

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ ĐỊA CHẤT

-----o0o-----



BÁO CÁO HỌC THUẬT

**MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ KHAI THÁC
TẠI MỎ ĐỒNG VI KẼM LÀO CAI**

Hà Nội, tháng /2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

-----o0o-----

**BÁO CÁO HỌC THUẬT**

Tên báo cáo:

**MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU
QUẢ KHAI THÁC TẠI MỎ ĐỒNG VỊ
KẼM LÀO CAI**

Người báo cáo:

TS. LÊ QUANG PHỤC

Tổ chức chủ trì:

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

Thời gian thực hiện:

HỌC KỲ II NĂM HỌC 2024-2025

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	6
Chương 1. PHƯƠNG ÁN CẢI TIẾN SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ KHAI THÁC CHO CÁC THÂN QUẶNG TẠI MỎ ĐỒNG VI KẼM, LÀO CAI.....	1-7
1.1 Tổng quan các sơ đồ công nghệ khai thác quặng.....	1-7
1.2 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác cho thân quặng dày trung bình, chiều dài theo phương ngắn (thấu kính).....	15
1.2.1 <i>Phương án 1: Đối với các buồng khai thác đã được chuẩn bị bằng hệ thống khai thác buồng lưu quặng sẽ thực hiện cải tiến phương pháp tháo quặng qua cửa tháo sang lò tháo quặng.</i>	<i>15</i>
1.2.2 <i>Phương án 2: Đối với các khu vực chưa đào lò chuẩn bị, phương án cải tiến được thực hiện bằng hệ thống khai thác phá nổ phân tầng.</i>	<i>16</i>
1.3 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ cho thân quặng dày trung bình, chiều dài theo phương lớn.....	19
1.4 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác cho thân quặng dày, chiều dài theo phương ngắn (thấu kính)	19
1.5 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ cho thân quặng dày, chiều dài theo phương lớn.....	21
1.6 Nhận xét chung.....	22
Chương 2. TÍNH TOÁN ĐIỂN HÌNH CỦA MỘT CÔNG NGHỆ ĐƯỢC LỰA CHỌN ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ KHAI THÁC TẠI MỎ ĐỒNG VI KẼM, LÀO CAI.....	23
2.1 Lựa chọn khu vực thiết kế	23
2.2 Lựa chọn sơ đồ công nghệ khai thác phù hợp với điều kiện khu vực thiết kế.....	24
2.3 Tính toán các thông số cơ bản của sơ đồ công nghệ khai thác lựa chọn.....	25
2.3.1 <i>Tính toán các thông số của công nghệ khoan và phá nổ quặng trong buồng khấu</i>	<i>25</i>
2.3.2 <i>. Tính toán các thông số của công nghệ tháo, thu hồi quặng trong buồng, đập quặng quá cỡ và xúc bốc lên thiết bị vận tải.</i>	<i>30</i>
2.4 Tính toán thông gió, vận tải và thoát nước cho khu vực thiết kế	34
2.4.1 <i>Giải pháp thông gió cho khu vực thiết kế.....</i>	<i>34</i>
2.4.2 <i>Giải pháp vận tải cho khu vực thiết kế.....</i>	<i>35</i>
2.5 Một số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đạt được khi cải thiện giải pháp công nghệ.....	35
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	37
Tài liệu tham khảo.....	38

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Lựa chọn phương pháp khai thác theo hình dạng của thân quặng.....	1-10
Bảng 1.2. Lựa chọn phương pháp khai thác theo góc cắm của thân quặng	1-11
Bảng 1.3. Lựa chọn phương pháp khai thác theo chiều dày thân quặng.....	1-11
Bảng 1.4. Lựa chọn phương pháp khai thác theo hàm lượng quặng.....	1-11
Bảng 1.5. Lựa chọn phương pháp khai thác theo chiều sâu thân quặng	1-12
Bảng 1.6. Lựa chọn phương pháp khai thác theo độ bền khối quặng	1-12
Bảng 1.7. Lựa chọn phương pháp khai thác theo độ bền đá vách.....	1-12
Bảng 1.8. Lựa chọn phương pháp khai thác theo độ bền đá vách.....	1-13
Bảng 1.9. Đặc điểm địa chất của khoáng sản khu vực mỏ Đồng Vi Kẽm	1-13
Bảng 1.10. Bảng tổng hợp các lựa chọn phương pháp khai thác theo yếu tố địa chất khoáng sản.	1-14
Bảng 2.1. Đặc điểm các khối trữ lượng tại khu vực lựa chọn thiết kế.....	23
Bảng 2.2. Đặc điểm cơ lý đá của các lớp vách, trụ	24
Bảng 2.3. Các thông số chính của máy khoan tự hành.....	26
Bảng 2.4. Các thông số cơ bản của hệ chiều khoan nổ mìn khai thác quặng	29
Bảng 2.10. Biểu đồ tổ chức chu kỳ đào chống lò.....	29
Bảng 2.11. Tổng hợp các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đào lò.....	30
Bảng 2.12. Bảng đặc tính kỹ thuật máy xúc bốc - vận tải PT- 4 của Nga	31
Bảng 2.13. đặc tính kỹ thuật máy xúc lật sau ZLD - 17 Trung Quốc	32
Bảng 2.14. đặc tính kỹ thuật một số loại máy xúc bốc - vận tải Trung Quốc.....	33
Bảng 2.18. Chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật chủ yếu HTKT	35

