

# NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ HUY ĐỘNG KHAİ THÁC THAN DƯỚI CÔNG TRÌNH, ĐỐI TƯỢNG BẢO VỆ BỀ MẶT VÙNG QUẢNG NINH

Phan Văn Việt\*, Nhữ Việt Tuấn, Trần Minh Tiến

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 3 Phan Đình Giót, Hà Nội, Việt Nam

## THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 02/8/2023

Ngày nhận bài sửa: 18/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/9/2023

\*Tác giả liên hệ:

Email: phanvietkt@gmail.com

## TÓM TẮT

Trong ranh giới các dự án mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh hiện nay đều tồn tại phần tài nguyên, trữ lượng than phải để lại làm trụ bảo vệ các công trình, đối tượng trên bề mặt. Vấn đề nghiên cứu, tìm kiếm giải pháp kỹ thuật, công nghệ vừa đảm bảo khai thác an toàn, hiệu quả vỉa than nằm phía dưới, đồng thời không làm hư hại công trình, đối tượng cần bảo vệ trên bề mặt là rất cần thiết. Bài viết này giới thiệu tổng quan những thành tựu và kinh nghiệm trên thế giới về khai thác than dưới công trình, đối tượng bảo vệ bề mặt bằng công nghệ khai thác chèn lò, qua đó nghiên cứu và đề xuất lựa chọn giải pháp phù hợp áp dụng trong điều kiện các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh. Kết quả nghiên cứu cho thấy, công nghệ khai thác với phương pháp chèn lò cơ khí hoặc chèn lò thủy lực dạng vỉa, sử dụng vật liệu chèn từ nguồn đá thải mỏ, xỉ thải hoặc tro xỉ nhà máy nhiệt điện phù hợp và hoàn toàn có tính khả thi để triển khai áp dụng thực tế, đáp ứng nhu cầu của sản xuất.

**Từ khóa:** khai thác than hầm lò, công trình được bảo vệ, Quảng Ninh

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh có tài nguyên, trữ lượng than phân bố dưới các công trình, đối tượng bề mặt cần bảo vệ rất lớn, khoảng 2,1 tỷ tấn, trong đó có khoảng 188 triệu tấn nằm trong ranh giới các dự án mỏ đã được quy hoạch (theo Quyết định 403/QĐ-TTg) nhưng chưa được huy động khai thác do phải để lại làm trụ bảo vệ [5]. Vấn đề huy động khai thác trữ lượng than trong trụ bảo vệ theo công nghệ khai thác truyền thống, điều khiển đá vách bằng phá hỏa toàn phần sẽ không phù hợp, do quá trình khai thác và phá hỏa đá vách làm sập đổ, dịch chuyển địa tầng đất đá phía trên vỉa than gây biến dạng, sụt lún và có thể dẫn tới phá hủy công trình bề mặt, hoặc gây nguy cơ xuất

lộ nước từ đối tượng chứa nước bề mặt xuống công trình khai thác hầm lò bên dưới. Trên thế giới, để giải quyết bài toán khai thác than dưới đối tượng bảo vệ bề mặt nêu trên, các nước phát triển như Nga, Ba Lan, Trung Quốc, Canada, ... đã sớm nghiên cứu thành công và áp dụng phổ biến công nghệ khai thác chèn lò, sử dụng các loại vật liệu như: đá thải mỏ; xỉ thải, quặng đuôi nhà máy tuyển; cát; tro xỉ nhà máy nhiệt điện, ... để chèn lấp khoảng trống đã khai thác than, nhằm ngăn cản quá trình sập đổ đá vách và dịch chuyển, biến dạng địa tầng phía trên. Qua đó, đã giải quyết bài toán khó khăn, phức tạp trong việc vừa đảm bảo khai thác tối đa tài nguyên than, vừa bảo vệ được công trình trên bề mặt. Đặc biệt, quá trình đưa vật liệu

xuống chèn lấp không gian đã khai thác còn cho phép xử lý một phần chất thải rắn từ chính quá trình khai thác, chế biến, sử dụng than, góp phần bảo vệ môi trường và thúc đẩy phát triển mô hình kinh tế tuần hoàn trong lĩnh vực công nghiệp khai thác mỏ. Theo đó, vấn đề nghiên cứu áp dụng công nghệ khai thác chèn lò hoàn toàn có tính khả thi và triển vọng rất lớn để giải quyết bài toán khai thác than dưới công trình, đối tượng cần bảo vệ bề mặt cho các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.

## 2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Tổng quan kinh nghiệm khai thác chèn lò dưới công trình, đối tượng bảo vệ bề mặt trên thế giới và trong nước

Khai thác than dưới công trình, đối tượng bảo vệ bề mặt đã được nghiên cứu và áp dụng phổ biến ở các nước trên thế giới từ rất sớm theo các nhóm giải pháp kỹ thuật, công nghệ khác nhau, bao gồm: (i) - nhóm giải pháp di dời công trình bề mặt ra ngoài phạm vi ảnh hưởng của khai thác hầm

lò bên dưới; (ii) - nhóm giải pháp điều tiết mức độ sụt lún đồng đều bề mặt thông qua việc bố trí trình tự khai thác hợp lý kết hợp để lại trụ than bảo vệ, đồng thời gia cố công trình bề mặt; (iii) - nhóm giải pháp công nghệ khai thác điều khiển đá vách bằng chèn lò. Trong phạm vi bài viết này sẽ tập trung tổng quan về giải pháp công nghệ khai thác chèn lò đã được áp dụng phổ biến, hiệu quả và đạt được nhiều thành tựu nổi bật ở các nước phát triển trên thế giới. Ví dụ tại Ba Lan, giai đoạn những năm 1950, mỗi năm khai thác hàng trăm triệu tấn than dưới thành phố, công trình công nghiệp bằng công nghệ khai thác chèn lò, chiếm 40 ÷ 65% tổng sản lượng toàn quốc, tính đến nay đã khai thác chèn lò được trên 2 tỷ tấn than. Tại Nga, than khai thác bằng công nghệ chèn lò chiếm gần 20% tổng sản lượng vùng Kuzbass (khu vực khai thác than lớn của Nga) trong giai đoạn những năm 50 ÷ 60 của thế kỷ trước với sản lượng từ 17,0 ÷ 20,0 triệu tấn/năm [1].



a. Trạm trộn vữa chèn trên mặt bằng.



b. Thi công chèn.



c. Khối chèn sau đông cứng.

