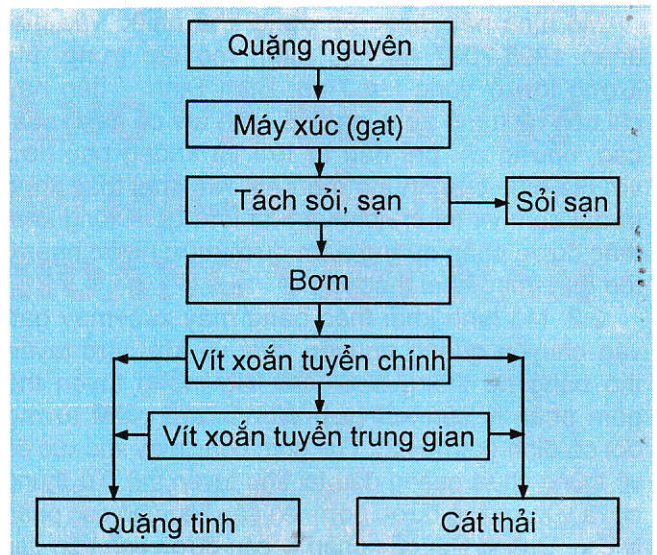
H.4. Mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô tại Công ty KS Thừa Thiên-Huế

Mô hình này có tính cơ động cao, hoàn thổ dễ dàng, khai thác được hết lớp quặng, thích hợp với những mỏ có thân quặng nằm trên mức nước ngầm, nước biển. Tuy nhiên năng suất của 1 cụm thiết bị thấp, chỉ phù hợp với khai thác quy mô nhỏ tại các điểm quặng giàu. Được sử dụng ở một vài điểm mỏ nhỏ và giàu vùng quặng Huế, Quảng Bình...

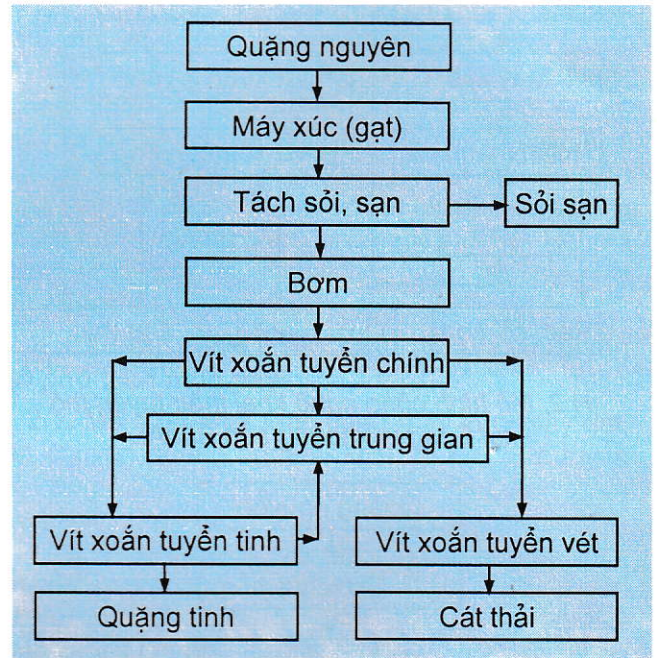
2.6. Mô hình khai thác bằng xúc, bơm cấp liệu về cụm vít tuyển thô, cụm vít tuyển thô có nhiều nguyên công tuyển, đặt gần khu khai thác (xem H.6).

Quặng được máy gạt, máy xúc gom tập trung nguyên liệu và đưa vào bunke. Quặng từ bun ke được tách rác, bùn quặng được bơm cấp liệu trực tiếp cho cụm vít tuyển thô. Quặng được bơm lên các vít tuyển chính để tách ra 3 sản phẩm. Quặng trung gian được tuyển lại để thu hồi tiếp quặng tinh. Quặng đuôi các khâu được tuyển vét để tận thu quặng. Quặng tinh các khâu được tuyển lại trên các vít tuyển để sản phẩm đạt yêu cầu.