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Cải tiến hệ thống khai thác buồng lưu quặng đã được chuẩn bị bằng cách đào lò tháo và ngách tháo quặng	15
Hình 1.2 Phương án cải tiến việc thu hồi quặng trong buồng khấu	16
Hình 1.3 Sơ đồ công nghệ khai thác phá nổ phân tầng	17
Hình 1.4. Hình ảnh minh họa máy xúc tải trong các mỏ quặng hầm lò.....	18
Hình 1.5. Các sơ đồ cải tiến tháo quặng trong buồng khấu.....	18
Hình 1.6. Sơ đồ công nghệ khai thác lò dọc vỉa phân tầng chia thành các lớp khấu từ trên xuống dưới, khoan từ trên xuống dưới.....	20
Hình 1.7. Sơ đồ công nghệ khai thác lò dọc vỉa phân tầng chia thành các lớp khấu từ trên xuống dưới, khoan từ dưới lên trên.....	20
Hình 1.8. Hệ thống khai thác khấu theo phân tầng	21
Hình 2.1. Trắc dọc khối quặng tại khu vực thiết kế	23
Hình 2.5. Sơ đồ chuẩn bị buồng khai thác tại khu vực thiết kế.....	25
Hình 2.6. Máy khoan tự hành bánh xích KGH3.....	26
Hình 2.7. Mặt cắt ngang buồng khai thác.....	28
Hình 2.10. Sơ đồ xúc đá tại gương bằng máy xúc lật ZLD-20	29
Hình 2.11. Thiết kế lò tháo quặng: a – dạng phễu; b – dạng rãnh hình thang	30
Hình 2.12. Máy xúc bốc - vận tải PT- 4	31
Hình 2.13. Máy xúc lật sau ZLD - 17 Trung Quốc	32
Hình 2.14. Một số loại máy xúc bốc - vận tải Trung Quốc.....	33

MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh ngành khai khoáng đóng vai trò quan trọng đối với nền kinh tế Việt Nam, việc nâng cao hiệu quả khai thác tại các mỏ kim loại, đặc biệt là mỏ đồng - kẽm Lào Cai, trở thành yêu cầu cấp thiết nhằm đảm bảo khai thác bền vững và tối ưu hóa nguồn tài nguyên. Mỏ đồng - kẽm Lào Cai với trữ lượng lớn và tiềm năng kinh tế cao không chỉ góp phần vào sự phát triển công nghiệp mà còn tác động trực tiếp đến an ninh năng lượng và phát triển kinh tế địa phương. Tuy nhiên, quá trình khai thác hiện nay vẫn đối mặt với nhiều thách thức như công nghệ lạc hậu, tổn thất tài nguyên, ô nhiễm môi trường và hiệu quả kinh tế chưa tương xứng với tiềm năng.

Xuất phát từ thực tế đó, bài viết này tập trung đề xuất "**Một số giải pháp nâng cao hiệu quả khai thác tại mỏ đồng - kẽm Lào Cai**", bao gồm các giải pháp về công nghệ và kỹ thuật mỏ.

Việc áp dụng các giải pháp tiên tiến trong khai thác tại mỏ đồng Vi Kẽm không chỉ giúp tăng hiệu suất mà còn đáp ứng các tiêu chuẩn khắt khe về an toàn lao động và bảo vệ môi trường. Báo cáo này kỳ vọng sẽ đóng góp một góc nhìn thực tiễn, kết hợp giữa kinh nghiệm vận hành mỏ và xu hướng công nghệ mới, từ đó đề xuất những giải pháp khả thi cho mỏ trong bối cảnh cạnh tranh toàn cầu.