### Hình 1. Một số hình ảnh khai thác chèn lò thủy lực dạng vữa tại mỏ Đại Trang.

Tại Trung Quốc, từ những năm 1960 đến nay đã khai thác trên 1 tỷ tấn than dưới các công trình công nghiệp, thành phố, khu dân cư, sông hồ bằng công nghệ khai thác chèn lò. Theo các số liệu thống kê của Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về công nghệ khai thác chèn lò (tỉnh Hà Bắc) và Trường Đại học Mỏ và Công nghệ Trung Quốc, hiện nay có khoảng 80 mỏ than đang áp dụng công nghệ khai thác chèn lò với tổng sản lượng trên 35

triệu tấn/năm, tập trung chủ yếu tại các vùng như: Sơn Đông; Sơn Tây; Hà Bắc; Hà Nam; An Huy; Thiểm Tây; Nội Mông [8]. Ví dụ điển hình như mỏ than Đại Trang tại thành phố Tế Ninh, tỉnh Sơn Đông áp dụng công nghệ khai thác chèn lò thủy lực dạng vữa để khai thác than dưới đồng ruộng và khu dân cư. Các lò chợ khai thác vỉa dày trung bình 2,9 m, góc dốc trung bình 10°, vữa chèn được chế biến từ đá thải mỏ nghiền, cỡ hạt < 25 mm, tỷ lệ

phối trộn các thành phần như sau: đá thải nghiền 57,8%, tro bay 16,2%, xỉ măng 6,9%, còn lại là nước 19,1%. Đồng bộ thiết bị chèn lò gồm: máy bơm vữa chèn loại KOS25100HP công suất 150 m<sup>3</sup>/giờ, áp lực bơm lớn nhất 12 MPa; hệ thống đường ống chèn lò  $\Phi 219 \times 12$  có tổng chiều dài lớn nhất đến 6300 m. Kết quả, đã khai thác được 1.580 nghìn tấn than, tiêu hao gần 600 nghìn m<sup>3</sup> đá thải làm vật liệu chèn để bảo vệ hơn 56 nghìn ha diện tích bề mặt. Hiện tại, mỏ Đại Trạng vẫn đang duy trì sản lượng khai thác chèn lò 0,6 triệu tấn/năm. Giá thành công đoạn chèn lò tính cho 1 tấn than khai thác khoảng 472.000 đồng/tấn (140 CNY - nhân dân tệ), chiếm khoảng 30% tổng giá thành khai thác, trong đó: chi phí nguyên vật liệu chèn là 374.500 đồng/tấn, chiếm 79,4%; chi phí khấu hao thiết bị 59.255 đồng/tấn, chiếm 12,5%; chi phí điện năng 29.050 đồng/tấn, chiếm 6,2%; chi phí nhân công 9.135 đồng/tấn, chiếm 1,9%. Quá trình quan trắc dịch động bề mặt cho thấy, sau khi khai thác chèn lò, bề mặt địa hình gần như không sụt lún hoặc mức độ sụt lún đo được rất nhỏ, dưới 50mm, đặc biệt đối với những lò chợ có tỉ lệ chèn cao, độ co ngót khối chèn nhỏ, độ sụt lún bề mặt đo được dưới 10 mm, đáp ứng rất tốt yêu cầu bảo vệ công trình bề mặt [2,7].

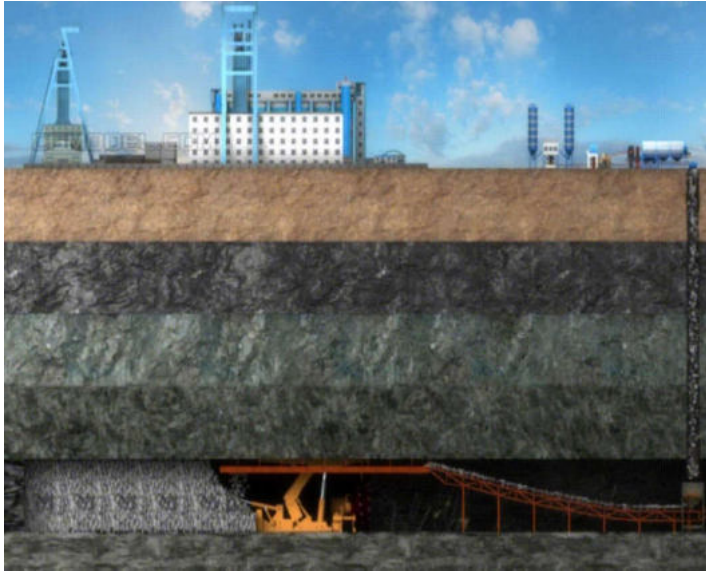
Về phân loại phương pháp chèn lò, theo tỉ lệ điền đầy không gian đã khai thác lò chợ, được chia thành phương pháp chèn toàn phần và chèn lò từng phần (bán phần). Theo phương pháp vận chuyển vật liệu chèn đến vị trí thi công và trạng thái hỗn hợp vật liệu chèn khi đưa vào lò chợ (dạng khô, hỗn hợp lỏng, hoặc dạng sệt,...) người ta phân thành các phương pháp chèn lò chủ yếu gồm: chèn lò tự chảy; chèn lò cơ khí; chèn lò khí nén; chèn lò thủy lực; chèn lò thủy lực dạng vữa. Mỗi phương pháp chèn lò khác nhau sẽ có các ưu, nhược điểm về phạm vi áp dụng, chi phí đầu tư dây chuyền thiết bị, công suất khai thác lò chợ, chi phí vật liệu chèn, hiệu quả kinh tế, hiệu quả bảo vệ công trình bề mặt, ..., cụ thể như sau:

