

MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU MẤT MÁT KHOÁNG VẬT CÓ ÍCH DO HIỆN TƯỢNG QUÁ NGHIỀN

ThS. NGUYỄN NGỌC PHÚ
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

1. Giới thiệu tổng quan

Trong tuyển quặng, máy nghiền luôn được sử dụng nhằm giải phóng khoáng vật có ích để quá trình tuyển có thể diễn ra hiệu quả. Tuy nhiên nghiền luôn gặp các vấn đề nan giải bao gồm hiệu năng thấp, khoảng <10 %, chi phí điện cao, khoảng 10÷20 kwh/t vật liệu nghiền hoặc hơn. Ngoài ra các máy nghiền còn có một điểm yếu khó khắc phục khác là khó kiểm soát cỡ hạt của sản phẩm nghiền. Trong máy nghiền bao giờ cũng có mặt các hạt đã được nghiền tới độ mịn yêu cầu nhưng chưa có cơ hội ra khỏi máy nghiền hoặc thậm chí khi đã ra khỏi máy nghiền vẫn bị quay lại cùng với tải trọng tuần hoàn. Sự có mặt của các hạt như vậy dẫn tới một hiện tượng cố hữu kèm theo của quá trình nghiền gọi là quá nghiền.

Quá nghiền là hiện tượng các hạt khoáng vật có ích, thậm chí cả khoáng vật tạp, bị nghiền mịn hơn độ mịn yêu cầu về mặt công nghệ và kinh tế. Hệ quả của quá nghiền có thể dẫn bao gồm: (1) gia tăng mất mát khoáng sản do các hạt KVCI đã được giải phóng ở cỡ hạt yêu cầu bị mùn hóa, vấn đề này đặc biệt nghiêm trọng khi nghiền quặng chứa các khoáng vật có ích có tỷ trọng cao; (2) Giảm năng suất máy nghiền và gia tăng tiêu hao năng lượng vô ích dẫn tới chi phí nghiền cao; (3) Gây khó khăn cho các khâu công nghệ sau như gia tăng tiêu hao thuốc tuyển, khó khăn trong khâu khử nước.

Để giảm thiểu hiện tượng quá nghiền, cũng như các nhược điểm cố hữu của quá trình nghiền, đã có rất nhiều các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam nhằm đưa ra các giải pháp công nghệ nhằm nâng cao không chỉ hiệu quả của quá trình nghiền mà còn nâng cao hiệu quả công nghệ chung của xường tuyển quặng.

Các giải pháp truyền thống được ứng dụng rộng rãi và đã chứng tỏ được hiệu quả bao gồm: (1)

Chia quá trình nghiền thành nhiều giai đoạn nhằm tối ưu hóa tải vật nghiền và chế độ công nghệ của máy nghiền; (2) Sử dụng sơ đồ nghiền vòng kín nhằm giảm thời gian lưu tối đa của vật liệu trong máy nghiền, nhưng điều này làm gia tăng tải trọng quay lại máy nghiền và tăng số lượng máy nghiền thực tế cần dùng; (3) Sử dụng vòng nghiền bán kín đối với quặng chứa các KVCI nặng, trong đó một phần sản phẩm nghiền của giai đoạn I được đưa trực tiếp vào giai đoạn nghiền hai. Trong sơ đồ này có thể tích hợp thêm tuyển trọng lực để thu hồi một phần các hạt khoáng vật nặng đã được giải phóng; và (4) Sử dụng kết hợp các máy nghiền có khả năng nghiền chọn lọc cao ví dụ máy nghiền thanh, máy nghiền chấn động.