Với quy mô cụm vít ít thì mô hình có tính cơ động tương đối cao, nhưng nếu nhiều vít thì không cơ động. Đồng thời chi phí sản xuất cao do thiết bị khai thác và có nhiều thiết bị bơm. Chỉ phù hợp với khai thác tại các điểm quặng tương đối giàu, có nhiều loại khoáng vật trung gian khó tuyển, có thân quặng nằm trên mực nước ngầm. Mô hình được sử dụng trong một thời gian ở Hà Tĩnh, Thừa Thiên-Huế, Bình Định ... nhưng hiệu quả kinh tế không cao.



H.5. Mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô Công ty Thanh Tâm và Đoàn Địa chất 406



H.6. Mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô Công ty Sao Mai-Bình Thuận

### 3. Đánh giá chung

Trên thế giới: Thường khai thác ở các mỏ có quy mô năng suất lớn (hàng triệu tấn quặng nguyên khai/năm), nên được cơ giới hóa ở mức độ cao. Hàm lượng quặng đưa vào tuyển thường từ 3÷7 % KVN và trữ lượng mỗi mỏ từ hàng triệu đến nhiều chục triệu tấn KVN. Nhiều cơ sở khai thác bằng tàu cuốc hoặc súng nước đặt trên tàu hút bùn và vận tải quặng về xưởng tuyển thô bằng sức nước. Các thiết bị khai thác và tuyển thô đều đặt cách nhau một khoảng cách phù hợp để đuôi thải của tuyển thô ít ảnh hưởng đến

nước cấp cho khai thác đồng thời các cụm thiết bị tuyển thô di chuyển theo khai trường để giảm chi phí vận tải quặng đầu và đuôi thải.

Các dây chuyền tuyển thô thường được thiết lập lắp ghép từ các modun (cụm) thiết bị đã được thiết kế chế tạo hàng loạt cho từng mục đích cụ thể: tuyển quặng có hàm lượng thấp <10 KVN; quặng hàm lượng trung bình 10÷25 % KVN; quặng hàm lượng cao >25 % KVN hay cụm vít chuyên cho tuyển cấp hạt mịn. Các mỏ quặng trên thế giới có xu hướng xây dựng các xưởng tuyển thô có quy mô không quá lớn, có tính cơ động, có thể định kỳ di chuyển theo khai trường để giảm chi phí vận tải.

Ở Việt Nam: Tùy theo hàm lượng KVN trong mỏ, đặc điểm địa chất mỗi thân quặng, quy mô từng mỏ, quan điểm đầu tư của từng đơn vị sản xuất... mà công nghệ khai thác-tuyển thô ở từng mỏ đã có những sự thay đổi, điều chỉnh nhất định.

❖ **Công nghệ khai thác:** Do đặc điểm các thân quặng nằm lộ thiên hoặc bị phủ dưới lớp cát mỏng, nên công nghệ khai thác ở tất cả các khu mỏ là lộ thiên, không nổ mìn, bãi thải trong, khai thác theo lớp bằng, kiểu cuốn chiếu. Chia khai trường thành nhiều khoảnh khai thác, tiến hành khai thác dứt điểm từ khoảnh để tạo diện đổ thải trong. Phương pháp khai thác-vận chuyển chủ yếu là: Khai thác bằng máy xúc, máy gạt, vận chuyển quặng về xưởng tuyển thô bằng ô tô hoặc khai thác bằng máy xúc, máy gạt, vận chuyển quặng về xưởng tuyển thô bằng thủy lực hoặc khai thác bằng súng bắn nước và bơm hút cát, vận chuyển quặng về xưởng tuyển thô bằng thủy lực.

