

XU THẾ KHAI THÁC BẰNG CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HÓA TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH THUỘC TKV

Phạm Đức Hưng^{1,2,*}

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)

TÓM TẮT

Trong thời gian qua, sản lượng than khai thác tại các mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã có sự tăng trưởng liên tục, từ 6,1 triệu tấn năm 2002 lên khoảng 29 triệu tấn năm 2025 (chiếm khoảng 16% tổng sản lượng than năm 2025). Để đạt được kết quả đó, việc áp dụng cơ giới hóa trong khai thác đóng vai trò rất quan trọng, đã tạo ra sự đột phá về sản lượng lò chợ - phổ biến đạt từ 300.000 - 600.000 tấn/năm, thậm chí đã có lò chợ đạt công suất trên 1,0 triệu tấn/năm, cao gấp từ 3 - 5 lần lò chợ thủ công. Công nghệ cơ giới hóa còn góp phần làm tăng năng suất lao động, nâng cao mức độ an toàn và cải thiện điều kiện làm việc do các công đoạn sản xuất chính đã được cơ giới hóa hoàn toàn, cùng với đó giúp giảm từ 10 - 20% nhân lực và từ 5 - 20% giá thành khai thác so với các lò chợ thủ công. Với các ưu điểm trên, việc lựa chọn áp dụng cơ giới hóa khai thác vẫn là xu hướng tất yếu tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh trong thời gian sắp tới. Trong phạm vi bài viết, tác giả tiến hành phân tích xu hướng áp dụng rộng rãi của loại hình công nghệ này trong tương lai tại các mỏ hầm lò thuộc TKV.

Từ khóa: công nghệ khai thác; cơ giới hóa; sản lượng khai thác; năng suất lao động

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, khai thác hầm lò bằng công nghệ cơ giới hóa được coi là công nghệ tiên tiến nhất bởi tính ưu việt của nó. Công nghệ này hiện đang được sử dụng rộng rãi trong lò chợ của rất nhiều mỏ lớn trên thế giới như: Nga, Trung Quốc, Úc, Séc, Slovakia... Ở Việt Nam, theo kết quả thăm dò địa chất năm 2014 cho thấy, trữ lượng vỉa dày dốc thoải chiếm tới 44% rất thuận lợi cho việc áp dụng công nghệ khai thác lò chợ bằng cơ giới hóa (Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, 2014). Việc áp dụng cơ giới hóa khai thác than tại các vỉa dày, dốc thoải góp phần giải quyết được ba vấn đề bức xúc nhất của ngành than Việt Nam như: nâng cao sản lượng khai thác, đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng; nâng cao năng suất lao động, giảm áp lực về nhân công vốn ngày càng trở nên khó khăn không chỉ đối với ngành than, cho phép giảm đáng kể giá thành khai thác; nâng cao mức độ an toàn, giảm mức độ năng nhọc và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động trong các mỏ hầm lò. Thực tế cho thấy, ngay cả khi có điều kiện thuận lợi về khoáng sản than, thì trong quá trình khai thác tại các lò chợ cơ giới hóa vẫn gặp rất nhiều khó khăn và bất cập, bởi lẽ vùng than Quảng Ninh có điều kiện địa chất phức tạp, vỉa than thường xuyên có đá kẹp, hoặc than mềm dễ sụt lở. Như vậy, việc đẩy mạnh cơ giới hóa khai thác lò chợ các mỏ hầm lò của TKV nói chung và của vùng Quảng Ninh nói riêng là xu thế tất yếu, loại hình công nghệ khai thác tiên tiến này đang áp dụng tại 10 công ty than hầm lò, xu thế sẽ áp dụng thêm tại các mỏ than hầm lò khác của Tập đoàn TKV.

2. Quá trình áp dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV

Tại Việt Nam, trong điều kiện vỉa dày trung bình, thoải đến nghiêng là đối tượng đầu tiên được nghiên cứu, áp dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa. Theo đó, giai đoạn từ năm 2002 - 2005, công nghệ khai thác bán cơ giới hóa bằng máy khâu than kết hợp giá thủy lực di động và cơ giới hóa bộ sử dụng máy khâu than kết hợp giàn chống tự hành đã được triển khai áp dụng thành công trong các lò chợ khâu hết chiều dày vỉa tại mỏ Khe Chàm.