Những giải pháp tiên tiến hiện nay thường tập trung vào các hướng: (1) Nâng cao hiệu suất của quá trình phân cấp qua đó giảm thiểu các hạt đã đủ độ mịn nghiền quay lại máy nghiền. Giải pháp thay thế các máy phân cấp truyền thống bằng máy sàng cao tần là một trong giải pháp có tính cơ bản hơn trong phương hướng này [1], [2], [4]; (2) Tích hợp các khâu tuyển nổi vào trong sơ đồ nghiền nhằm thu hồi nhanh các hạt khoáng vật có ích đã được giải phóng. Giải pháp tuyển nổi bùn tràn của máy phân cấp giai đoạn nghiền I đã được áp dụng từ lâu và đã chứng tỏ khá hiệu quả đối với các loại quặng xâm nhiễm không đều và quặng dễ tạo mùn. Thời gian gần đây, giải pháp tuyển cát của máy phân cấp đã bắt đầu được ứng dụng ở quy mô công nghiệp tại một số xường tuyển quặng vàng, quặng đồng, chì. Giải pháp này có thể làm tăng thu hồi KVCI thêm từ 1÷3 % và trong nhiều trường hợp sản phẩm tinh của tuyển nhanh có thể đáp ứng tiêu chuẩn sản phẩm cuối mà không cần phải tuyển tinh [2], [4], [5].

2. Giải pháp thay máy phân cấp bằng sàng

Trong thực tế tuyển khoáng, các máy phân cấp

được sử dụng cực kỳ rộng rãi trong các sơ đồ nghiền nhằm mục đích hỗ trợ các máy nghiền và kiểm soát sản phẩm nghiền. Từ hàng trăm năm nay khi thiết kế sơ đồ nghiền thì các máy phân cấp được coi là những lựa chọn đầu tiên. Các loại máy phân cấp cơ bản làm việc với máy nghiền bao gồm máy phân cấp ruột xoắn với ứng dụng đang giảm dần do công kênh, mức độ mài mòn cao, năng suất hạn chế và hiệu quả phân cấp thấp và phổ biến hơn cả là máy phân cấp xiclôn có năng suất cao, có thể phân cấp thô cũng như mịn, dễ thích ứng với thay đổi của đầu vào. Nhược điểm lớn nhất của xiclôn phân cấp là đòi hỏi các bơm cát năng lượng cao với tốc độ bào mòn lớn.

Ưu điểm nổi trội của các máy phân cấp bao gồm cấu tạo đơn giản, năng suất cao, chi phí đầu tư cũng như chi phí sản xuất tương đối thấp. Tuy nhiên máy phân cấp vẫn có những nhược điểm cố hữu như sau:

- ❖ Máy phân cấp không chỉ phân chia theo cỡ hạt mà còn theo tỷ trọng. Do vậy các hạt khoáng nặng hơn có xu thế đi vào sản phẩm cát và quay lại máy nghiền dẫn tới quá nghiền. Hệ quả của hiện tượng này không chỉ dẫn tới mất mát lượng lớn các khoáng vật có ích dưới dạng mùn và gây khó khăn cho quá trình khử nước;

- ❖ Bùn tràn của máy phân cấp thường có độ loãng cao, có thể gây khó khăn cho các quá trình tiếp theo đặc biệt là quá trình tuyển;

- ❖ Hiệu suất phân cấp thấp và thường không quá 60 % đi kèm đồng thời lượng tải trọng tuần hoàn lớn tới 200÷300 %, nhiều trường hợp có thể đạt tới 500÷700 % . Điều này dẫn tới thể tích máy nghiền lớn và chi phí điện tăng cao.

Những nhược điểm cố hữu của máy phân cấp trên thực tế có thể khắc phục được nếu có thể sử dụng sàng thay thế máy phân cấp trong các sơ đồ nghiền. Tuy ưu điểm của sàng so với máy phân cấp đã được đề cập từ lâu nhưng cũng chỉ gần đây người ta mới đề cập đến khả năng thay thế máy phân cấp bằng sàng trong các sơ đồ nghiền vòng kín [1]. Việc thay thế các máy phân cấp bằng máy sàng trong sơ đồ nghiền được xuất phát từ những luận điểm chính sau:

- ❖ Quá trình sàng phân chia vật liệu chỉ theo cỡ hạt và không phụ thuộc vào khối lượng riêng của các hạt quặng, do vậy các hạt khoáng vật nặng mịn dễ dàng lọt sàng hơn;

- ❖ Hiệu suất sàng thường có giá trị cao hơn so với máy phân cấp. Tùy thuộc vào chế độ công nghệ và vận hành sàng, hiệu suất sàng có thể đạt 80÷90 % ngay cả với bùn quặng mịn;