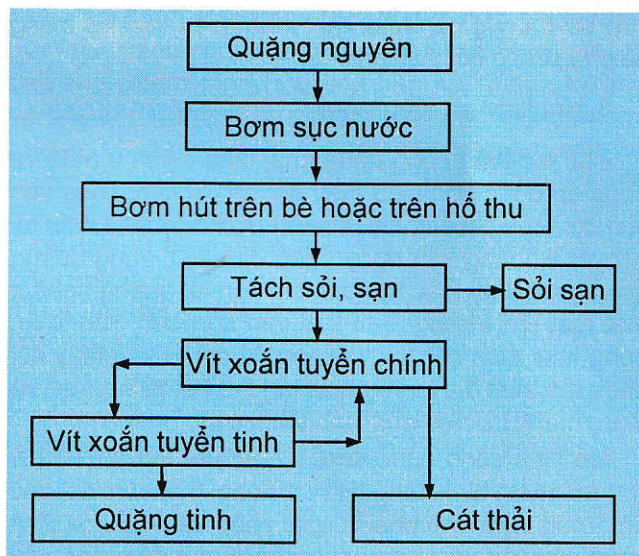
❖ **Công nghệ tuyển thô:** Đặc điểm của các khoáng vật có ích cần thu hồi trong quặng đều là KVN ở dạng tự do, khác nhau nhiều về tỷ trọng so với các khoáng vật phi quặng nên tuyển thô sử dụng phương pháp tuyển trọng lực trong môi trường nước. Thiết bị tuyển chủ yếu là vít xoắn hoặc phối hợp giữa phân ly côn và vít xoắn. Các kết cấu mô hình công nghệ có thể: chỉ có 1 nguyên công tuyển hoặc có hai nguyên công hoặc có nhiều nguyên công. Kết cấu cụm thiết bị tuyển thô có thể đặt trên bè hay trên bờ moong khai thác, có tính cơ động tương đối theo tiến trình khai thác mỏ. Quy mô và số lượng thiết bị của từng nguyên công tuyển thay đổi từ 1 đến 24 vít, kết cấu cả cụm tuyển thô có thể từ 3 đến 48 vít tùy thuộc vào từng quy mô và đặc điểm mỏ cụ thể theo từng thời kỳ sản xuất. Phần lớn cát được thải ngay tại khai trường đã khai thác đồng thời để hoàn thổ.

Các phương pháp khai thác-tuyển thô đã và đang áp dụng tuy có nhiều cải tiến, song vẫn còn có nhược điểm như: chưa đạt hiệu quả kinh tế cao trong điều kiện tài nguyên khoáng sản ngày càng cạn kiệt, vùng quặng giàu được khai thác hết dần chỉ còn lại quặng nghèo, hàm lượng khoáng vật có ích thấp, điều kiện

khai thác ngày càng khó khăn phức tạp, độ sâu khai thác ngày càng lớn, trữ lượng phân tán. Mất mát KVN trong đuôi thải vẫn còn cao, hàm lượng cát thải từ 0,5 đến 1 %. Khó khăn trong việc khai thác các thân quặng có chiều sâu thay đổi phức tạp theo địa hình hay những khu vực có khó khăn về nguồn nước.

#### 4. Đề xuất mô hình công nghệ khai thác-tuyển thô

Qua thực tế hoạt động của các đơn vị thấy rằng: Mô hình khai thác tuyển thô có hiệu quả hơn cả là các mô hình có tính cơ động cao, quy mô không quá lớn, thuận tiện trong tháo lắp, thay thế thiết bị. Mô hình khai thác-tuyển thô sử dụng ô tô để chuyển quặng về khâu tuyển thô đến nay không cơ sở nào áp dụng. Những mô hình khai thác bằng máy xúc, máy gạt, quy mô thiết bị tuyển thô cỡ lớn sau một thời gian cải tiến, thử nghiệm không đem lại hiệu quả kinh tế cao, nên không được các cơ sở đầu tư tiếp (chỉ duy trì hoạt động tại một số vài mỏ đã đầu tư trước đây). Sử dụng phân ly côn trong tuyển thô cả nước hiện chỉ còn 01 cụm thiết bị đang hoạt động tại mỏ Đê Gi (Bình Định).