\* *Phương pháp chèn lò tự chảy*: Vật liệu chèn thông thường là đá thải được nghiền, đập đến cỡ hạt phù hợp và đưa vào chèn lấp trong lò chợ ở

dạng khô, chủ yếu bằng tự chảy dưới tác dụng của trọng lực. Phương pháp này có ưu điểm công nghệ đơn giản, không yêu cầu cao đối với việc gia công, chế biến vật liệu chèn. Nhược điểm là: phạm vi áp dụng giới hạn tương đối hẹp ở các vỉa than có độ dốc lớn, mức độ cơ giới hóa chèn lò kém, chi phí nhân lực chèn lò cao, năng suất lao động thấp, độ lèn chặt của khối chèn nhỏ dẫn đến hiệu quả khống chế sụt lún bề mặt thấp. Hiện nay phương pháp chèn lò này hầu như không còn được áp dụng;

\* *Phương pháp chèn lò khí nén*: Phương pháp chèn lò khí nén được thực hiện bằng sử dụng năng lượng khí nén đẩy vật liệu chèn vào không gian đã khai thác. Chèn lò khí nén có các ưu điểm như: công nghệ đơn giản, mức độ cơ giới hóa khâu chèn lò tương đối cao, năng suất chèn tương đối lớn. Tuy nhiên, nhược điểm là yêu cầu cao về gia công chế biến vật liệu trước khi chèn, tiêu hao năng lượng lớn, quá trình thi công chèn phát sinh nhiều bụi, mức độ ăn mòn đường ống và các thiết bị chèn cao, mức độ lèn chặt của khối chèn hạn chế. Do vậy, hiện nay phương pháp chèn lò khí nén cũng không còn được áp dụng mà được thay thế bằng các phương pháp chèn lò tiên tiến hơn;

\* *Phương pháp chèn lò cơ khí*: Phương pháp chèn lò cơ khí sử dụng vật liệu chèn tương tự như phương pháp chèn lò tự chảy, tuy nhiên quá trình thi công chèn lò được cơ giới hóa bằng dùng máy hất (ném), tời cào hoặc sử dụng hệ thống máng cào treo phía sau giàn chống đưa vật liệu chèn vào không gian đã khai thác. Phương pháp chèn lò này có ưu điểm mức độ cơ giới hóa và năng suất chèn lò cao hơn so với phương pháp chèn lò tự chảy, phù hợp áp dụng trong điều kiện vỉa than có góc dốc bất kỳ. Nhược điểm là quá trình thi công chèn phát sinh bụi, tiếng ồn, độ lèn chặt của khối chèn còn hạn chế. Hiện nay, phương pháp chèn lò cơ khí bằng máy hất (ném) hoặc tời cào đã không còn được sử dụng do công nghệ lạc hậu, tuy nhiên phương pháp chèn lò cơ khí sử dụng máng cào treo kết hợp với giàn chống tự hành là một trong những phương pháp chèn lò tiên tiến, hiện đang được áp dụng rất phổ biến và hiệu quả ở nhiều nước trên thế giới;



a. Mô hình phương pháp chèn lò cơ khí.



b. Máng cào vận chuyển vật liệu chèn



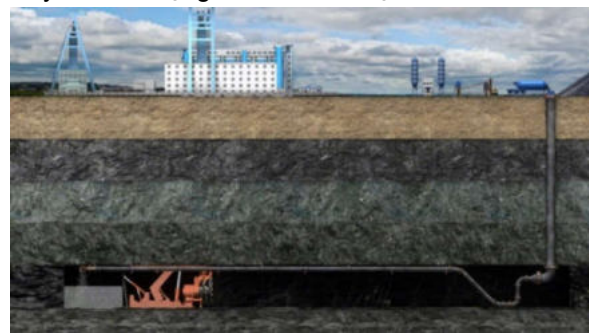
c. Cơ cấu đầm (lèn) vật liệu chèn.

**Hình 2. Sơ đồ nguyên lý phương pháp chèn lò cơ khí.**

\* Phương pháp chèn lò thủy lực: Phương pháp chèn lò này sử dụng năng lượng dòng nước thông qua hệ thống bơm đường ống đưa vật liệu chèn vào chèn lấp không gian đã khai thác. Vật liệu chèn sử dụng thông thường là: cát sông, quặng đuôi nhà máy tuyển, tro xỉ nhà máy nhiệt điện, tro xỉ nhà máy luyện kim, đá thải mỏ nghiền, v.v... Chèn lò thủy lực có ưu điểm cơ giới hóa khâu vận chuyển vật liệu chèn với tính liên tục cao, năng suất vận tải lớn, khối chèn sau thi công có độ lèn chặt tốt, tỉ lệ co ngót nhỏ, hiệu quả khống chế dịch động đất đá bảo vệ công trình bề mặt tốt. Nhược điểm là đưa vào mỏ khối lượng nước tương đối lớn, gây ảnh hưởng đến công tác sản xuất lò chợ, thành phần và cấp phối hạt vật liệu phải đảm bảo khối chèn sau thi công có độ thoát nước nhanh, trong quá trình chèn lò dễ xảy ra hiện tượng phân lớp, lắng đọng vật liệu chèn gây tắc đường ống. Phương pháp chèn lò thủy lực trước đây được áp dụng phổ biến tại Ba Lan, tuy nhiên hiện nay việc áp dụng bị hạn chế, chủ yếu áp dụng đối với mỏ khai thác quặng;