- ❖ Công nghệ chế tạo sàng và mặt lưới sàng tiên bộ nhanh chóng cho phép có thể có những thiết kế tối ưu và phù hợp hơn, đặc biệt là sàng chấn động cao tần cho phép sàng bùn quặng rất mịn;

- ❖ Do hiệu suất sàng cao nên có thể giảm đáng kể quá nghiền trong đó quan trọng nhất là giảm quá nghiền các khoáng vật nặng;

- ❖ Giảm tải trọng tuần hoàn quay lại máy nghiền xuống tới mức gần 100 % cho phép giảm thể tích máy nghiền hay số lượng máy nghiền. Đối với các xưởng tuyển đang hoạt động thì lắp đặt sàng cao tần thay thế máy phân cấp có thể tăng năng suất của khâu nghiền lên khá nhiều;

- ❖ Hiệu quả chung của việc thay thế sàng là giảm mất mát khoáng vật có ích và chi phí nghiền nói chung.

Thực tế ứng dụng sàng chấn động tần số cao tại các xưởng tuyển quặng đồng, quặng chì đã kết quả cực kỳ khả quan. Tại mỏ quặng đồng Cia Minera Condestable, Nam Mỹ [7], các xiclôn đang hoạt động được thay thế bằng sàng cao tần đã tăng năng suất quặng đầu 34 %, giảm tải trọng tuần hoàn từ 204 % xuống còn 96 %, tăng hiệu suất phân cấp từ 63 % lên 85 %. Theo báo cáo thì thời hạn khấu hao vốn mở rộng và thay thế xiclôn chỉ là 1÷4 tháng.

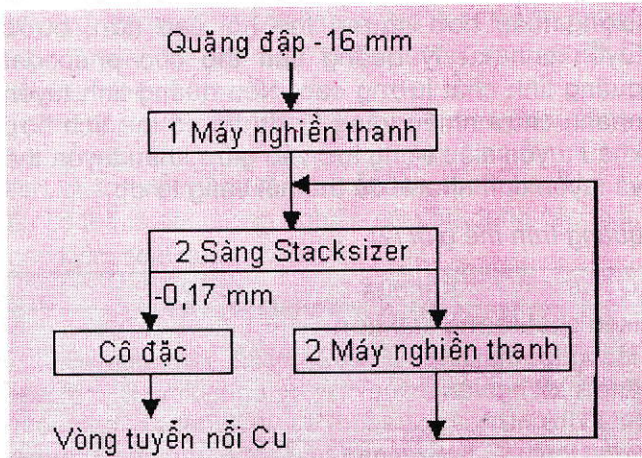
Kết quả ứng dụng sàng chấn động cao tần tại xưởng tuyển chì kẽm El Brocal, Peru cho thấy có thể tăng năng suất xưởng 10 %, tăng thu hồi kim loại chì thêm 9 % và giảm tiêu hao năng lượng nghiền. Tải trọng tuần hoàn giảm từ 400 % xuống còn 97 %, hàm lượng chì trong cát phân cấp giảm từ 15 % xuống mức 2 % tức là ở mức thấp hơn quặng đầu.

Tại xưởng tuyển của Minera Cerro Lindo, Peru, tuyển quặng đồng chì kẽm, theo thiết kế sơ đồ nghiền gồm máy nghiền bi làm việc trong vòng kín với xiclôn đường kính 650 mm và tải trọng tuần hoàn 260 % được sử dụng. Sau đó 4 sàng chấn động cao tần lỗ lưới 0,23 và 0,18 mm lắp đặt thay thế các xiclôn do vậy tải trọng tuần hoàn giảm xuống còn 108 %, năng suất dây chuyền tăng 14 % và kích thước danh định trong sản phẩm nghiền tăng từ d80 bằng 141 μ m lên thành d80 bằng 160 μ m.

Tại OJSC KMaruda, Liên bang Nga, các vấn đề tương tự nảy sinh với máy phân cấp như quá nghiền, chi phí điện vv. Do vậy các máy sàng cao tần lỗ lưới 0,1 mm được lắp đặt để thay thế xiclôn phân cấp trong dây chuyền I của xưởng [6].