*Tác giả liên hệ

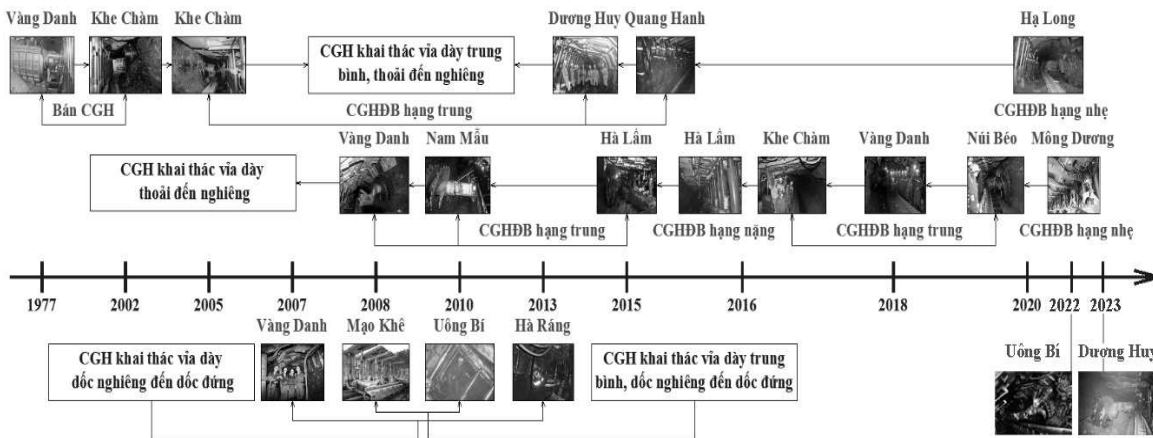
Email: phamduchung@humg.edu.vn

Giai đoạn 2007 - 2012, công nghệ cơ giới hóa khai thác tiếp tục được nghiên cứu và áp dụng thử nghiệm cho nhiều điều kiện vỉa khác nhau, bao gồm: (i) cơ giới hóa đồng bộ hạ trần thu hồi than nóc sử dụng máy khâu kết hợp giàn chống tự hành với kết cấu hạ trần kiểu một máng cào, áp dụng cho vỉa dày, thoải đến nghiêng tại các mỏ Vàng Danh, Nam Mẫu; (ii) cơ giới hóa khai thác lò chợ chia lớp bằng, lò dọc vỉa phân tầng, áp dụng cho vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ Vàng Danh, Hà Ráng; và (iii) cơ giới hóa bằng tổ hợp 2ANSH, áp dụng cho vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ Mạo Khê, Uông Bí.

Một số thử nghiệm trong giai đoạn này đã dừng lại hoặc chưa được mở rộng do lò chợ không đạt công suất như mục tiêu đề ra. Tuy nhiên, các kinh nghiệm thu được là cơ sở quan trọng để đánh giá và lựa chọn các công nghệ cơ giới hóa có tính ưu việt, phù hợp hơn với điều kiện vỉa thoải đến nghiêng trong giai đoạn tiếp theo.

Giai đoạn 2015 - 2023, trong toàn TKV có 12 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ khai thác hoạt động, bao gồm: (i) 07 lò chợ cơ giới hóa đồng bộ khâu lớp trụ, hạ trần thu hồi than nóc tại các đơn vị Hà Lâm (02 dây chuyền), Vàng Danh, Khe Chàm, Núi Béo, Mông Dương và Dương Huy (mỗi đơn vị 01 dây chuyền); (ii) 04 lò chợ cơ giới hóa đồng bộ khâu hết chiều dày vỉa tại các đơn vị Khe Chàm, Dương Huy, Hạ Long và Uông Bí (mỗi đơn vị 01 dây chuyền); và (iii) 01 tổ hợp 2ANSH khai thác vỉa dày trung bình, dốc đứng tại Uông Bí (Nhữ Việt Tuấn, 2012).

Căn cứ vào tải trọng công tác của giàn chống, các dây chuyền cơ giới hóa được phân thành các nhóm: (i) hạng nặng, với tải trọng từ 7.000 kN trở lên (01 dây chuyền tại Hà Lâm); (ii) hạng trung, với tải trọng từ 4.000 đến 6.900 kN (06 dây chuyền tại Hà Lâm, Vàng Danh, Khe Chàm, Núi Béo và Dương Huy); (iii) hạng nhẹ, với tải trọng dưới 3.900 kN (04 dây chuyền tại Mông Dương, Hạ Long, Uông Bí và Dương Huy). Chi tiết được trình bày tại Hình 1. Theo đó, các lò chợ cơ giới hóa hiện nay tại TKV được phân bố theo các dạng như sau (Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, 2023):



Hình 1. Quá trình áp dụng công nghệ cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò

Đối với điều kiện vỉa than dày trung bình, dốc thoải đến nghiêng, trong tổng số 26 lò chợ cơ giới hóa áp dụng trong toàn TKV giai đoạn này, có 7 lò chợ tại Quang Hanh và Khe Chàm (chiếm 26,9%) có quy mô trữ lượng nhỏ dưới 100.000 tấn; 14 lò chợ (chiếm 53,8%) có trữ lượng từ 150.000 đến 300.000 tấn; 4 lò chợ tại Dương Huy và Hạ Long (chiếm 15,4%) có trữ lượng từ 300.000 đến 500.000 tấn; và chỉ có 1 lò chợ TT-11-3 tại Dương Huy (chiếm 3,8%) có trữ lượng trên 500.000 tấn. Như vậy, phần lớn các lò chợ cơ giới hóa có quy mô trữ lượng dưới 300.000 tấn, trong khi chủ yếu đang áp dụng mô hình cơ giới hóa đồng bộ hạng trung với công suất thiết kế từ 400.000 đến 600.000 tấn/năm. Trong khi đó, hai mô hình cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ tại Hạ Long và Uông Bí đã và đang được áp dụng cho các lò chợ có quy mô trữ lượng từ 154.677 đến 380.485 tấn, được đánh giá là tương đối phù hợp (Trương Đức Du, 2010; 2018).

Tính đến năm 2025, đối với điều kiện vỉa than dày, dốc thoải đến nghiêng, có 3 lò chợ tại Núi Béo và Dương Huy (chiếm khoảng 12%) có quy mô trữ lượng dưới 150.000 tấn; 3 lò chợ tại Khe Chàm và Dương Huy (khoảng 12%) có trữ lượng từ 150.000 đến 300.000 tấn; 5 lò chợ tại Mông Dương, Núi Béo và Vàng Danh (khoảng 20%) có trữ lượng từ 300.000 đến 500.000 tấn; và 14 lò chợ, chủ yếu tại Vàng Danh và Hà Lâm (khoảng 56%), có trữ lượng trên 500.000 tấn (Lê Đức Nguyên, 2020).

