

VẤN ĐỀ VẬN TẢI VẬT LIỆU CHÈN LÒ BẰNG THỦY LỰC Ở MỎ THAN HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

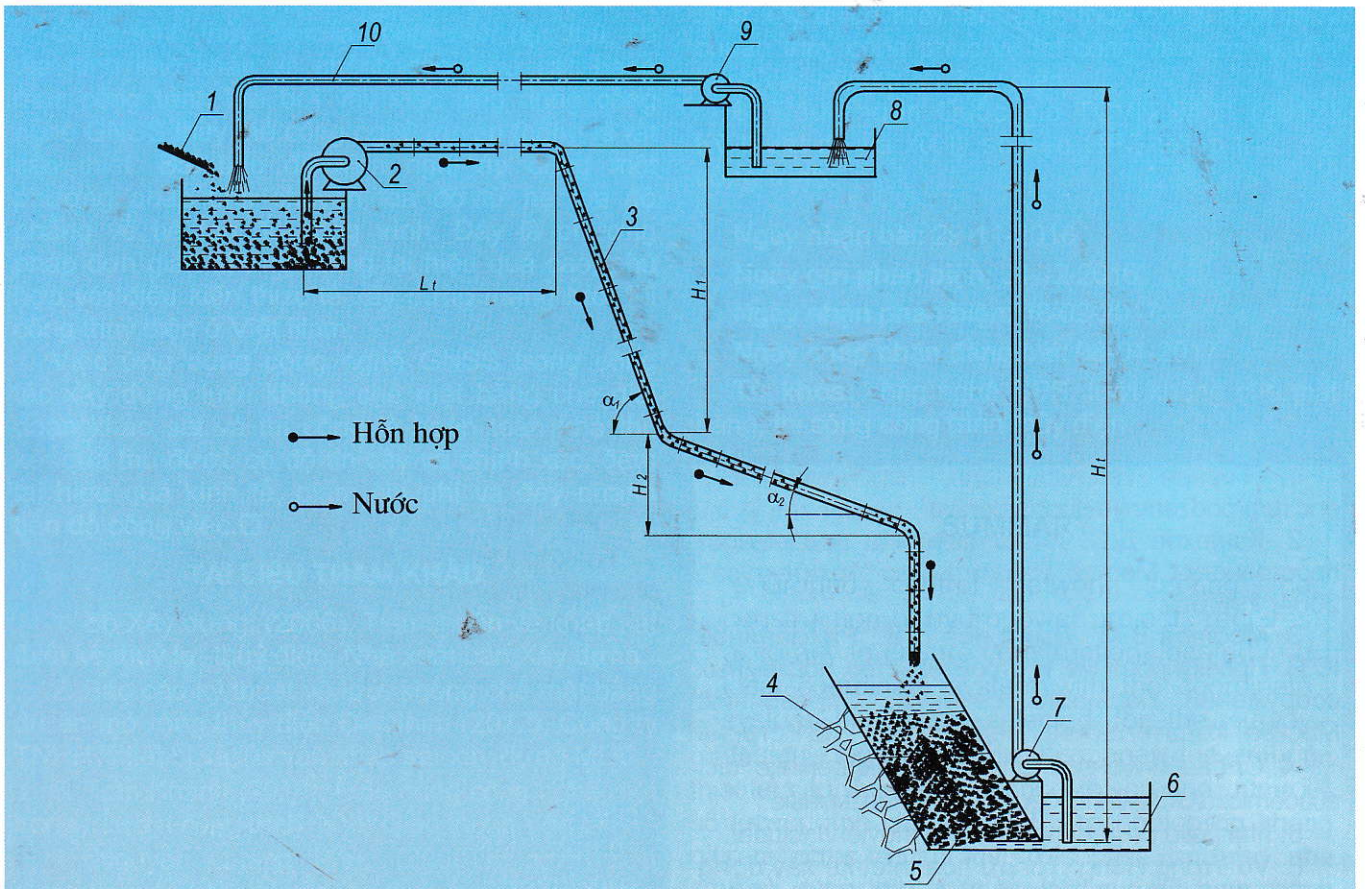
NGUYỄN DUY CHÌNH
 Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Những năm gần đây, việc nghiên cứu ứng dụng phương pháp chèn lò bằng thủy lực cho các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh đã được đẩy mạnh. Trong phương pháp này, vận tải vật liệu chèn từ bề mặt mỏ xuống khoảng không gian đã khai thác là công việc khó khăn nhất, nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: loại vật liệu vận tải, hệ thống khai thác, sơ đồ vận tải,... và một số vấn đề kỹ thuật khác. Vì vậy, nghiên cứu đánh giá khả năng, các vấn đề cần nghiên cứu để áp dụng