\* *Phương pháp chèn lò thủy lực dạng vữa*: Phương pháp chèn lò này được phát triển từ chèn lò thủy lực, trong đó vật liệu chèn là hỗn hợp dạng vữa sệt (như bê tông mác thấp trong xây dựng), được chế biến trên mặt bằng nhờ phối trộn theo tỷ lệ nhất định các thành phần gồm: cốt liệu (thường sử dụng đá thải nghiền, hoặc quặng đuôi nhà máy

tuyển, tro xỉ nhà máy luyện kim, tro xỉ nhiệt điện, tro bay, cát, v.v...); chất kết dính (xi măng, thạch cao, vôi...); nước và một số phụ gia khác. Hỗn hợp vữa chèn được vận chuyển nhờ hệ thống bơm vận tải đường ống từ trạm trộn bề mặt tới vị trí thi công chèn lò trong mỏ. Khối chèn sau thi công một thời gian sẽ đông cứng và đạt cường độ kháng nén nhất định, có tác dụng chống đỡ, hạn chế dịch chuyển biến dạng đá vách lò chợ;



**Hình 3. Mô hình phương pháp chèn lò thủy lực dạng vữa**

Phương pháp chèn lò thủy lực dạng vữa có các ưu điểm của chèn lò thủy lực như dễ dàng thực hiện cơ giới hóa khâu vận tải với tính liên tục cao, công suất vận chuyển lớn. Đồng thời có các ưu điểm vượt trội cho phép khắc phục các hạn chế của phương pháp chèn lò thủy lực thông thường như: vữa chèn có độ đậm đặc nhất định (nồng độ cao), độ tiết nước sau khi thi công tại lò chợ rất nhỏ;

khâu vận chuyển vữa và chèn lò được cơ giới hóa hoàn toàn, tổ chức thi công chèn lò đơn giản, giảm tối đa thời gian khâu chèn lò góp phần nâng cao công suất lò chỢ; khối chèn sau đông cứng có cường độ kháng nén cao, độ co ngót nhỏ (dưới 3%) nên hiệu quả khống chế sụt lún biến dạng bề mặt tốt, cho phép áp dụng hiệu quả trong điều kiện khu vực có yêu cầu bảo vệ khẩn khe với độ tin cậy cao; phạm vi áp dụng rộng rãi với các điều kiện vỉa than và loại hình công nghệ khai thác khác nhau. Nhược điểm là khâu gia công chế biến vữa chèn tương đối phức tạp, thành phần chất kết dính ximăng và chất phụ gia trong hỗn hợp vữa chèn có giá tương đối đắt, yêu cầu xây dựng hệ thống trạm trộn bề mặt và hệ thống bơm vận chuyển vữa chèn với chi phí đầu tư ban đầu tương đối cao, phù hợp áp dụng với điều kiện quy mô khai thác tương đối lớn [7].

Hiện nay phương pháp chèn lò dạng vữa được sử dụng rất phổ biến và hiệu quả tại nhiều nước trên thế giới, đặc biệt là tại Trung Quốc, góp phần giải quyết triệt để bài toán khai thác dưới công trình, đối tượng có yêu cầu cao về bảo vệ sụt lún, biến dạng bề mặt.

Ở trong nước, công nghệ khai thác chèn lò toàn phần bằng phương pháp chèn lò tự chảy được Viện Khoa học Công nghệ Mỏ phối hợp với các chuyên gia Nhật Bản thử nghiệm lần đầu tiên vào năm 2006 tại lò chỢ mức -25/+30 vỉa 8 Tây xuyên vỉa 56-I, Cảnh Bắc, Công ty Than Mạo Khê. Khu vực thử nghiệm có chiều dày vỉa trung bình 2,2 m, vỉa dốc 46 ÷ 60°, gương khẩu được bố trí dạng chân khay (kiểu Kakuchi), chống lò chỢ bằng vỉ chống gỗ. Vật liệu chèn sử dụng là đá thải bã sàng được vận chuyển bằng goòng đến đầu lò chỢ,

sau đó được đổ tự chảy theo chiều dốc xuống chèn lấp khu vực đã khai thác, tổng khối lượng vật liệu chèn đã sử dụng khoảng 2.800 m<sup>3</sup>. Kết quả áp dụng thử nghiệm đã khẳng định công nghệ khai thác chèn lò là khả thi về kỹ thuật, đáp ứng tốt yêu cầu điều khiển đá vách khi khai thác lò chỢ dài trong điều kiện vỉa than có góc dốc lớn, góp phần tận thu tài nguyên trong điều kiện địa chất phức tạp. Mặc dù về kinh tế, với giá thành tiêu thụ than tại thời điểm áp dụng, công nghệ khai thác điều khiển vách bằng chèn lò toàn phần tại Công ty Than Mạo Khê chưa đem lại hiệu quả, nhưng kết quả này là một thành tựu về mặt kỹ thuật, mở ra hướng khai thác điều khiển đá vách bằng chèn lò để bảo vệ các công trình bề mặt và chống giữ, điều khiển áp lực mỏ [4].

**2.2. Nghiên cứu đề xuất giải pháp kỹ thuật công nghệ huy động khai thác than dưới công trình, đối tượng bảo vệ bề mặt vùng Quảng Ninh**

**2.2.1. Trữ lượng và điều kiện vỉa than dưới công trình bảo vệ bề mặt**

Kết quả đánh giá, tổng hợp trữ lượng than trong trụ bảo vệ công trình, đối tượng bề mặt tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh cho thấy, trong phạm vi các dự án mỏ được quy hoạch theo Quyết định 403/QĐ-TTg, trữ lượng than trong trụ bảo vệ khoảng 188,4 triệu tấn. Phần trữ lượng này phân bố tại hầu hết các đơn vị hầm lò, trong đó tập trung nhiều nhất tại các đơn vị: Mạo Khê 48,5 triệu tấn, chiếm 25,7%; Núi Béo 27,9 triệu tấn, chiếm 14,8%; Hòn Gai 26,7 triệu tấn, chiếm 14,1%; Hạ Long 23,4 triệu tấn, chiếm 12,4%; Quang Hanh 18,8 triệu tấn, chiếm 10%; Hà Lâm 13,7 triệu tấn, chiếm 7,3% tổng trữ lượng (Bảng 1) [4].