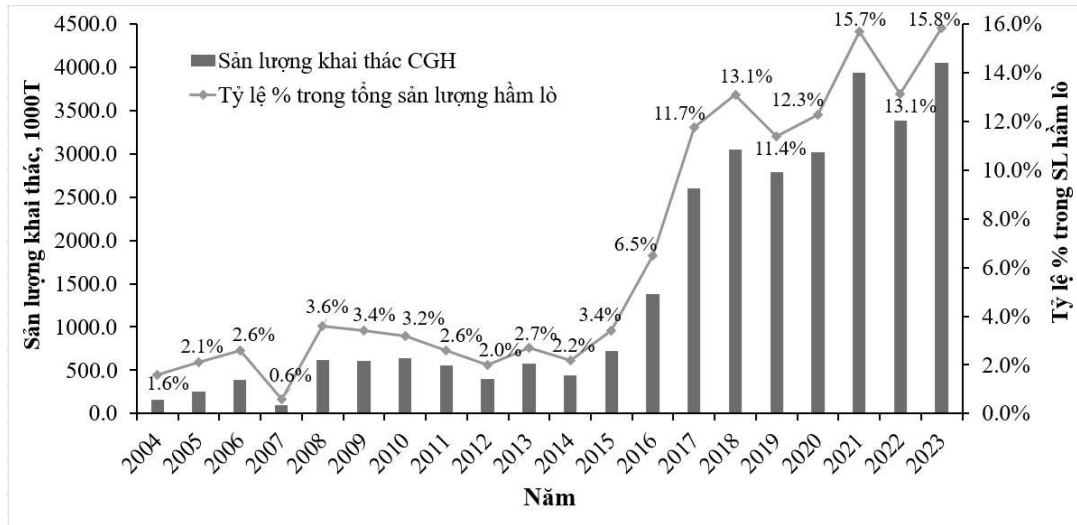
Như vậy, các lò chợ cơ giới hóa có quy mô trữ lượng lớn (trên 500 nghìn tấn) tập trung chủ yếu tại Hà Lâm và Vàng Danh, nơi áp dụng các mô hình cơ giới hóa hạng nặng và hạng trung. Tuy nhiên, một số dây chuyền cơ giới hóa hạng trung tại Khe Chàm và Núi Béo có công suất thiết kế 600.000 tấn/năm khi áp dụng cho các lò chợ có điều kiện địa chất phức tạp và quy mô trữ lượng dưới 300.000 tấn đã không đạt sản lượng theo kế hoạch. Đối với mô hình cơ giới hóa hạng nhẹ, tại Mông Dương được áp dụng cho các lò chợ có quy mô trữ lượng trên 300.000 tấn; trong khi tại Dương Huy, mô hình này phù hợp với các lò chợ có trữ lượng từ 120 - 275 nghìn tấn.

3. Một số kết quả áp dụng công nghệ khai thác cơ giới hóa tại các mỏ hầm lò TKV

3.1. Sản lượng lò chợ

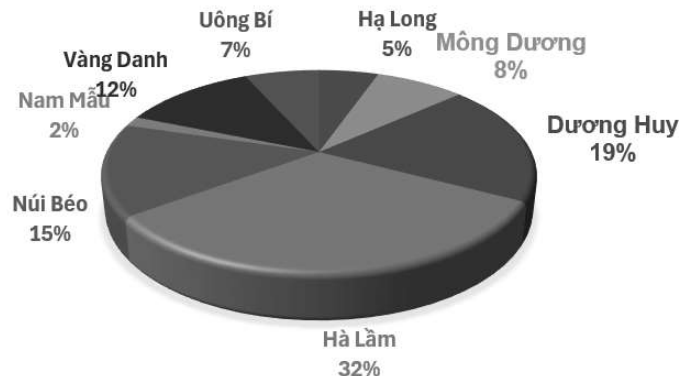
Sản lượng than khai thác bằng công nghệ cơ giới hóa đã tăng trưởng đáng kể, đặc biệt trong giai đoạn 2017 - 2023. Cụ thể, từ mức 1.384.379 tấn năm 2016 (chiếm 6,5% tổng sản lượng than hầm lò), sản lượng tăng lên 3.939.470 tấn năm 2021 (15,7%), đạt 3.453.161 tấn năm 2022 (13,12%) và 4.309.806 tấn năm 2023 (15,83%). Như vậy, sản lượng khai thác bằng cơ giới hóa đã tăng khoảng 2 - 3 lần so với năm 2016.

Chi tiết sản lượng của các lò chợ cơ giới hóa và tỷ lệ đóng góp trong tổng sản lượng hầm lò được trình bày tại Hình 2 (Đào Hồng Quảng và cộng sự, 2023).



Hình 2. Sản lượng khai thác than bằng công nghệ cơ giới hóa và tỷ lệ trong tổng sản lượng than hầm lò của TKV

Theo báo cáo thống kê, sản lượng khai thác than bằng công nghệ cơ giới hóa năm 2024 và năm 2025 lần lượt đạt 3,6 triệu tấn và 4,2 triệu tấn, chiếm tỷ trọng 9,6% và 11,1% tổng sản lượng than khai thác của TKV (Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, 2024, 2025). Như vậy, có thể thấy sản lượng khai thác bằng công nghệ tiên tiến này có xu hướng gia tăng trong thời gian tới.



Hình 3. Tỷ trọng than khai thác bằng công nghệ cơ giới hóa tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV năm 2025

Kết quả thực hiện cho thấy đa số các lò chợ cơ giới hóa đạt sản lượng cao, mặc dù vẫn còn một số lò chợ chưa đạt công suất thiết kế. Trong điều kiện vỉa dày, thoải đến nghiêng, các lò chợ cơ giới hóa khấu lớp trụ, hạ trần thu hồi than nóc tại các công ty than Hà Lâm và Vàng Danh luôn duy trì sản lượng cao kể từ khi đưa vào hoạt động. Cụ thể, lò chợ cơ giới hóa công suất 600.000 tấn/năm tại Công ty Than Hà Lâm luôn đạt và vượt công suất thiết kế từ 8% - 24%, với sản lượng bình quân 690.386 tấn/năm (khoảng 115% công suất thiết kế). Sản lượng tháng cao nhất (tháng 7/2021) đạt 113.751 tấn, tương đương sản lượng năm của một lò chợ cột thủy lực đơn.