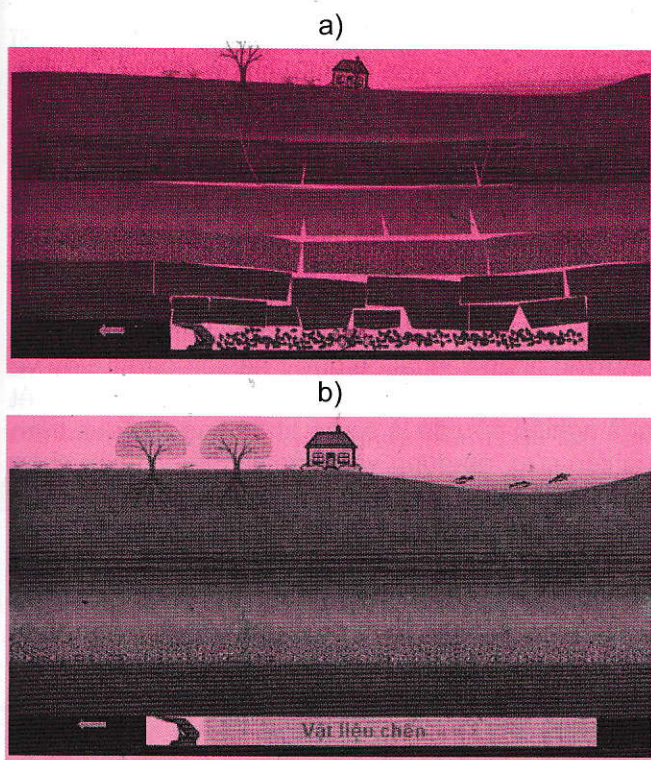
phương pháp vận tải vật liệu chèn lò bằng thủy lực vào điều kiện mỏ hầm lò ở nước ta, đặc biệt là vùng Quảng Ninh là thực sự cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

1. Phương pháp chèn lò bằng thủy lực

Chèn lò bằng thủy lực là phương pháp sử dụng năng lượng dòng chất lỏng trong đường ống để vận chuyển hỗn hợp vật liệu chèn lò đến vị trí chèn lấp (H.1).



H.1. Sơ đồ minh họa vận tải vật liệu chèn lò bằng thủy lực: 1 - Thiết bị cấp liệu; 2 - Máy bơm hỗn hợp; 3 - Ống dẫn hỗn hợp; 4 - Vách lò; 5 - Khối chèn; 6, 8 - Bể nước lắng; 7, 9 - Máy bơm nước; 10 - Ống dẫn nước



H.2. Mô tả ảnh hưởng của quá trình khai thác đến các công trình bề mặt: a - Khai thác không kết hợp chèn lò; b - Khai thác có kết hợp chèn lò

Mặc dù phương pháp chèn lò này có hệ thống thoát nước phức tạp, yêu cầu đối với vật liệu chèn lò cao, tính toán khó khăn nhưng ưu điểm là khối chèn có độ đầm lèn tốt, độ co ngót thấp, giảm hiện tượng sụt lún bề mặt,... Trên thế giới, cũng với một số phương pháp chèn lò khác (chèn lò tự chảy, chèn lò cơ khí,...), phương pháp chèn lò thủy lực

đã góp phần đáng kể trong việc nâng cao sản lượng khai thác hầm lò, đem lại hiệu quả kinh tế như tại Đức năm 1979, Nam Phi năm 1988, Canada năm 1994, Australia năm 1997,... [15]. Tuy nhiên, cho đến nay, ở Việt Nam vẫn chưa có đơn vị mỏ hầm lò nào áp dụng.