Từ các ứng dụng thực tế khả quan như vậy nên lựa chọn sàng thay thế toàn bộ các máy phân cấp được coi là lựa chọn số một khi thiết kế mới các xưởng tuyển quặng chứa khoáng vật nặng. Nhà

máy tuyển quặng đa kim Núi Pháo, Thái Nguyên, thuộc tập đoàn Masan, được thiết kế xây dựng và đưa vào hoạt động từ năm 2013 là trường hợp điển hình của giải pháp kiểm soát quá nghiền bằng sàng-cao tần được áp dụng lần đầu tiên tại Việt Nam. Trong thiết kế này, sàng được lựa chọn thay cho máy phân cấp dựa trên một số đặc điểm sau: (1) Tính nghiền và đặc điểm xâm nhiễm của quặng đa kim; (2) Sự có mặt của khoáng vật vonframit có tỉ trọng khá cao (7,1÷7,9) sẽ làm gia tăng hiện tượng quá nghiền nếu sử dụng máy phân cấp; và (3) Có thể tổ chức tuyển nổi giai đoạn I ngay ở độ mịn nghiền tương đối thô, tuyển đồng được thực hiện ở độ mịn nghiền -0,17 mm. Sơ đồ nghiền nhà máy tuyển luyện Núi Pháo được thể hiện trên H.1.



H.1. Sơ đồ nghiền quặng đa kim Núi Pháo

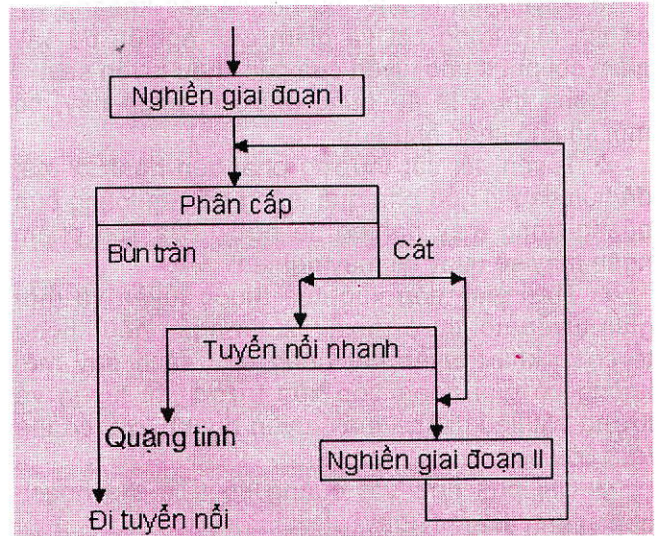
3. Tuyển nổi nhanh cát máy phân cấp

Tuyển nổi nhanh cát máy phân cấp được áp dụng với mục đích thu hồi các hạt khoáng vật dễ tuyển đã được giải phóng có trong cát tuần hoàn vào máy nghiền.

Ý tưởng tuyển cát của máy phân cấp thực chất đã được áp dụng từ lâu tuy nhiên chỉ từ những năm 1980 mới thực sự bắt đầu có các sơ đồ tuyển nổi nhanh cát quy mô công nghiệp được áp dụng. Máy tuyển nổi cát đầu tiên được lắp đặt vào tháng 6/1982 tại xưởng tuyển Hammaslahti, Phần Lan. Sau đó ứng dụng tuyển nổi nhanh đã tăng lên nhanh chóng tại các xưởng tuyển mới và cũ. Hiện nay khi thiết kế xưởng tuyển mới, phương án tuyển nổi nhanh luôn được cân nhắc.

Tuy tuyển nổi nhanh cát phân cấp đã có ứng dụng tới 30 năm nhưng có rất ít các nghiên cứu và tài liệu về phương pháp này cũng như mô hình và các chỉ dẫn ứng dụng thực tế. Tuy nhiên khả năng tăng thu hồi KVCI thêm từ 1÷3 % và trong phần lớn các trường hợp sản phẩm tinh của tuyển nhanh có thể đáp ứng tiêu chuẩn sản phẩm cuối mà không

cần phải tuyển tinh đã gây nhiều chú ý đối với các nhà nghiên cứu.