**Bảng 1. Tổng hợp trữ lượng trong các trụ bảo vệ công trình bề mặt**

TT	Tên Công ty	Trữ lượng (1000 T)			Tổng
		Dưới khu dân cư	Dưới đối tượng chứa nước	Dưới các công trình khác	
1	Mạo Khê	16.150	5.218	27.149	<b>48.517</b>
2	Vàng Danh	-	5.132	-	<b>5.132</b>
3	Hà Lâm	4.565	-	9.134	<b>13.699</b>
4	Hòn Gai	1.626	19.595	5.437	<b>26.658</b>
5	Núi Béo	22.528	2.383	3.002	<b>27.913</b>

TT	Tên Công ty	Trữ lượng (1000 T)			
		Dưới khu dân cư	Dưới đối tượng chứa nước	Dưới các công trình khác	Tổng
6	Quang Hanh	-	-	18.836	<b>18.836</b>
7	Dương Huy		1.254	7.794	<b>9.048</b>
8	Hạ Long	-	-	23.437	<b>23.437</b>
9	Mông Dương	-	-	11.370	<b>11.370</b>
10	Khe Chàm	-	3.846	-	<b>3.846</b>
	<b>Tổng cộng</b>	<b>44.869</b>	<b>37.428</b>	<b>106.159</b>	<b>188.456</b>

Phân loại trữ lượng theo công trình, đối tượng bảo vệ bề mặt cho thấy: trữ lượng than nằm dưới các khu vực dân cư khoảng 44,8 triệu tấn, chiếm 23,8%; dưới đối tượng chứa nước khoảng 37,4 triệu tấn, chiếm 19,8%; dưới các công trình khác (đường truyền tải điện, đường quốc lộ, đường sắt, tuyến băng tải, nhà máy tuyển, kho than các công trình trên mặt bằng sân công nghiệp, v.v...) khoảng 106,1 triệu tấn chiếm 56,3%.

Trữ lượng than trong trụ bảo vệ tương đối đa dạng về điều kiện chiều dày và góc dốc vỉa, kết quả đánh giá, phân loại cho thấy: phạm vi chiều dày > 3,5 m, góc dốc từ 15 ÷ 35° có trữ lượng 67,2 triệu tấn, chiếm khoảng 35,6%; chiều dày > 3,5 m, góc dốc < 35° có trữ lượng 30,7 triệu tấn, chiếm khoảng 16,2%; chiều dày > 3,5 m, góc dốc > 55° có trữ lượng 26,8 triệu tấn, chiếm khoảng 14,1%; chiều dày > 3,5 m, góc dốc từ 35 ÷ 55° có trữ lượng 18,3 triệu tấn, chiếm khoảng 9,7% tổng trữ lượng trong các trụ bảo vệ.

### **2.2.2. Nghiên cứu, đề xuất công nghệ khai thác chèn lò**

Trên cơ sở tổng quan kinh nghiệm khai thác chèn lò trên thế giới và phân tích, đánh giá đặc điểm điều kiện địa chất, kỹ thuật các vỉa than phân bố dưới công trình, đối tượng bảo vệ bề mặt tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, báo cáo đề xuất định hướng lựa chọn áp dụng công nghệ khai thác chèn lò như sau:

*\* Về phương pháp chèn lò:*

+ Áp dụng phương pháp chèn lò cơ khí, vận chuyển vật liệu chèn bằng máng cào treo phía sau

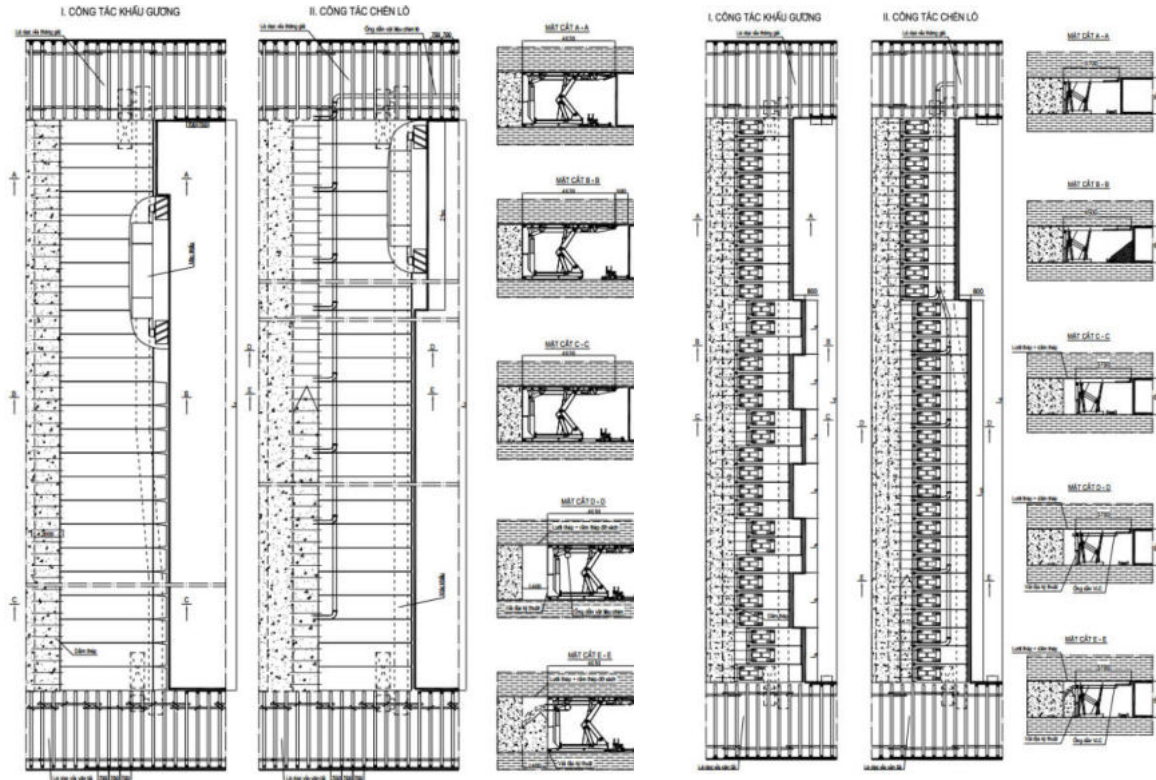
giàn/giá chống thủy lực cho khu vực trữ lượng vỉa than dưới đối tượng chứa nước hoặc các công trình công nghiệp không yêu cầu quá nghiêm ngặt về độ ổn định, sụt lún nền móng (mặt bằng công nghiệp mỏ, kho than, ...);