Đối với lò chợ công suất 1.200.000 tấn/năm tại Công ty Than Hà Lâm, mặc dù chưa đạt công suất thiết kế, song trong điều kiện địa chất phức tạp (nhiều đứt gãy, góc dốc vỉa biến đổi lớn, gương than yếu, nhiệt độ vỉa tăng, xuất hiện khí CO...), lò chợ vẫn duy trì sản lượng ở mức cao, dao động từ 525 - 1.009 nghìn tấn/năm (43,8% - 84,1% công suất thiết kế), cao gấp 3 - 5 lần so với lò chợ giá xích và chiếm 27% - 54% tổng sản lượng khai thác hầm lò của Công ty. Tại Vàng Danh, sản lượng khai thác từ lò chợ cơ giới hóa tăng mạnh, từ 587.550 tấn năm 2021 lên 671.717 tấn năm 2023, vượt 1,3 - 1,5 lần so với công suất thiết kế (450.000 tấn/năm), cao gấp 3 - 4 lần so với lò chợ giá khung. Sản lượng tháng cao nhất (tháng 7/2018) đạt 76,8 nghìn tấn, vượt gấp 2 lần công suất thiết kế theo tháng.

Đối với lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ tại Công ty Than Mông Dương (đưa vào hoạt động từ ngày 08/6/2020), sản lượng luôn vượt công suất thiết kế, đạt từ 312.860 tấn năm 2021 đến 373.812 tấn năm 2023 (tương đương 104,3% - 124,6% công suất thiết kế). Ngoài ra, dây chuyền cơ giới hóa hạng nhẹ tại Dương Huy (vận hành từ tháng 3/2023) đạt sản lượng 24.524 - 37.591 tấn/tháng, vượt khoảng 1,5 lần công suất thiết kế.

Trong điều kiện vỉa dày trung bình, thoải đến nghiêng, các lò chợ cơ giới hóa tại Dương Huy và Quang Hanh đều góp phần nâng cao sản lượng khai thác. Tại Công ty Than Dương Huy, mặc dù chưa đạt công suất thiết kế, lò chợ cơ giới hóa vẫn duy trì sản lượng trên 400 nghìn tấn trong các năm 2018 - 2019 và 2023, cao gấp khoảng 3 lần so với lò chợ sử dụng cột thủy lực đơn và giá thủy lực di động.

Tại Công ty Than Quang Hanh, lò chợ cơ giới hóa có chiều dài chỉ 80 m, khai thác trong điều kiện vỉa than mỏng, góc dốc biến động lớn, trữ lượng phân tán và phải chuyên diện nhiều lần, song vẫn đạt công suất thiết kế 180 nghìn tấn vào năm 2019, tương đương 1,5 - 2 lần so với lò chợ thủ công trong cùng điều kiện.

Đối với mô hình cơ giới hóa hạng nhẹ, lò chợ tại Hạ Long duy trì ổn định sản lượng trên 220 nghìn tấn/năm, cao gấp khoảng 2 lần so với lò chợ thủ công. Tại Uông Bí, dây chuyền cơ giới hóa hạng nhẹ được đưa vào áp dụng từ tháng 10/2022, trong điều kiện địa chất phức tạp, đã đạt sản lượng cao gấp khoảng 2 lần so với lò chợ sử dụng cột thủy lực đơn (Đào Hồng Quảng và cộng sự, 2023).

3.2. Năng suất lao động trực tiếp

Về năng suất lao động, đa số các lò chợ cơ giới hóa đạt mức tương đối cao. Trong điều kiện vỉa dày, thoải đến nghiêng, các lò chợ tại Hà Lâm và Vàng Danh đạt năng suất lao động từ 13,9 - 41,39 tấn/công, cao gấp 4 - 5 lần so với lò chợ giá khung và giá xích trong cùng điều kiện. Trong điều kiện kém thuận lợi, các lò chợ tại Khe Chàm và Núi Béo vẫn đạt năng suất lao động cao hơn 1,5 - 2,0 lần so với lò chợ thủ công.

Đối với điều kiện vỉa dày trung bình, thoải đến nghiêng, các lò chợ tại Dương Huy, Quang Hanh và Khe Chàm đạt năng suất lao động từ 8,45 đến 22,75 tấn/công, cao gấp 2 - 4 lần so với lò chợ thủ công trong cùng điều kiện. Lò chợ sử dụng tổ hợp 2ANSH có năng suất lao động thấp nhất, đạt từ 4,5 - 6,5 tấn/công, tuy nhiên vẫn cao hơn so với các công nghệ khai thác thủ công khác.

Đối với mô hình cơ giới hóa hạng nhẹ, lò chợ tại Mông Dương đạt năng suất lao động từ 11,69 - 27,17 tấn/công, trung bình 18,98 tấn/công, tương đương 120% so với thiết kế (15,8 tấn/công) và cao gấp 2 - 4 lần so với lò chợ giá khung và giá XDY tại đơn vị. Lò chợ tại Hạ Long đạt năng suất lao động trung bình 11,1 tấn/công. Tại Uông Bí, năng suất lao động trung bình đạt 24,3 tấn/công, cao hơn so với thiết kế (13,7 tấn/công) và gấp 6 - 11 lần so với lò chợ sử dụng cột thủy lực đơn trong cùng điều kiện. Lò chợ tại Dương Huy sau một năm áp dụng đạt năng suất lao động trung bình từ 12,5 - 13,5 tấn/công, cao gấp khoảng 2 lần so với lò chợ sử dụng giá ZH.

Ngoài việc nâng cao năng suất lao động, hầu hết các lò chợ cơ giới hóa trong thời gian qua đã giảm được số lượng lao động trực tiếp trong một ngày đêm từ 10% - 20% so với lò chợ thủ công. Qua đó, góp

phần giảm áp lực tuyển dụng lao động thợ lò, đồng thời giảm tải các công tác liên quan đến tổ chức sản xuất, quản lý nhân sự, tiền lương và các chế độ xã hội khác (Đào Hồng Quảng và cộng sự, 2023).