Nội dung nghiên cứu mang hàm ý chuyên sâu về ngành khai thác mỏ hàm lò. Để thực hiện các nội dung, báo cáo thực hiện cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu như sau:

Cách tiếp cận: Sử dụng phương pháp tiếp cận tổng hợp để phân tích, thống kê và đánh giá tổng quan. Sử dụng phương pháp toán phân tích để luận giải, xác định các giải pháp công nghệ khả thi tương ứng với điều kiện mỏ.

Phương pháp nghiên cứu: Sử dụng phương pháp tổng hợp, phân tích, nghiên cứu lý thuyết kết hợp với khảo sát trong thực tế tại mỏ đồng Vi Kẽm.

Kỹ thuật sử dụng: Sử dụng máy tính và các phần mềm chuyên dụng để tổng hợp, phân tích, xử lý các số liệu;

Chương 1. PHƯƠNG ÁN CẢI TIẾN SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ KHAI THÁC CHO CÁC THÂN QUẶNG TẠI MỎ ĐỒNG VỊ KẾM, LÀO CAI

1.1 Tổng quan các sơ đồ công nghệ khai thác quặng

Hai sơ đồ công nghệ khai thác được thiết kế và triển khai áp dụng cho mỏ bao gồm:

+ Hệ thống khai thác buồng lưu quặng (BLQ): Áp dụng cho các thân, khối quặng có chiều dày thân quặng từ $1,2 \div 3,5\text{m}$.

+ Hệ thống khai thác phá nổ phân tầng (DVPT): Áp dụng cho các thân, khối quặng có chiều dày từ $3,5 \div 7,8\text{m}$, chiều dài theo phương khối khai thác $>300\text{m}$.

** Công nghệ khai thác buồng lưu quặng*

- Công nghệ khai thác Buồng lưu quặng (BLQ): Phụ vào kích thước của từng thân (hoặc khối) quặng, các thân quặng được chia thành các tầng khai thác bằng lò dọc vỉa vận tải, lò dọc vỉa thông gió tầng. Các tầng khai thác lại được chia thành các phân tầng với chiều cao phân tầng từ $35 \div 45\text{m}$. Sau đó, trong phân tầng khai thác tiến hành đào các lò thượng cột để chia cột thành các buồng hay khối khai thác (block) với chiều rộng khối từ $40 \div 60\text{m}$ (thượng buồng có thể đào trước hoặc được đào cùng với tiến độ khai thác). Từ vị trí trên gương thượng khối cách lò dọc vỉa vận tải từ $2 - 3\text{m}$, tiến hành đào lò chân tầng khai thác song song với lò dọc vỉa vận tải của tầng hoặc phân tầng làm lò cắt ban đầu cho khối khai thác. Ở đáy khối khai thác, từ lò dọc vỉa vận chuyển tiến hành đào các lò phễu tháo quặng lên lò cắt chân tầng, khoảng cách giữa các phễu tháo quặng từ $4 \div 6\text{m}$.

- Công tác khai thác: Quặng trong khối được khai thác theo các lớp ngang với chiều dày mỗi lớp từ $1,2 \div 1,5\text{m}$ theo hướng từ dưới lên trên bằng các lỗ khoan nhỏ.

- Công tác khoan, nạp nổ mìn: Sử dụng máy khoan khí nén loại YT-28 để khoan khai thác. Công tác nạp nổ mìn được thực hiện thủ công, sử dụng thuốc nổ an toàn mỏ hầm lò, kíp điện vi sai và máy nổ mìn an toàn trong hầm lò.

- Công tác vận tải: Quặng sau khi phá nổ sẽ được lưu trong buồng khai thác, do thể tích quặng đã phá nổ tăng lên so với quặng nguyên khối, vì vậy sau khi phá nổ mỗi lớp cần tháo quặng sơ bộ $25 \div 30\%$ khối lượng quặng để đảm bảo khoảng không gian tự do $1,8 \div 2,0\text{m}$ cho công nhân làm việc. Công tác tháo quặng được tiến hành ngay trong ca sản xuất và được tháo trực tiếp vào thiết bị vận tải tại lò dọc vỉa vận tải qua các cửa tháo.