H.2. Sơ đồ nghiền-tuyển nổi nhanh

Về mặt lý thuyết, tuyển nổi nhanh cát phân cấp nhằm vào các hạt khoáng vật có ích thô đã được giải phóng (0,1÷0,25 mm) phải quay lại máy nghiền vì lớn hơn độ hạt ranh giới. Tuy nhiên khả năng áp dụng của tuyển nổi nhanh còn có tính khả thi cao hơn vì các máy phân cấp thường có hiệu suất phân cấp tương đối thấp 50÷60 %, tức là có tới 40÷50 % các hạt mịn bị quay lại máy nghiền, trong đó có cả các hạt khoáng vật có ích nặng nhưng mịn đã được giải phóng. Trong cát của máy phân cấp hàm lượng chì có thể cao gấp 3÷4 lần so với quặng đầu cấp vào khâu nghiền chứng tỏ sự tập trung của khoáng vật nặng trong cát máy phân cấp. Thêm vào đó khoáng vật có ích thường nặng và mềm hơn so với khoáng vật tạp nên trong hầu hết các trường hợp chúng có xu hướng tập trung vào cát nên dễ bị quá nghiền.

Tuyển nổi nhanh nếu được áp dụng, có thể có những ưu điểm nổi bật sau:

- ❖ Trong cát thường tập trung các hạt KVCI mới được giải phóng, bề mặt còn mới, ít bị ôxy hóa nên dễ tuyển nổi hơn so với trong bùn tràn, các hạt này ít bị ôxy hóa bề mặt hơn, do vậy quặng tinh tuyển nhanh trong nhiều trường hợp có chất lượng rất cao nên không cần tuyển tinh;

- ❖ Cát thường chứa ít mùn hơn so với bùn tràn nên dễ tuyển và chi phí thuốc thấp hơn;

- ❖ Cỡ hạt của quặng tinh tuyển nhanh thường thô nên khi trộn cùng với quặng tinh tuyển chính sẽ dễ lọc hơn và giảm độ ẩm chung của sản phẩm cuối;

- ❖ Tuyển nổi nhanh có thể áp dụng cho cả giai đoạn nghiền I và giai đoạn nghiền II, có thể áp dụng cho quặng bất kỳ miễn là có đủ lượng KVCI

đã được giải phóng trong cát để có thể tổ chức khâu tuyển nhanh;

- ❖ Tuyển nổi nhanh thu hồi cả các khoáng vật có ích mịn trong cát và giảm quá nghiền do vậy giảm chi phí thuốc tuyển của các khâu tuyển sau.

Trong thực tế áp dụng phương pháp này, có một số khó khăn như sau:

- ❖ Tuyển nổi cát thường phải tiến hành ở mật độ bùn cao vì nếu pha quá loãng sẽ làm loãng bùn quặng trong máy nghiền do nước của sản phẩm ngăn máy sẽ quay lại máy nghiền;

- ❖ Thời gian tiếp xúc của thuốc tuyển và thời gian tuyển nổi thường xảy ra rất ngắn nếu không tổ chức khâu tuyển cát riêng một cách quy mô, không có giai đoạn tiếp xúc trước khi tuyển và lượng vật liệu đi qua máy tuyển nhanh lớn, có thể tới 1800 t/h;

- ❖ Chỉ phù hợp với quặng có tỉ lệ thu hoạch quặng tinh thấp (4÷6 %);

- ❖ Động học của quá trình tuyển nhanh chưa được nghiên cứu nhiều;

- ❖ Đề kháng định tính khả thi và tính kinh tế của

tuyển nổi nhanh cần phải có rất nhiều kinh nghiệm và phải tổ chức nghiên cứu thực nghiệm cả ở quy mô phòng thí nghiệm và quy mô bán công nghiệp;

- ❖ Do lượng cát quay lại máy nghiền thường chiếm tới 200÷300 % so với cấp liệu mới vào máy nghiền nên thường chỉ một nửa tải trọng tuần hoàn được tuyển nhanh.