3.3. Giá thành phân xưởng

Kết quả thực hiện cho thấy việc đạt sản lượng và năng suất lao động cao tại các lò chợ cơ giới hóa cho phép giảm đáng kể chi phí tiền lương và các chi phí liên quan đến người lao động trong cơ cấu giá thành mỗi tấn than. Xét trong giá thành phân xưởng cho một tấn than nguyên khai, các lò chợ cơ giới hóa thời gian qua đã giảm từ 25% - 80% chi phí tiền lương trực tiếp, qua đó làm giảm 5% - 20% giá thành khai thác so với lò chợ thủ công. Cụ thể, các lò chợ cơ giới hóa tại Công ty Than Hà Lâm có giá thành khai thác từ 254.000 - 294.000 đồng/tấn, thấp hơn so với giá thành phân xưởng của lò chợ giá xích trong cùng điều kiện (từ 310.000 - 358.000 đồng/tấn). Tại Công ty Than Dương Huy, các lò chợ cơ giới hóa hạng trung và hạng nhẹ có giá thành khai thác từ 324.554 - 345.932 đồng/tấn, trung bình khoảng 337.523 đồng/tấn, tương đương 83,2% - 98,2% so với lò chợ sử dụng giá ZH. Tại Vàng Danh, lò chợ cơ giới hóa hạng trung có giá thành phân xưởng trung bình 315.151 đồng/tấn, bằng khoảng 83,7% so với lò chợ giá xích khai thác trong cùng điều kiện (Đào Hồng Quảng và cộng sự, 2023).

3.4. Tỷ lệ tổn thất

Việc áp dụng công nghệ cơ giới hóa trong khai thác lò chợ đã góp phần cải thiện rõ rệt các chỉ tiêu kỹ thuật - công nghệ, đặc biệt là giảm tỷ lệ tổn thất. Đối với các lò chợ khâu lớp trụ, hạ trần thu hồi than nóc, nhờ sử dụng giàn chống tự hành có khả năng chịu tải lớn, tăng cường phá vỡ trần than, kết hợp với cơ cấu cửa sổ thu hồi thấp và máng cào phía sau thuận lợi cho việc thu hồi triệt để than nóc, nên tỷ lệ thu hồi cao hơn so với các lò chợ sử dụng giá khung và giá xích. Thống kê thực tế cho thấy, tỷ lệ thu hồi than nóc tại các đơn vị Hà Lâm, Vàng Danh và Khe Chàm đạt từ 90% - 95%.

Đối với các lò chợ khai thác vỉa than dày trung bình, thoải đến nghiêng, do hệ thống thiết bị đồng bộ (giàn chống - máy khâu) có phạm vi chiều cao khâu gương rộng (từ 1,6 đến 3,0m, so với 1,6 - 2,2m ở các lò chợ giá khung, giá xích), nên bảo đảm khả năng khâu hết chiều dày vỉa, đặc biệt đối với các vỉa dày từ 2,5 - 3,0m, qua đó giảm tỷ lệ tổn thất. Số liệu tại các mỏ Khe Chàm, Dương Huy và Quang Hanh cho thấy, tỷ lệ tổn thất theo công nghệ chủ yếu do để lại trụ bảo vệ các lò dọc vỉa dao động từ 8,0 - 15,75%.

Các lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ cũng cho hiệu quả thu hồi than cao, đạt từ 80% - 98%, cao hơn 3% - 5% so với công nghệ khai thác sử dụng giá khung và giá xích. Đối với lò chợ sử dụng tổ hợp 2ANSH, do không phải để lại trụ than bảo vệ các thượng cột, tỷ lệ tổn thất rất thấp, chỉ khoảng 5,0% - 12,0% (so với các công nghệ khai thác buồng - thượng và lò dọc vỉa phân tầng là 35% - 40%).

Bên cạnh việc giảm tỷ lệ tổn thất, góp phần khai thác triệt để và nâng cao hiệu quả huy động tài nguyên, các lò chợ cơ giới hóa còn cải thiện các chỉ tiêu kỹ thuật - công nghệ khác như: chi phí mét lò chuẩn bị, chi phí phá hóa ban đầu, đồng thời nâng cao hiệu quả sử dụng các hệ thống phục vụ sản xuất trong mỏ (vận tải, thông gió, thoát nước...) nhờ mức độ tập trung sản xuất cao hơn. Đặc biệt, công nghệ này còn góp phần cải thiện điều kiện làm việc và nâng cao mức độ an toàn cho người lao động (Đào Hồng Quảng và cộng sự, 2023).

3.5. Một số tồn tại

Bên cạnh những kết quả đạt được, việc áp dụng công nghệ cơ giới hóa trong khai thác các vỉa thoải đến nghiêng thời gian qua cũng bộc lộ một số khó khăn, tồn tại, cụ thể như sau:

- Phần lớn các lò chợ cơ giới hóa tại các mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam hiện nay (10/13 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ) chưa đạt công suất thiết kế. Nguyên nhân chủ yếu là điều kiện địa chất thực tế trong quá trình khai thác phức tạp hơn so với tài liệu thăm dò phục vụ thiết kế. Trong quá trình khai thác thường xuất hiện nhiều đứt gãy, khu vực vỉa mỏng, lớp kẹp, vỉa uốn lượn, trụ nổi, góc dốc tăng và biến đổi cục bộ so với thiết kế ban đầu.

Bên cạnh đó, các yếu tố địa chất - thủy văn và điều kiện khai thác đặc thù như khai thác dưới các moong lộ thiên cũ có nguy cơ tích nước (tại các vỉa 7, 10 và 11 của mỏ Hà Lâm), than có xu hướng tự cháy (vỉa 7 - Hà Lâm), hoặc điều kiện gương than, vách và trụ vỉa mềm yếu (tại Uông Bí, Khe Chàm) chưa được đánh giá đầy đủ trong giai đoạn thiết kế. Điều này dẫn đến việc một số đơn vị phải điều chỉnh hoặc chuyển đổi công nghệ khai thác sang phương án khác (như tại Quang Hanh, Khe Chàm).