Theo báo cáo của Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, hiện nay tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, trữ lượng than phân bố dưới các công trình cần bảo vệ trên mặt đất tương đối lớn, khoảng 132 triệu tấn. Các công trình này gồm: khu dân cư, đường dây điện, sông, hồ, khu di tích, thắng cảnh,... Để khai thác tối đa các nguồn tài nguyên nêu trên mà vẫn bảo vệ được các công trình bề mặt là việc làm tương đối khó khăn đối với công nghệ khai thác hiện tại. Vì vậy, công nghệ khai thác kết hợp với chèn lò bằng thủy lực đã được Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam đề xuất nghiên cứu, áp dụng.

2. Vấn đề vận tải vật liệu chèn lò bằng thủy lực ở mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

2.1. Về tình hình nghiên cứu, ứng dụng vận tải bằng thủy lực

Trên thế giới, vận tải bằng thủy lực đã được áp dụng từ thế kỷ XIX và phát triển mạnh mẽ giai đoạn cuối thế kỷ XX. Nhiều công trình nghiên cứu đã được triển khai vào thực tế như tuyến đường ống vận chuyển đá vôi ở Anh (năm 1960, đường kính ống 204 mm, dài 9,6 km); vận tải quặng sắt ở Australia (năm 1967, đường kính ống 245 mm, dài 85 km); vận tải than đá ở Mỹ (năm 1970, đường kính ống 457 mm, dài 437 km) [11] và một số tuyến vận tải khác (Bảng 1).

Bảng 1. Một số hệ thống vận tải đường ống bằng thủy lực trên thế giới [11]

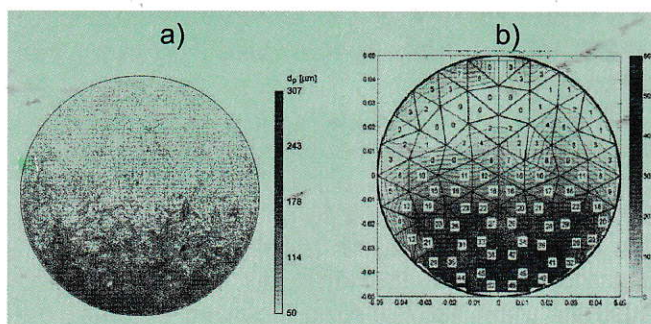
No	Vật liệu vận tải	Nước áp dụng	Chiều dài đường ống (km)	Đường kính ống (mm)	Năng suất (triệu tấn/năm)	Năm áp dụng
1	Than đá	Hoa Kỳ	175	254	1,3	1957
2	-	Nga	256	610	3,4	1985
3	Quặng sắt	Hoa Kỳ	86	229	2,25	1967
4	-	Mexico	27	254	1,5	1976
5	-	Argentina	32	203	2,1	1976
6	-	Brazil	395	508	12	1977
7	-	Hàn Quốc	98	254	4,5	1975
8	-	Trung Quốc	100	254	2,8	1975
9	Quặng đồng	Indonesia	111	101,6	0,3	1972
10	-	Chile	203	177,8	1,0	1999
11	-	Argentina	314	152,4	0,8	1998

Tính đến nay, đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về phương pháp vận tải này với nhiều mục đích khác nhau như nghiên cứu các thông số vận

tải, chế độ dòng chảy và các thông số ảnh hưởng đến khả năng vận tải của hệ thống,... với các loại vật liệu vận tải khác nhau, chẳng hạn, theo [12]:

Durand (1953) phát triển các mô hình thực nghiệm để tính toán thủy lực đường ống vận tải hạt rắn và khoáng sản, kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trọng lượng riêng, nồng độ hạt là các thông số quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả của hệ thống vận tải; một số nhà nghiên cứu khác đã kết hợp lý thuyết và thực nghiệm để tính vận tốc tới hạn của dòng hỗn hợp đảm bảo vật liệu vận tải không bị lắng trong đường ống như Thomas (1961, 1962, and 1964), Hughmark (1961), Charles (1970), Oroskar and Turian (1980), Wani (1982), Davies (1987), Kokpinar and Gogus (2001), Al-Mutahar (2006).