Tuyển nhanh có thể được thực hiện theo sơ đồ tuyển nhanh truyền thống, trong đó máy tuyển nổi nhanh đứng riêng lẻ để tạo ra quặng tinh cuối chất lượng cao. Sơ đồ này ít được sử dụng hơn nhưng dễ tích hợp vào nhà máy đang hoạt động để cải thiện hiệu quả công nghệ. Tuyển nhanh cũng có thể thiết kế thành 2 bước tuyển: bước tuyển nhanh thô bằng máy tuyển có thời gian tuyển dài hơn và lượng quặng tinh lớn hơn, chất lượng thấp hơn nhưng thu hồi cao hơn; bước tuyển tinh xử lý quặng tinh thô cho phép đạt quặng tinh chất lượng cao. Nếu quặng tinh tuyển nhanh chứa nhiều vàng tự do thì có thể tích hợp khâu tuyển siêu trọng lực vào giữa khâu tuyển thô và tuyển tinh nhanh để thu hồi vàng tự do.

Bảng 1. Kết quả ứng dụng tuyển nhanh một số loại quặng trên thế giới [2]

Loại quặng	Khu vực	Kết quả
Niken	Australia	Quặng tinh niken chất lượng cao hơn Thu hồi niken tăng tới 3,3 % Tối ưu hóa năng suất nghiền Tối ưu hóa khâu khử nước
Đồng/kẽm/vàng	Canada	Giảm 20 % thuốc tập hợp trong vòng tuyển Cu Giảm 2,6 % thu hồi kẽm vào quặng tinh đồng Vận hành khâu tuyển ổn định hơn Tăng 5 % thu hồi vàng Giảm độ ẩm 1÷2 % của quặng tinh đồng Thu hồi vốn sau khoảng 3 tháng
Đồng /vàng	Australia	Thu hồi vàng tăng tới 2,5 % Tối ưu hóa năng suất nghiền Tăng năng suất máy lọc 20 % Độ ẩm quặng tinh giảm 2 %
Vàng	New Zealand	Thu hồi vàng tăng tới 2,5 % Thu hồi tới 80 % trong máy tuyển nổi nhanh

4. Kết luận

Nghiền là quá trình tiêu thụ nhiều điện năng nhất trong xưởng tuyển nên được coi là chìa khóa để tuyển hiệu quả. Sơ đồ nghiền và thiết bị sử dụng cần được quan tâm nhiều hơn.

Sử dụng thiết bị phân cấp, đặc biệt là xiclôn, trong sơ đồ nghiền vòng kín được coi là phương pháp truyền thống, tuy nhiên nhược điểm cơ bản của máy phân cấp bao gồm không chỉ phân cấp theo cỡ hạt mà còn theo tỉ trọng dẫn tới hiện tượng quá nghiền, đặc biệt là các khoáng vật nặng. Tải

trọng tuần hoàn cao, 200÷300 %, làm tăng đáng kể thể tích máy nghiền, tăng chi phí sử dụng điện trong khâu nghiền.

Thực tế sử dụng sàng chấn động cao tần trong sơ đồ nghiền vòng kín cho thấy có rất nhiều các ưu thế so với máy phân cấp. Các ưu điểm này bao gồm tăng hiệu suất phân cấp, giảm quá nghiền, giảm tải trọng tuần hoàn, giảm tiêu thụ điện, tăng năng suất khâu nghiền cũng như xưởng tuyển, các khâu sau dễ dàng hơn và hiệu quả chung là giảm chi phí sản xuất trên tấn quặng đem tuyển.

Một trong các giải pháp tiên tiến nhằm giảm quá nghiền các khoáng vật có ích là tuyển nổi nhanh cát của máy phân. Tuyển nhanh nhằm thu hồi nhanh các hạt khoáng vật có ích đã được giải phóng có trong cát tuần hoàn của máy và có thể thu hồi các hạt quặng có cỡ hạt tới 0,27 mm. Các hạt khoáng vật có ích trong cát của máy phân cấp thường dễ tuyển hơn do bề mặt ít bị ôxy hóa. Tuyển nhanh có thể tăng thu hoạch 1÷2 % và tăng thu hồi chung từ 1÷3 %. Sản phẩm tinh của tuyển nhanh trong nhiều trường hợp có chất lượng cao nên không cần tuyển tinh.