Ngoài ra, một số lò chợ không đạt công suất thiết kế do quá trình khai thác thực tế không liên tục theo kế hoạch, phải dành nhiều thời gian để xử lý sự cố kỹ thuật như khâu vượt phay, cắt đá, khắc phục hiện tượng than tự cháy nội sinh (tại Hà Lâm), hoặc xử lý tình trạng mất ổn định gương than (tại Khe Chàm). Theo đó, trong quá trình triển khai, các lò chợ cơ giới hóa đều chịu ảnh hưởng bất lợi từ các yếu tố địa chất, làm gia tăng thời gian xử lý và ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả khai thác. Xét theo tần suất xuất hiện, các yếu tố địa chất phức tạp chủ yếu bao gồm: hiện tượng trụ nổi và khép vỉa, buộc phải áp dụng khoan nổ mìn thủ công để cắt đá, làm kéo dài chu kỳ sản xuất, ảnh hưởng đến thiết bị và làm tăng chi phí; hiện tượng lở gương, tụt nóc gây khó khăn cho công tác di chuyển giàn chống, đồng thời làm tăng khối lượng nhân công gia cố lò chợ, dẫn đến giảm tiến độ khâu; các đứt gãy địa chất, đòi hỏi áp dụng các giải pháp khai thác đặc biệt để vượt qua, chủ yếu bằng phương pháp khoan nổ mìn thủ công; sự biến đổi cục bộ của góc dốc vỉa, có đoạn đạt từ 25 - 35°, phải áp dụng các giải pháp kỹ thuật như bố trí gương lò chợ xiên chéo, khâu một chiều từ trên xuống, lắp đặt bổ sung các kích thủy lực chống trôi, chống đổ giàn chống và máng cào, làm tăng chi phí và kéo dài thời gian sản xuất; tại một số lò chợ ở Hà Lâm khai thác dưới đáy moong lộ thiên cũ, phải áp dụng các giải pháp bảo đảm an toàn như không thu hồi than nóc, thậm chí tạm dừng sản xuất, dẫn đến ảnh hưởng đến sản lượng và năng suất lao động.

- Hạ tầng kỹ thuật tại một số đơn vị chưa đồng bộ để đáp ứng các điều kiện của lò chợ áp dụng công nghệ cơ giới hóa.

- Chưa chủ động sản xuất được thiết bị và vật tư thay thế, chủ yếu phụ thuộc vào nhập khẩu: các thiết bị phục vụ khai thác cơ giới hóa phải làm việc trong điều kiện địa chất phức tạp, áp lực mỏ lớn, thường xuyên phải khâu cắt đá, trong môi trường có độ ẩm cao... nên dễ xảy ra hư hỏng. Một số thiết bị như tổ hợp điều khiển, cột chống, thiết bị vận tải, hệ thống ống và van cấp dịch, máy khâu... khi gặp sự cố phải chờ sửa chữa hoặc thay thế, làm gián đoạn sản xuất, ảnh hưởng đến tiến độ và sản lượng khai thác.

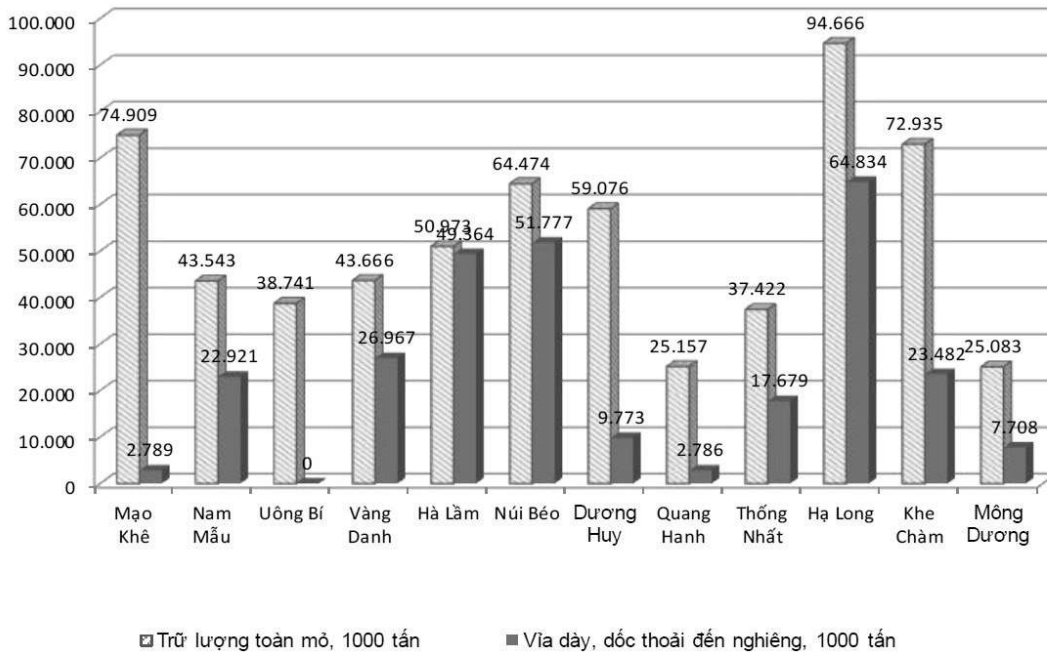
4. Xu hướng phát triển công nghệ khai thác cơ giới hóa tại các mỏ hầm lò Việt Nam

Theo kết quả báo cáo thăm dò địa chất, phần lớn các vỉa than dày, dốc thoải và nghiêng phân bố tại các mỏ than Hà Lâm, Nam Mẫu, Vàng Danh, Núi Béo, Hạ Long, Khe Chàm và Thống Nhất và chiếm khoảng 44,41% tổng trữ lượng đã được quy hoạch (Đặng Thanh Hải; 2016). Theo Chiến lược phát triển, ngành than phấn đấu đạt khoảng 45 - 50 triệu tấn than thương phẩm trong giai đoạn đến 2030, sau đó sản lượng sẽ giảm dần xuống còn 38 - 40 triệu tấn vào năm 2045 (Thủ tướng Chính phủ, 2024).