H.7. Mô hình công nghệ đề xuất

Với đặc điểm quy mô mỏ quặng của Việt Nam (quy mô nhỏ và trung bình, phân tán dọc theo ven biển, đan xen giữa các khu vực dân cư hay đất đã sử dụng với mục đích khác, hàm lượng ngày càng nghèo), nên mô hình khai thác-tuyển thô không nên xây dựng ở quy mô quá lớn để có tính cơ động cao, nhưng phải đảm bảo yêu cầu kinh tế trong sản xuất (không quá nhỏ), đồng thời phù hợp với quy mô thiết bị sẵn có, thuận lợi cho cả đầu tư và thay thế trong vận hành. Thực tế sản xuất cho thấy việc cấp quặng nguyên khai bằng bơm hút cát trực tiếp từ khai thác lên khâu tuyển rất khó ổn định (cả về hàm lượng, tỷ lệ rắn/lỏng...), ảnh hưởng không tốt đến kết quả tuyển. Để hạn chế bớt hiện tượng này cần có thêm thùng

chứa làm nhiệm vụ điều hòa giữa khâu khai thác và cấp liệu lên vít tuyền, đồng thời sản phẩm trung gian của khâu tuyền nào quay lại chính khâu tuyền đó.

**Do vậy mô hình đề xuất là:** khai thác bằng súng bắn nước hoặc vòi sục nước đánh tời, sau đó dùng bơm hút cát (đặt trên bè hoặc trên hồ thu sát chân tầng khai thác) để hút quặng và chuyển về khu tuyền thô. Sử dụng các vít xoắn để tuyền thô, đặt gần khu khai thác (có thể trên bè hoặc trên bờ moong khai thác), cơ động, định kỳ di chuyển theo khai trường. Kết cấu mô hình cụm vít tuyền thô với 2 nguyên công tuyền (tuyền chính và tuyền tinh), số lượng vít trong mỗi cụm từ 12 đến 16 chiếc, hàm lượng KVN trong tinh quặng khâu tuyền thô nên từ 60÷65 %. Sơ đồ công nghệ xem H.7.

Đối với khu vực có thân quặng nằm cao trên mực nước ngầm: khai thác bằng bơm hút cát đặt trên hồ thu sát chân tầng khai thác để hút quặng; cụm vít tuyền thô đặt trên bờ moong gần khu khai thác. Còn với khu vực có toàn bộ hay một phần thân quặng nằm dưới mực nước ngầm: Khai thác bằng bơm hút cát đặt trên bè nổi trong hồ khai thác để hút quặng; cụm vít tuyền thô đặt trên bờ moong gần khu khai thác hoặc trên hệ thống bè phao trong hồ khai thác.

## 5. Kết luận và kiến nghị

Các mô hình công nghệ khai thác-tuyền thô đã và đang áp dụng có nhiều thay đổi và cải tiến, song vẫn còn có nhược điểm: chưa phù hợp trong điều kiện tài nguyên khoáng sản ngày càng cạn kiệt, vùng quặng giàu được khai thác hết dần chỉ còn lại quặng nghèo; mất mát KVN trong đuôi thải vẫn còn cao; khó khăn trong khai thác các thân quặng có chiều sâu thay đổi phức tạp theo địa hình (chưa tận thu hết tài nguyên và chưa mang lại hiệu quả kinh tế tối ưu).

Mô hình công nghệ khai thác-tuyền thô chỉ nên ở quy mô trung bình, tăng tính cơ động, giảm chi phí đầu tư. Trong tuyền thô phải có giải pháp đảm bảo ổn định trong cấp liệu, loại ngay sản phẩm thải đảm bảo yêu cầu từ khâu tuyền đầu, sau đó tăng cường các khâu tuyền tinh để thu được sản phẩm tinh quặng đạt yêu cầu. Linh hoạt trong bố trí thiết bị khai thác và tuyền thô để phù hợp với điều kiện địa chất mỏ.