Những năm gần đây, để giảm bớt kinh phí thực nghiệm, các mô hình mô phỏng được dùng phổ biến và có khả năng cung cấp những dự đoán tốt nhất về dòng chảy hai pha, chẳng hạn Jesse Capececiatro và Olivier Desjardins [13], Florent Ravelet et al [14] đã dùng các công cụ mô phỏng để khảo sát sự phân bố về cỡ hạt và nồng độ hạt trong ống tròn nằm ngang (H.3):



H.3. Phân tích trên các mô hình mô phỏng
a - Phân bố cỡ hạt [13]; b - Phân bố nồng độ [14]

Ở Việt Nam, cơ giới hóa thủy lực được bắt đầu áp dụng trong việc xây dựng các kênh đào, nạo vét lòng sông, bến cảng, xây dựng các công trình thủy lợi mà thiết bị chủ yếu là máy hút bùn và hệ thống đường ống. Đến nay, phương pháp vận tải này chủ yếu áp dụng để vận chuyển cát, bùn và một số khoáng sản, vật liệu với quy mô nhỏ. Những nghiên cứu về thông số vận tải cũng đã được các nhà nghiên cứu đề cập thông qua con đường lý thuyết và thực nghiệm, cụ thể: Khi nghiên cứu vận tải dòng hỗn hợp bùn dưới đáy mỏ lộ thiên, Nguyễn Văn Kháng [1], [2] đã đề xuất các công thức tính toán vận tốc tới hạn và sức cản chuyển động, kết quả nghiên cứu sau này được áp dụng

Bảng 3. Thành phần hóa học của xỉ than [9]

Nhà máy Nhiệt điện	Thành phần hóa học của xỉ than, %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
Uông Bí	58,5	28,1	6,1	0,8	1,1	0,1	2,6	0,3
Phả Lại	58,4	26,1	7,2	0,7	1,2	0,4	4,3	0,3

cho các dự án hút bùn tại một số mỏ lộ thiên; Hồ Sĩ Giao và nhóm nghiên cứu [3] chỉ ra các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả vận tải than bùn và đề nghị công thức xác định sức cản chuyển động, vận tốc tới hạn áp dụng cho mỏ than tại Quảng Nam; Nguyễn Văn Kháng [4] nghiên cứu thực nghiệm và đề xuất các công thức tính toán vận tốc tới hạn dòng hỗn hợp, áp dụng trong ngành công nghiệp khai thác mỏ để vận tải than, quặng và đuôi quặng,... Có thể thấy rằng, vận tải bằng thủy lực là phương pháp vận tải đã được nghiên cứu từ lâu và đề cập đến nhiều khía cạnh khác nhau. Các kết quả nghiên cứu đó là cơ sở khoa học cho quá trình nghiên cứu, áp dụng vào việc vận tải vật liệu chèn lò ở nước ta.

2.2.2. Về vật liệu vận tải (vật liệu chèn lò)

Ở Quảng Ninh, với lợi thế nguồn tài nguyên khoáng sản, đặc biệt là than, trong định hướng phát triển, Quảng Ninh sẽ là một trung tâm nhiệt điện lớn của cả nước. Theo quy hoạch đến năm 2030 trên địa bàn tỉnh sẽ có 14 nhà máy nhiệt điện tập trung tại các khu vực Uông Bí, Đông Triều, Hạ Long, Cẩm Phả,... [5].

Bảng 2. Lượng xỉ than tại một số nhà máy nhiệt điện vùng Quảng Ninh [6]

No	Tên Nhà máy Nhiệt điện	Công suất (MW)	Xỉ than thải (Tấn/năm)
1	Uông Bí 1, 2	630	860.000
2	Đông Triều	440	600.000
3	Quảng Ninh 1, 2	1200	1.640.000
4	Cẩm Phả	680	930.000
5	Mông Dương	1080	930.000
Tổng			5.500.000

Kết quả thí nghiệm đánh giá tính chất của tro xỉ nhà máy nhiệt điện và nghiên cứu khả năng sử dụng nó làm vật liệu chèn lò bằng phương pháp thủy lực cho thấy, tro xỉ của nhà máy nhiệt điện có hệ số đồng đều lớn, cỡ hạt nhỏ, không chứa các thành phần sét và chất cháy, độ thấm thấu tốt, thoát nước nhanh và có hệ số lèn chặt lớn, rất phù hợp với phương pháp thi công khối chèn bằng thủy lực [7]. Bên cạnh đó, các báo cáo của Vũ Thành Lâm và nhóm nghiên cứu [8] cũng khẳng định tro xỉ nhà máy nhiệt điện đáp ứng được các yêu cầu đối với vật liệu chèn lò.