Như vậy, nhu cầu tăng sản lượng khai thác than phục vụ phát triển các ngành kinh tế của đất nước vẫn đang cần thiết. Mặt khác, như ở trên đã phân tích, công nghệ khai thác cơ giới hóa đã phần nào đáp ứng được việc tăng sản lượng cũng như năng suất lao động, giảm giá thành sản phẩm, đảm bảo hiệu quả kinh tế cho các đơn vị sản xuất than.

Theo định hướng, giai đoạn 2026 - 2030, sản lượng khai thác bằng công nghệ cơ giới hóa đồng bộ dự kiến tăng từ 4,96 triệu tấn năm 2026 (chiếm 17,3%) lên 11,08 triệu tấn vào năm 2030 (chiếm 34,4%), với số lượng lò chợ tăng từ 22 lên 35 lò. Riêng các lò chợ điều khiển thông minh, tự động hóa dự kiến nâng sản lượng từ 0 lên 3,95 triệu tấn, chiếm 12,3% vào năm 2030. Tổng sản lượng khai thác bằng cơ giới hóa đồng bộ và bán cơ giới hóa ước đạt 12,3 triệu tấn vào năm 2030, góp phần đưa tổng sản lượng than hầm lò của toàn Tập đoàn lên trên 32 triệu tấn.

Để đáp ứng nhu cầu sản lượng nêu trên, cần tăng cường áp dụng công nghệ cơ giới hóa trong khai thác nhằm nâng cao sản lượng, năng suất lao động, đồng thời cải thiện điều kiện làm việc và bảo đảm an toàn. Theo đó, việc đổi mới công nghệ khai thác và triển khai các mô hình công nghệ tiên tiến là giải pháp cần thiết để hiện thực hóa các mục tiêu đã đề ra.



Hình 4. Phân bố tỷ trọng giữa tổng trữ lượng than tại các mỏ với trữ lượng than tại các vỉa dày, dốc thoải và nghiêng thuộc TKV

Căn cứ theo điều kiện phân bố địa chất cũng như tổng hợp trữ lượng tại các mỏ than khai thác hầm lò hiện nay có thể thấy xu hướng áp dụng các loại hình công nghệ khai thác sẽ theo định hướng sau đây:

Đối với các vỉa dày trung bình đến dày, thoải đến nghiêng

Tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện và mở rộng áp dụng các mô hình cơ giới hóa đồng bộ hạng trung và hạng nhẹ đã được triển khai thành công tại các mỏ hầm lò trong thời gian qua, đối với các khu vực lò chợ có điều kiện phù hợp. Theo các đánh giá, trữ lượng có khả năng áp dụng công nghệ này tại các mỏ hầm lò còn đủ lớn để phát triển và nhân rộng thêm 02 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ hạng trung và 08 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ. Qua đó, sản lượng khai thác từ các lò chợ cơ giới hóa vỉa thoải đến nghiêng có thể tăng từ 3,7 triệu tấn năm 2021 lên khoảng 4,9 triệu tấn/năm vào năm 2026. Trong giai đoạn tiếp theo, tiếp tục duy trì và phát triển thêm các dây chuyền cơ giới hóa phù hợp với điều kiện này.

Đối với các vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng

Trong điều kiện vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng, công nghệ khai thác lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn chống mềm có nhiều ưu điểm vượt trội về mặt kỹ thuật và an toàn so với các công nghệ khác trong cùng điều kiện. Do đó, công nghệ này hiện đang được áp dụng phổ biến để khai thác các vỉa dốc tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

Việc tiếp tục nghiên cứu áp dụng cơ giới hóa khâu than bằng máy thay cho phương pháp khoan nổ mìn sẽ cho phép cơ giới hóa hoàn toàn các công đoạn trong lò chợ chống giữ bằng giàn mềm, qua đó nâng cao hiệu quả khai thác đối với các vỉa dốc. Theo đánh giá sơ bộ, trữ lượng các vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ hầm lò có thể áp dụng công nghệ này khoảng 30 triệu tấn. Trong thời gian tới, cần triển khai thử nghiệm nhằm từng bước làm chủ công nghệ (ưu tiên tại các khu vực có trữ lượng vỉa dốc lớn như Uông Bí, Vàng Danh...), tiến tới nhân rộng áp dụng đối với các điều kiện phù hợp

Đối với các vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng

Việc áp dụng cơ giới hóa đối với các vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng cần được nghiên cứu trên cơ sở các sơ đồ công nghệ khai thác hiện đang áp dụng như lò dọc vỉa phân tầng và các phương pháp chia lớp bằng hoặc ngang nghiêng. Để công nghệ có thể triển khai thành công, cần tập trung nghiên cứu, hoàn thiện các vấn đề còn tồn tại trong quá trình thử nghiệm trước đây như: lựa chọn giàn chống có kích thước, khối lượng và kết cấu thu hồi phù hợp; tối ưu hóa tiết diện và kết cấu chống giữ của lò dọc vỉa phân tầng; hoàn thiện giải pháp nẹp và nổ mìn trong các lỗ khoan dài.