+ Áp dụng phương pháp chèn lò thủy lực dạng vừa (có mức độ điền đầy cao và độ co ngót khối chèn nhỏ) để khai thác vỉa than dưới khu dân cư, công trình công nghiệp có yêu cầu khắt khe về bảo vệ bề mặt (đường điện, đường giao thông, nhà máy tuyển, tuyến băng tải, ...).

*\* Về công nghệ khai thác:*

Đối với khu vực vỉa than góc dốc thoải đến nghiêng (<35 độ), tùy thuộc điều kiện chiều dày vỉa, quy mô trữ lượng lò chợ, có thể xem xét áp dụng một trong các sơ đồ công nghệ khai thác chèn lò như sau: (i) - Sơ đồ công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ, khẩu toàn chiều dày vỉa (vỉa than dày trung bình) hoặc khẩu chia lớp nghiêng (vỉa dày), chống giữ lò chợ bằng giàn chống tự hành; (ii) - Sơ đồ công nghệ khai thác khoan nổ mìn, khẩu toàn chiều dày vỉa (vỉa than dày trung bình) hoặc khẩu chia lớp nghiêng (vỉa dày), chống giữ lò chợ bằng vỉ chống thủy lực tổ hợp.

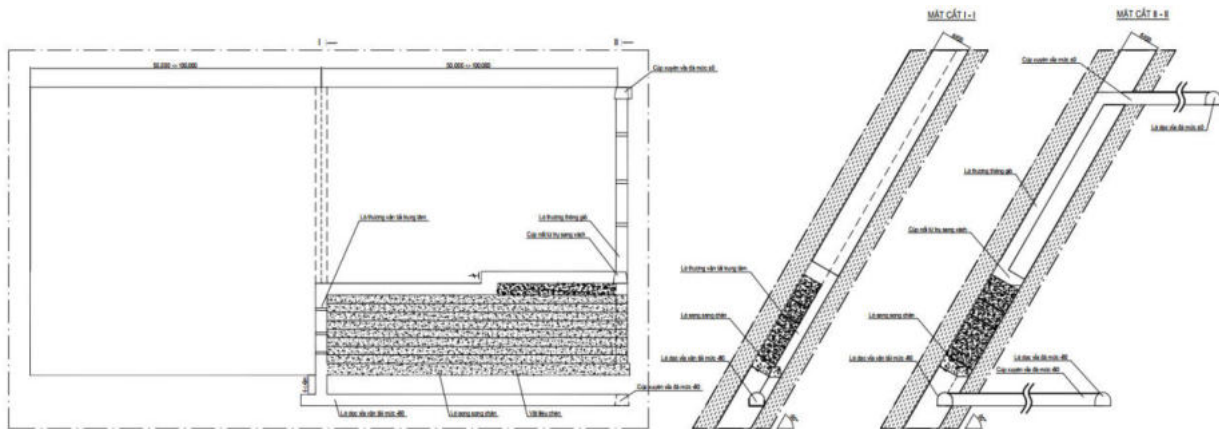
Đối với khu vực vỉa than có góc dốc trên 35°, có thể áp dụng một trong các sơ đồ công nghệ khai thác chèn lò sau: (i) - Sơ đồ công nghệ khai thác lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn chống mềm ZRY, áp dụng cho điều kiện vỉa dốc trên 35°; (ii) - Sơ đồ công nghệ khai thác chia lớp ngang nghiêng, trình tự khấu than từ dưới lên, áp dụng cho điều kiện vỉa dốc trên 55°.



a. SDCN khai thác cơ giới hóa đồng bộ.

b. SDCN khai thác khoan nổ mìn.

Hình 4. Các sơ đồ công nghệ khai thác cho điều kiện vỉa thoải đến nghiêng.



Hình 5. Sơ đồ công nghệ khai thác chia lớp ngang nghiêng, khẩu than từ dưới lên.

**\* Về lựa chọn nguồn vật liệu chèn lò:**

Tùy thuộc vào phương pháp chèn lò, các thành phần vật liệu chèn phải được lựa chọn đáp ứng các tiêu chí sau: là vật liệu trơ không cháy; giá rẻ, nguồn cung lớn; phân bố gần mỏ để thuận lợi vận chuyển tập kết; cấp phối hạt cốt liệu phải đáp ứng khả năng bơm vận tải đường ống, đồng thời đảm bảo khối chèn sau đông kết có cường độ kháng

nén cao khi sử dụng phương pháp chèn lò thủy lực dạng vữa; hoặc phải đảm bảo cỡ hạt nhất định để thuận lợi cho vận chuyển bằng máng cào và có độ lèn chặt cao nhất khi sử dụng phương pháp chèn lò cơ khí. Kết quả khảo sát, nghiên cứu đánh giá nguồn vật liệu chèn sẵn có hoặc lân cận các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh cho thấy có thể xem xét sử dụng các nguồn vật liệu sau:

- Đá thải mỏ: Vùng Quảng Ninh có nguồn đá thải mỏ rất lớn, ước tính hiện có khoảng 2,2 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm dụng diện tích khoảng 4000 ha, và mỗi năm tăng thêm khoảng 170 ÷ 200 triệu m<sup>3</sup>. Đá thải có nguồn gốc chủ yếu từ đá bóc lộ thiên, từ các gương đào lò đá, thành phần chính là đá bột kết, cát kết và 1 phần nhỏ là sét kết, kích thước trung bình 100 ÷ 300 mm. Nếu sử dụng nguồn đá thải này làm vật liệu chèn có ưu điểm nguồn cung phong phú, sẵn có tại các mỏ nên giảm chi phí vận chuyển, đồng thời giải quyết một phần nhu cầu xử lý chất thải rắn của mỏ. Tuy nhiên, nhược điểm là phải tiến hành khâu gia công, nghiền sàng đảm bảo cỡ hạt phù hợp cho công tác vận chuyển và thi công chèn lò [5].