2.2.3. Về hệ thống khai thác và sơ đồ vận tải

Có 2 nhóm hệ thống khai thác chính đang được áp dụng tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh:

- Nhóm các hệ thống khai thác và chèn lò theo hướng từ dưới lên;
- Nhóm các hệ thống khai thác và chèn lò theo hướng từ trên xuống.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, khi áp dụng hình thức chèn lò bằng phương pháp thủy lực thì nhóm hệ thống khai thác thứ nhất là hiệu quả, kinh tế hơn. Hệ thống khai thác nhóm này đảm bảo khối chèn có độ lèn chặt tốt nhờ trọng lượng của vật liệu chèn; trong quá trình chèn lò có thể dễ dàng bù đắp phần co ngót cho lớp chèn phía dưới khi thực hiện chèn lớp tiếp theo phía trên; việc thoát nước cho khối vật liệu chèn thuận lợi,... Tuy nhiên quá trình khâu, chống gương, vận tải than và vật liệu không thuận lợi do được thực hiện trên nền lò chợ là khối vật liệu chèn, trong trường hợp thoát nước không tốt, nền lò ẩm ướt, sương nước sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả khai thác [6]. Sơ đồ vận tải vật liệu chèn lò từ bề mặt mỏ xuống khu vực chèn lấp phụ thuộc hoàn toàn vào địa hình và sơ đồ đường lò, chủ yếu là vận tải đi xuống. Các đường lò phần lớn có độ dốc không quá lớn, do đó việc vận tải vật liệu chèn bằng thủy lực hoàn toàn có thể thực hiện được.

2.2.4. Các thông số cơ bản trong vận tải vật liệu chèn lò bằng thủy lực

Từ các nghiên cứu về vận tải bằng thủy lực đã nêu ở trên, thông số có ảnh hưởng nhiều nhất đến hiệu quả vận tải bằng thủy lực là vận tốc tới hạn và sức cản chuyển động. Đây là hai thông số mà hầu hết các nghiên cứu về vận tải bằng thủy lực đều phải đề cập đến. Đối với dòng hai pha, mô hình vật lý dòng chảy rất phức tạp. Sự có mặt của các chất rắn trong lòng chất lỏng làm phá vỡ cấu trúc động học, làm thay đổi các thông số lưu biến của nó. Tùy theo mức độ bão hòa của các hạt chất rắn mà khối lượng riêng, độ nhớt của chất lỏng thay đổi, dẫn đến các thông số vận tải thay đổi theo. Khi dòng chảy chỉ có các hạt nhỏ, nồng độ không lớn, các hạt phân bố tương đối đồng

đều, lúc đó trường tốc độ gần với trường tốc độ của dòng một pha, trục động học trùng với trục hình học của ống. Khi nồng độ tăng lên, kích thước các hạt khác nhau, trong dòng chảy bắt đầu có sự phân chia lớp. Các lớp chuyển động với tốc độ khác nhau. Những hạt lớn rơi xuống chuyển động ở các lớp dưới đáy với tốc độ chậm hơn, làm cho biểu đồ phân bố vận tốc không còn đối xứng nữa. Trục động học bị dịch chuyển lên phía trên, gradien vận tốc ở các lớp dưới tăng lên [1]. Điều này tương tự với kết quả [10], trong dòng chảy hai pha luôn tồn tại mô hình 3 lớp thủy lực, một lớp phân tán lơ lửng phía trên, một lớp hạt di chuyển ở giữa và một lớp hạt đứng yên dưới đáy ống; việc xây dựng mối quan hệ giữa các đại lượng của mô hình 3 lớp thủy lực bằng các biểu thức là thực sự cần thiết, tạo cơ sở cho việc tính toán, tối ưu hóa thủy lực trong vận chuyển dòng hai pha.