Đối với những mỏ có công suất thiết kế lớn có thể lắp đặt nhiều cụm thiết bị theo mô hình trên cùng song song hoạt động. Để cho việc cấp quặng đầu lên các vít tuyền ổn định hơn, nên ghép hai cụm vít với nhau thành một modul, có kết cấu chung 1 bộ tách rác+thùng bơm quặng đầu và hệ thống điện điều khiển.

Do điều kiện địa chất, đặc thù thành phần vật chất từng vùng miền, từng mỏ của Việt Nam và quy mô các thiết bị đã đầu tư của các cơ sở rất khác nhau, nên khi đổi mới mô hình khai thác-tuyền thô: phải có các nghiên cứu, đánh giá đầy đủ để thiết kế quy mô, kết cấu mô hình phù hợp nhằm đạt hiệu quả kinh tế

cao nhất, tận thu được tài nguyên, bảo vệ được môi trường sau khai thác; cần có thêm các nghiên cứu chế tạo các loại vít tuyền phù hợp với đặc điểm của từng loại quặng có thành phần vật chất khác nhau để phù hợp với từng nguyên công tuyền. □

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Văn bản số 2009/BTNMT-ĐCKS V/v điều tra, thăm dò, quản lý hoạt động khai thác quặng titan. 04/6/2008.
2. Quy hoạch thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng titan giai đoạn 2007-2015, định hướng đến năm 2025 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 104/2007/QĐ-TTg, ngày 13 tháng 7 năm 2007.
3. Công ty CP phát triển khoáng sản 6. Đề án đóng cửa mỏ Bàu Dòi, Bình Thuận. 2006.
4. Hiệp Hội titan Việt Nam. Thông tin từ một số báo cáo, tham luận về hoạt động sản xuất của các thành viên. 2005, 2006, 2007, 2008 và 2009.
5. TT nghiên cứu ứng dụng khoa học về khoáng sản. Đề án đóng cửa mỏ ilmenit Cát Khánh, Bình Định. 2008.
6. Viện KH&CN Mỏ-Luyện kim. Báo cáo xây dựng mô hình ngăn ngừa, giảm thiểu ô nhiễm và hoàn thổ phục hồi môi trường trong khai thác-chế biến sa khoáng biển. 2009.
7. Đào Công Vũ (Viện KH&CN Mỏ-Luyện kim). Báo cáo Tổng kết đề tài "Nghiên cứu xây dựng mô hình khai thác-tuyền thô di động titan sa khoáng ven biển". 2009.
8. Đặng Trung Thuận, Bùi Xuân Nam. Nghiên cứu các thông số công nghệ và trình tự khai thác hợp lý quặng ilmenit cồn cát ven biển huyện Phù Mỹ-Bình Định. Tuyển tập Hội thảo KHKT Mỏ Toàn quốc lần thứ XIX. 2008.
9. Lê Văn Thành. Cục Công nghiệp địa phương. Báo cáo hiện trạng tài nguyên và khai thác chế biến quặng titan. 2005.
10. Phạm Mạnh Cường. Hệ thống máng bè di động khai thác-tuyền thô sa khoáng titan. Tuyển tập Hội thảo KHKT Mỏ Toàn quốc lần thứ XVI. 2004.
11. Phan Thị Thái. Đặc điểm địa các mỏ titan sa khoáng ven biển Việt Nam và vấn đề lựa chọn công nghệ khai thác hiện nay. Tuyển tập Hội thảo KHKT Mỏ Toàn quốc lần thứ XVI. 2004.

**Người biên tập: Trần Văn Trạch**

## SUMMARY

The paper shows the results of assessing the state and suggesting the model B technology for coarse exploitation and beneficiation for titanium ore in Vietnam.