- Xít thải: Theo đánh giá khối lượng xít thải vùng Quảng Ninh hiện có khoảng 65 triệu tấn (tương đương khoảng 25 triệu m<sup>3</sup>) và mỗi năm tăng thêm khoảng gần 1 triệu m<sup>3</sup>. Xít thải là sản phẩm thải loại sau quá trình sàng tuyển than, thành phần chủ yếu là đá sét kết xen lẫn bột kết với kích thước < 120 mm. Sử dụng nguồn xít thải mỏ làm vật liệu chèn cũng có ưu điểm nguồn cung phong phú, vận chuyển tập kết thuận lợi, tuy nhiên nhược điểm phải tiến hành khâu nghiền sàng, đặc biệt xít thải có hạn chế là bề mặt trơn bóng, không dính ướt, do đó chỉ phù hợp đối với phương pháp chèn lò cơ khí [3].

- Cát sông: Thành phần chính của cát sông là thạch anh với cỡ hạt nhỏ (<2 mm), mức độ đồng nhất cao, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật làm cốt liệu vữa chèn. Tại vùng Quảng Ninh, trữ lượng cát không lớn, hiện mỗi năm chỉ khai thác khoảng 0,8 ÷ 1 triệu m<sup>3</sup>/năm nên chỉ đáp ứng được 1 phần nhu cầu xây dựng của khu vực. Do đó nguồn vật liệu cát sông có chi phí tương đối cao, nguồn cung không ổn định, không khả thi để lựa chọn làm vật liệu chèn lò.

- Tro xỉ nhà máy nhiệt điện: Vùng Quảng Ninh hiện có nguồn tro xỉ thải hàng năm (bao gồm tro bay và tro đáy) từ các nhà máy nhiệt điện rất lớn, khoảng 7,5 triệu tấn/năm, trong đó lượng tro bay (cỡ hạt mịn < 0,1 mm) chiếm khoảng 40 ÷ 60 %, còn lại là tro đáy (cỡ hạt < 10 ÷ 15 mm). Nếu sử dụng tro xỉ nhiệt điện làm cốt liệu chèn có ưu điểm: nguồn cung phong phú; có thể sử dụng trực tiếp nên cắt giảm khâu gia công nghiền sàng; thành phần hóa học; cỡ hạt tro bay và tro đáy tương đối ổn định. Sử dụng tro xỉ nhiệt điện làm vật liệu chèn sẽ đảm bảo được nguồn cung phong phú, ổn định, chi phí giá thành vật liệu rất rẻ, chủ yếu là khoản chi phí để vận chuyển, tập kết tro xỉ từ bãi thải vào khai trường mỏ [9].



a. Đá thải mỏ.



b. Xít thải.



c. Tro xỉ nhiệt điện.

### Hình 6. Một số nguồn vật liệu chèn lân cận các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.

Từ phân tích, so sánh trên cho thấy nguồn vật liệu có tính khả thi cao sử dụng làm vật liệu chèn lò là tro xỉ nhiệt điện và đá thải, xít thải mỏ. Đặc biệt, tro xỉ nhiệt điện so với đá thải mỏ có ưu điểm là sử dụng trực tiếp được, không cần gia công

nh nghiền sàng cho phép cắt giảm khối lượng đầu tư thiết bị và chi phí nghiền sàng tương đối lớn; nhược điểm là cung độ vận chuyển tập kết đến khai trường mỏ xa hơn, tuy nhiên mức độ chênh lệch về chi phí vận chuyển không lớn.



**Bảng 2. Tỷ lệ phối trộn các thành phần (cấp phối) để tạo 1 m<sup>3</sup> hỗn hợp vữa chèn.**

TT	Thành phần vật liệu	Khối lượng thể tích (kg/m <sup>3</sup> )	Cấp phối theo thể tích		Cấp phối theo khối lượng	
			Thể tích (m <sup>3</sup> )	Tỷ lệ (%)	Khối lượng (kg)	Tỷ lệ (%)
1	Tro đáy (cỡ hạt < 15 mm)	1.350	0,78	41,3	1.053	54
2	Tro bay	550	0,53	28,2	293	15
3	Xi măng	1.400	0,07	3,7	98	5
4	Nước	1000	0,51	26,8	507	26
<b>Tổng cộng</b>		-	1,89	100,0	1.950	100,0