Theo Nguyễn Văn Kháng [1], [2], [4], vận tốc tới hạn của dòng hỗn hợp là vận tốc trung bình của nó mà ứng với vận tốc đó, các hạt chất rắn có kích thước và mật độ nhất định bắt đầu rời khỏi đáy ống và dịch chuyển trong trạng thái lơ lửng, không lắng đọng trở lại. Việc xác định vận tốc tới hạn của dòng hỗn hợp dựa trên quá trình khảo sát một hạt chất rắn nằm lơ lửng sát đáy ống, hạt này chịu tác dụng của các lực: Trọng lực P_T ; lực đẩy Ác-si-mét P_A ; lực cản chuyển động khi hạt rơi P_C và lực nâng P_N , trong đó:

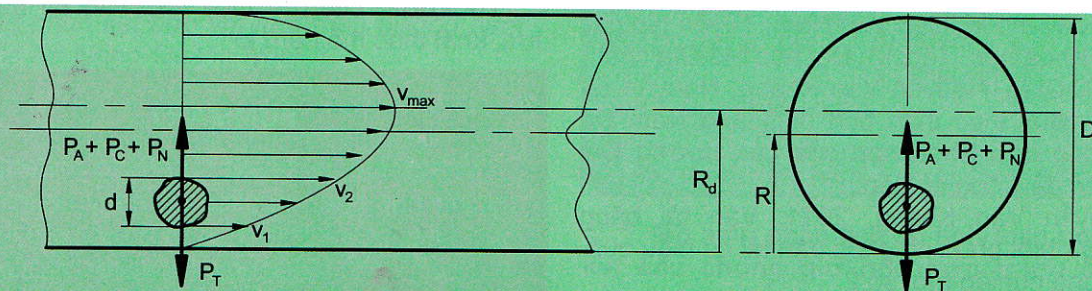
$$P_T = V \cdot g \cdot \rho_r; \tag{1}$$

$$P_A = V \cdot g \cdot \rho_h; \tag{2}$$

$$P_C = \psi_1 \cdot \mu \cdot w \cdot d + \psi_2 \cdot \rho_h \cdot d^2 \cdot w^2 = f(d, w); \tag{3}$$

$$P_N = \frac{\pi \cdot d^3}{4} \cdot \rho_h \cdot v \cdot \frac{dv}{dy} \tag{4}$$

Ở đây: V - Thể tích của hạt chất rắn; g - Gia tốc trọng trường; ρ_r, ρ_0, ρ_h - Khối lượng riêng của hạt chất rắn, nước và hỗn hợp thủy lực; ψ_1, ψ_2 - Hệ số sức cản chuyển động khi hạt rơi; μ - độ nhớt động học; w - Độ lắng thủy lực; v - Vận tốc dòng hỗn hợp; d - Đường kính hạt rắn.



H.4. Sơ đồ tính toán vận tốc tới hạn của hạt rắn trong đường ống [1]

Điều kiện cân bằng lực trên hạt rắn:

$$P_T = (P_A + P_C + P_N) \tag{5}$$

Dựa theo phương trình cân bằng lực (5) kết hợp

với phương trình mô tả sự phân bố các hạt rắn trong dòng chảy và các thông số cụ thể sẽ xác định được vận tốc tới hạn đảm bảo hạt không bị lắng

động trong quá trình vận tải. Đối với sức cản chuyển động, thông thường được tính theo sức cản chuyển động đối với dòng nước sạch kết hợp với sức cản phụ do các yếu tố khác gây ra [2]:

$$i_h = i_0 \cdot \frac{\rho_h}{\rho_0} + \Delta i \quad (6)$$

Trong đó: i_0 - Sức cản chuyển động của nước sạch; Δi - Tổn thất phụ do kích thước hạt, nồng độ pha rắn, kích thước đường ống,...

Phân tích trên cho thấy, vận tốc tới hạn và sức cản chuyển động của dòng hỗn hợp phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau (đặc tính vật liệu, tính chất hỗn hợp, đường ống, chế độ chảy,...). Do đó, nghiên cứu lý thuyết không thể đánh giá hết các hiện tượng vật lý trong dòng chảy của hỗn hợp mà chỉ có tính định hướng. Để xác định được vận tốc tới hạn và sức cản chuyển động khi vận tải vật liệu chèn lò, trong đó có tro xỉ nhà máy nhiệt điện, cần phải nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm.

3. Kết luận

➤ Nhu cầu áp dụng công nghệ chèn lò bằng thủy lực đối với các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh là thực sự cần thiết, tận dụng được tài nguyên, bảo vệ các công trình bề mặt,... Với tính ưu việt và kết quả nghiên cứu đã có, hoàn toàn có thể áp dụng hiệu quả vận tải bằng thủy lực vật liệu chèn lò cho các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.