Số lượng các nghiên cứu và tài liệu về tuyển nhanh cát máy phân cấp còn khá hạn chế nên cần phải có các nghiên cứu tỉ mỉ hơn về khả năng áp dụng, loại quặng áp dụng, thành phần khoáng vật học, chế độ thuốc tuyển, đánh giá ảnh hưởng của thuốc tuyển đối với các khâu tuyển sau và khả năng dự đoán kết quả tuyển.

Các đối tượng quặng chứa các khoáng vật nặng như quặng đồng Sin Quyền, quặng chì-kẽm Chợ Điền, quặng dễ mùn hóa như quặng apatit Lào Cai... đều có thể là đối tượng nghiên cứu áp dụng các giải pháp kiểm soát quá nghiền tiên tiến. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Benjamin H. Clark, 2007, The Derrick Stack Sizer™: Revolutionary Advancements in Wet Screening Technology, Proceedings of the 39th Annual Canadian Mineral Processors Conference, p413-418.
2. Coleman R., 2015, Maximise your recoveries in a flash flotation, <http://www.outotec.com>; retrieved on 17/3/2015.
3. Mackinnon S. và nnk, 2003, The interaction of flash flotation with closed circuit grinding. Mineral Engineering, vol.16, issue 11, 11/2003, p1149-1160.
4. Mackinnon S. và nnk, 2003, Development of a laboratory method to predict plant flash flotation performance. Froth flotation, Mineral Engineering, vol.16, issue 11, 11/2003, p1149-1160.
5. Newcombe, B., Bradshaw, D., Wightman, E., 2012. Flash flotation... and the plight of the coarse particle. Miner. Eng. 34, 1–10.
6. Pelevin, A. E. and Lazebnaya M. V. 2009, Application of Derrick Screens in Locked Grinding Circuit at the KMaruda Mining Complex Concentrating Plant, Mineral Processing Journal.
7. Valine S.B. và nnk, 2008, Application of high frequency screens in closing grinding circuits, Derrick Corporation, USA và Goldex S.A., Peru.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

SUMMARY

Overgrinding of valuable minerals is one of the most challenging issues of conventional grinding. The phenomenon is particularly serious when encountering ore bearing heavy minerals such as wolframite, cassiterite or galena, as they tend to return to the grinding mills with underflow product of the classifier till they are ground too fine to be able reported to the overflow and causes excessive loss of valuable minerals in form of slimes. This paper is to give a comprehensive review of the available tools for dealing with overgrinding phenomenon. The use of high frequency screens has been proven to be efficient for lead ores, wolframite ores etc. In close circuit of grinding where classifiers are preferred, flash flotation may play a very important role in minimizing effect of valuable mineral overgrinding. Such integral role of flash flotation has been proven efficient in many of the gold and sulphide mineral concentrators around the world.

THỜI ĐIỂM VÀ NGƯỜI

1. Số hoàn hảo giống như người hoàn hảo, rất hiếm có. *René Descartes*.
2. Điều vô lý là khái niệm thiết yếu và là sự thật đầu tiên. *Albert Camus*.
3. Sự khác biệt giữa thiên tài và kẻ ngu dốt là ở chỗ thiên tài luôn có giới hạn. *Thomas Edison*.
4. Chuyên gia là người đã biết những sai lầm tệ hại nhất có thể mắc phải trong một phạm vi hẹp. *Niels Bohr*.
5. Người muốn sống yên bình và thoải mái không được nói lên tất cả những gì mình biết và tất cả những gì mình thấy. *B. Franklin*.
6. Nhiệm vụ tinh thần mà con người có thể và phải đặt ra cho chính mình không phải là cảm thấy an toàn mà là có thể chấp nhận sự bất an. *Walter Scott*.
7. Bất cứ ai hành động khôn ngoan đều cân nhắc tới mọi tình huống, những mối liên quan trong quyết định mình lựa chọn và còn phải cân nhắc nhiều hơn tới khả năng của mình. *Gottfried Wilhelm Leibniz*.

VTH sưu tầm