Trên cơ sở nguồn vật liệu chèn được lựa chọn, nhóm nghiên cứu đã phối hợp với chuyên gia Viện Khoa học Công nghệ Mỏ Bắc Kinh (Trung Quốc) nghiên cứu lựa chọn và tiến hành hàng loạt các thí nghiệm sử dụng tro xỉ nhiệt điện (nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả) làm cốt liệu vữa chèn trong phương pháp chèn lò thủy lực dạng vữa: thí nghiệm các tính chất cơ lý cơ bản của cốt liệu chèn; thí nghiệm tính lưu động và khả năng vận chuyển đường ống của vữa chèn; thời gian đông kết và độ tiết nước của khối chèn; cường độ kháng nén và độ co ngót của khối chèn. Kết quả đã lựa chọn tỷ lệ phối trộn các thành phần (cấp phối) phù hợp như sau: tro đáy 55%, tro bay 15%, xi măng 4% và nước 26%. Với tỷ lệ phối trộn này, vữa chèn có dung trọng 1,95 g/cm<sup>3</sup>, độ sụt 20 ÷ 22 cm, thời gian đông kết ban đầu (cho phép bơm vận chuyển đường ống) là 2,5 ÷ 3 h, thời gian đông kết lâu dài 10 ÷ 12 h, cường độ kháng nén của khối chèn sau 24 h là 0,15 MPa. Các kết quả nghiên cứu, thí nghiệm bước đầu cho thấy, vữa chèn sử dụng cốt liệu tro xỉ nhiệt điện về cơ bản đáp ứng tốt các yêu cầu kỹ thuật công nghệ chèn lò thủy lực dạng vữa và hoàn toàn đảm bảo tính khả thi để triển khai áp dụng thử nghiệm trong thực tế sản xuất.

### 3. KẾT LUẬN

Công nghệ khai thác chèn lò đã được nhiều nước trên thế giới áp dụng thành công, đây là một trong những giải pháp kỹ thuật, công nghệ tiên tiến, hiệu quả nhất để giải quyết triệt để vấn đề vừa đảm bảo khai thác có hiệu quả kinh tế các vỉa than bên dưới, vừa khống chế mức độ sụt lún, biến dạng địa tầng không gây hư hại, phá hủy công trình trên bề mặt. Các kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy, công nghệ này hoàn toàn có tính khả thi và triển vọng áp dụng cho điều kiện mỏ hầm lò trong nước. Việc nghiên cứu và áp dụng thành công không chỉ giải quyết vấn đề huy động khai thác tối đa tài nguyên không tái tạo, đồng thời mở ra hướng đi mới trong việc xử lý hiệu quả, triệt để các chất thải rắn của quá trình khai thác, chế biến và sử dụng than, qua đó góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế tuần hoàn trong ngành công nghiệp khai thác mỏ. Tuy nhiên, công đoạn chèn lò khá phức tạp về mặt kỹ thuật và làm gia tăng giá thành khai thác than, do đó áp dụng thành công cần có lộ trình triển khai từng bước, trước mắt là việc triển khai thử nghiệm thực tế để nắm bắt, làm chủ công nghệ, đồng thời đánh giá hiệu quả bảo vệ công trình bề mặt và hiệu quả kinh tế. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu đạt được, kính đề nghị Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam quan tâm, hỗ trợ để sớm đưa công nghệ vào áp dụng trong sản xuất □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phùng Mạnh Đắc và nnk (2011). *Nghiên cứu lựa chọn các giải pháp kỹ thuật và công nghệ hợp lý để khai thác than ở các khu vực có di tích lịch sử, văn hóa, công trình công nghiệp và dân dụng*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội, 229 trang.
- [2]. Guo Weijia (2013). *Công nghệ khai thác than chèn lò*, Nhà xuất bản Công nghiệp Than Bắc Kinh, Trung Quốc-2013, 357 trang.
- [3]. Lê Đức Nguyên và nnk (2016). *Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chèn hợp lý trong công nghệ chèn lò bằng sức nước để bảo vệ bề mặt tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội, 106 trang.

- [4]. Đào Hồng Quảng và nnk (2014). *Nghiên cứu áp dụng công nghệ chèn lò khai thác than trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội, 124 trang.
- [5]. *Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030*. Quyết định số 403/QĐ-TTg ngày 14/3/2016.
- [6]. Nguyễn Anh Tuấn và nnk (2006). *Nghiên cứu áp dụng công nghệ khai thác chèn lò phục vụ công tác điều khiển đá vách và bảo vệ các đối tượng công trình bề mặt trong điều kiện các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội, 118 trang.
- [7]. Yang Baogui (2015). *Công nghệ khai thác than chèn lò bằng hỗn hợp vữa kết dính nồng độ cao*, Nhà xuất bản Công nghiệp Than Bắc Kinh, Trung Quốc, 235 trang.
- [8]. LIU Jiangong (2020). *Application status and prospect of backfill mining in Chinese coal mines*. Journal of China Coal Society, Page No 141-150.
- [9]. Phan Van Viet, Wang Dong (2018). Experimental study on proportioning of bottom ash in thermal power plant as paste filling material of coal mine. *Journal of Safety Science and Technology*, China, Page No 49-55.

---

## RESEARCH ON TECHNICAL SOLUTIONS AND TECHNOLOGY FOR MOBILIZING COAL MINING UNDER THE PROTECTED CONSTRUCTIONS AND OBJECTS ON SURFACE IN QUANG NINH AREA

Viet Van Phan\*, Tuan Viet Nhu, Tien Minh Tran

Vinacomin- Institute of Mining Science and Technology, 3 Phan Dinh Giot, Ha Noi, Vietnam

### ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 02/8/2023

Revised: 18/9/2023

Accepted: 20/9/3

\* Corresponding author:

Email: phanvietkt@gmail.com

---

### ABSTRACT

*In the boundaries of underground mining projects in Quang Ninh province, there are currently resources and coal reserves that must be left as pillars to protect structures and objects on the surface. The issue of researching and finding technical and technological solutions that both ensure safe and effective exploitation of the coal seams below, while not damaging structures and objects that need to be protected on the surface, is very necessary. This article introduces an overview of the achievements and experiences in the world in coal mining under structures and objects of surface protection using backfilling technology, thereby researching and proposing suitable solutions to apply in the conditions of underground coal mines in Quang Ninh province. The research results show that mining technology with the method of mechanical backfilling or hydraulic backfilling in the form of mortar, using tunneling materials from mine waste rock, waste slag or ash from thermal power plants is suitable and completely feasible for practical application, meeting the needs of production.*

**Keywords:** *underground coal mining, protected construction, Quang Ninh*

---

@ Vietnam Mining Science and Technology Association