➤ Vấn đề cần giải quyết tiếp theo là nghiên cứu, lựa chọn được vật liệu chèn lò; xác định được nồng độ hỗn hợp, thông số vận tải và chế độ chảy hợp lý; tính toán, lựa chọn các thiết bị trong hệ thống vận tải và đánh giá hiệu quả kinh tế. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Kháng, 1988. Vận tốc tới hạn trong vận tải bằng sức nước theo đường ống. Thông báo Khoa học của các trường Đại học, chuyên đề Công nghiệp.
2. Nguyễn Văn Kháng, 1988. Phương pháp xác định các thông số vận tải bằng sức nước để hút bùn ở các đáy mỏ lộ thiên Việt Nam. Tuyển tập các công trình Khoa học. Tập 13, Đại học Mỏ-Địa chất.
3. Hồ Sĩ Giao, Nguyễn Văn Kháng, Nguyễn Sỹ Hội, 1988. Khai thác than bùn ở Quảng Nam Đà Nẵng. Thông báo Khoa học của các trường Đại học, chuyên đề Công nghiệp.
4. Nguyễn Văn Kháng, 2011. Vận tải bằng đường ống - Một phương pháp vận tải có hiệu quả. Tạp chí Công nghiệp mỏ, số 2.
5. Dũng Châu, 2015. Căn cơ chế ưu đãi xử lý tro xỉ nhiệt điện than. Báo Công Thương, số ra ngày 27/7/2015.
6. Phan Văn Việt, 2014. Nghiên cứu các giải pháp công nghệ chèn lò nhằm huy động tài nguyên

bảo vệ công trình bề mặt thuộc khu cánh Nam Công ty than Mạo Khê. Luận văn Thạc sĩ Kỹ thuật, Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.

7. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin (2012). Nghiên cứu giải pháp công nghệ khai thác hợp lý các vỉa dày, dốc cánh Nam Công ty than Mạo Khê. Báo cáo tổng kết đề tài. Hà Nội.

8. Vũ Thành Lâm, Lê Đức Nguyên, Phạm Trung Nguyên, Dương Đức Hải, 2016. Nghiên cứu lựa chọn vật liệu chèn lò tro, xỉ nhà máy nhiệt điện, đá thải và bã sàng làm vật liệu chèn lò trong các mỏ than hầm lò thuộc TKV. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT Mỏ toàn quốc lần thứ XXV.

9. Phan Hữu Duy Quốc, 2008. Phân tích việc sử dụng tro xỉ than thải ra từ các nhà máy nhiệt điện ở Việt Nam. Viện Khoa học Công nghiệp, Đại học Tokyo, Nhật Bản.

10. Phạm Đức Thiên, 2014. Mô hình 3 lớp thủy lực của dòng vận tải hai pha rắn-lỏng trong đường ống ngang và gần ngang. Tạp chí Công nghiệp mỏ, số 2.

11. Baha E. Abulnaga, P.E., 1976. Slurry systems handbook. The McGraw-Hill Companies, Inc.

12. Wei Yan, 2010. Sand transport in multiphase pipelines. PhD Thesis, Cranfield University.

13. Jesse Capecelatro, Olivier Desjardins, 2013. Eulerian-Lagrangian modeling of turbulent liquid-solid slurries in horizontal pipes. International Journal of Multiphase Flow 55 (2013) 64-79.

14. Florent Ravelet, Farid Bakir, Sofiane Khelladi, Robert Rey, 2012. Experimental study of hydraulic transport of large particles in horizontal pipes. HAL Id: hal-00631562.

15. A.J.C. Paterson, 2011. The pipeline transport of high density slurries - a historical review of past mistakes, lessons learned and current technologies. Australian Centre for Geomechanics, Perth, ISBN 978-0-9806154-3-2.

Ngày nhận bài: 12-12-2016

Ngày gửi phản biện: 06-01-2017

Ngày nhận phản biện: 10-03-2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 08-04-2017

Từ khóa: chèn lò thủy lực, vận tải bằng thủy lực, khai thác mỏ hầm lò

SUMMARY

Worldwide, hydraulic backfilling underground mining has been applied in many countries, it has been contributed to improve productivity and economic efficiency. However, in Vietnam, this method has not been applied. The paper analyzes the possibility of applying this method to underground coal mining in Quảng Ninh. It is the scientific bases for next studies in this field.