Đối với các vỉa có điều kiện địa chất phức tạp

Để mở rộng phạm vi áp dụng cơ giới hóa trong các điều kiện phức tạp hơn, cần tập trung vào ba nhóm vỉa đặc thù tại vùng than Quảng Ninh, gồm: (i) vỉa có đá vách và đá trụ mềm yếu, khó điều khiển; (ii) vỉa có góc dốc lớn; và (iii) khu vực có trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán. Theo đánh giá, tổng trữ lượng than có khả năng áp dụng công nghệ này tại vùng Quảng Ninh khoảng 69,1 triệu tấn, trong đó 32,8 triệu tấn phân bố ở các khu vực có vách, trụ yếu hoặc góc dốc lớn và 36,3 triệu tấn phân bố ở các khu vực có trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán. Hiện nay, công nghệ cơ giới hóa trong điều kiện địa chất phức tạp, vách và trụ mềm yếu, khó điều khiển đã được triển khai áp dụng thử nghiệm tại vỉa 7 (42) mỏ Trảng Bạch (Uông Bí).

5. Kết luận

Công nghệ cơ giới hóa trong khai thác đã được áp dụng thành công đối với các vỉa dày trung bình đến dày, thoải đến nghiêng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Đối với các điều kiện vỉa còn lại, mặc dù các sơ đồ công nghệ chưa đạt kết quả như kỳ vọng, nhưng vẫn góp phần cải thiện năng suất, giảm tổn thất và nâng cao mức độ an toàn lao động.

Để đáp ứng mục tiêu gia tăng sản lượng khai thác trong thời gian tới, cần tiếp tục mở rộng áp dụng các công nghệ đã được kiểm chứng hiệu quả, đồng thời triển khai thử nghiệm các công nghệ khai thác đối với vỉa dốc và vỉa có điều kiện địa chất phức tạp. Bên cạnh đó, cần chủ động tiếp cận và thử nghiệm các công nghệ, thiết bị cơ giới hóa mới có tính khả thi cao, trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm của các quốc gia có ngành công nghiệp khai thác than phát triển. Ngoài ra, cần đẩy mạnh thực hiện đồng bộ các giải pháp kỹ thuật và tổ chức trên cơ sở những tồn tại đã được tổng kết, đồng thời tăng cường sự hỗ trợ và khuyến khích từ các cơ quan quản lý đối với các đơn vị tư vấn và doanh nghiệp khai thác trong hoạt động nghiên cứu và ứng dụng công nghệ cơ giới hóa.

Tài liệu tham khảo

- Đào Hồng Quảng và cộng sự, 2023. *Đánh giá kết quả áp dụng cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh và một số định hướng phát triển trong thời gian tới*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Đặng Thanh Hải, 2016. *Báo cáo tổng kết đề tài “Phát triển áp dụng cơ giới hóa đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh giai đoạn 2013 - 2015, lộ trình đến năm 2020”*.
- Đoàn Văn Kiên, 2008. *Nghiên cứu lựa chọn công nghệ cơ giới hóa khai thác và thiết kế, chế tạo loại giàn chống tự hành phù hợp áp dụng đối với điều kiện địa chất các vỉa dày, độ dốc đến 35° tại vùng Quảng Ninh*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Lê Đức Nguyên, 2020. *Nghiên cứu áp dụng dây chuyền công nghệ cơ giới hóa khâu than lò chợ phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật các vỉa than thoải và nghiêng ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Nguyễn Anh Tuấn, 2005. *Nghiên cứu lựa chọn và áp dụng giàn chống tự hành với máy khâu tại Công ty than Khe Chàm*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Nguyễn Anh Tuấn, 2007. *Nghiên cứu lựa chọn công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa dày, dốc trên 45° tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Nhữ Việt Tuấn, 2012. *Áp dụng thử nghiệm công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa dày, dốc trên 45° bằng giàn chống tự hành chế tạo tại Việt Nam ở các mỏ than Quảng Ninh*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Trương Đức Dư, 2018. *Các giải pháp cần thiết để duy trì và phát triển mở rộng áp dụng hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng với công nghệ cơ giới hóa*, Hội nghị Khoa học kỹ thuật Mỏ toàn quốc lần thứ XXVI.
- Trương Đức Dư (2010). *Nghiên cứu lựa chọn công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa than dốc chiều dày mỏng và trung bình tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ.
- Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, 2014. *Báo cáo Tổng hợp tài liệu địa chất và tính lại trữ lượng than khu vực Quảng Ninh*.
- Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, 2015. *Báo cáo tóm tắt các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật của các mỏ thuộc Tập đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam giai đoạn từ 2001 đến 2023*.
- Thủ tướng Chính phủ, 2024. *Quyết định về việc phê duyệt Chiến lược phát triển của ngành công nghiệp than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến 2045*.

TRENDS IN MECHANIZED UNDERGROUND COAL MINING TECHNOLOGY AT VIETNAM NATIONAL COAL - MINERAL INDUSTRIES HOLDING CORPORATION IN QUANG NINH

Pham Duc Hung^{1,2,*}

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Research Group: Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment (SDM)

ABSTRACT

In recent years, coal production from underground mines operated by the Vietnam National Coal - Mineral Industries Holding Corporation (TKV) has experienced continuous growth, increasing from 6.1 million tons in 2002 to approximately 29 million tons in 2025 (accounting for about 16% of the total coal output). To achieve these results, the implementation of mechanization in mining has played a vital role, creating a breakthrough in longwall productivity-typically reaching 300,000 to 600,000 tons per year, with some longwalls exceeding 1.0 million tons per year, which is 3 to 5 times higher than that of manual longwalls. Mechanized mining technology also contributes to increased labor productivity, enhanced safety, and improved working conditions, as the main production processes are fully mechanized. Furthermore, it helps reduce the workforce by 10 - 20% and production costs by 5 - 20% compared to manual longwalls. Given these advantages, the adoption of mechanized mining is expected to remain an inevitable trend for underground coal mines in the Quang Ninh region in the coming years. This paper analyzes the application and development trends of this technology in TKV's underground mining operations.

Keywords: *mechanized mining; underground coal mining; mining technology; production output; labor productivity*