** Công nghệ khai thác dọc vỉa phân tầng:*

- Công nghệ khai thác phá nổ phân tầng (DVPT): Từ lò vận chuyển thiết bị tại trung tâm thân quặng tiến hành chia thân quặng thành các tầng khai thác với chiều cao tầng từ $40 \div 45\text{m}$ bằng các lò dọc vỉa vận tải và lò dọc vỉa thông gió tầng. Các lò này được đào từ trung tâm ra tận biên giới tận biên giới của thân quặng. Từ lò dọc vỉa vận tải trong quặng tiến hành đào các lò thượng cột chia tầng thành cột khai thác với chiều rộng cột từ $80 \div 100\text{m}$. Từ lò thượng cột tiến hành đào các lò phân tầng để chia tầng thành các phân tầng với chiều cao mỗi phân tầng $10 \div 15\text{m}$,

trung bình là 12m. Lò phân tầng dưới cùng được đào cách lò dọc vỉa vận tải tầng từ $2 \div 4$ m. Để thu hồi quặng trong buồng khai thác, tiến hành đào các phễu tháo quặng từ lò dọc vỉa lên lò dọc vỉa phân tầng dưới cùng của tầng, khoảng cách giữa các hống sáo từ $6 \div 9$ m và các phễu tháo quặng được đào theo tiến độ khai thác của cột.

- Công tác khai thác: Quặng được khai thác theo các lò phân tầng bằng khoan nổ mìn trong các lỗ khoan dài đường kính $\Phi 51-64\text{mm}$ theo sơ đồ khoan hình rẽ quạt, chiều dài mỗi đợt phá nổ từ $2 \div 3$ hàng lỗ khoan với tiến độ phá nổ mỗi đợt từ $2,4 \div 2,8\text{m}$. Các phân tầng được phá nổ nối tiếp nhau theo trình tự phân tầng trên phá nổ trước phân tầng dưới và khoảng cách vượt trước của phân tầng trên so với phân tầng dưới tối thiểu từ $2 \div 5$ m tùy thuộc vào độ kiên cố thực tế của quặng.

- Công tác khoan, nạp nổ mìn: Sử dụng xe khoan thủy lực tự hành bánh lốp đường kính khoan $\Phi 51-64\text{mm}$ để khoan khai thác. Công tác nạp nổ mìn được thực hiện thủ công hoặc sử dụng máy nạp mìn khí nén, sử dụng thuốc nổ an toàn mỏ hầm lò hoặc thuốc nổ anfo, kíp điện vi sai phi điện và máy nổ mìn an toàn trong hầm lò.

- Công tác vận tải: Quặng sau khi phá nổ từ các lò phân tầng sẽ tự rơi xuống đáy tầng của cột khai thác và được tháo qua các cửa tháo xuống phương tiện vận tải tại lò dọc vỉa vận tải, sau đó được vận chuyển ra ngoài mặt bằng cửa lò.

** Đánh giá chung về công nghệ khai thác của mỏ đồng Vi Kẽm*

Sau một thời gian áp dụng công nghệ khai thác của dự án vào sản xuất, đánh giá chung về công nghệ khai thác mỏ Vi Kẽm như sau:

- Công nghệ khai thác Buồng lưu quặng (BLQ):

Đây là công nghệ khai thác thủ công, sản lượng thấp, nguy cơ mất an toàn rất cao do các thân quặng tại mỏ đồng Vi Kẽm là một chùm thân quặng và có dạng mạch, phân lớp nhiều, đặc biệt phần tiếp giáp giữa thân quặng và đá vách, đá trụ. Trong công nghệ khai thác Buồng lưu quặng, công nhân thi công, làm việc đứng trực tiếp dưới khối quặng, đá đã chịu ảnh hưởng của việc khoan nổ mìn, đã bị nứt nẻ phía trên. Việc thực hiện chống giữ tạm tương đối khó khăn và chưa có những nghiên cứu, đánh giá cụ thể... tiềm ẩn nhiều nguy cơ đá quặng rơi, tụt lở... gây mất an toàn lao động.

Hệ thống khai thác Buồng lưu quặng chỉ áp dụng cho thân quặng có chiều dày dưới 3,5m (chưa có tính toán áp lực nóc để lựa chọn chiều rộng buồng phù hợp). Tuy nhiên trong thực tế chiều dày thân quặng tại mỏ Vi Kẽm không ổn định, có nhiều vị trí thành tạo các ổ, thấu kính có chiều dày cục bộ lớn hơn 3,5m. Do đó khi thi công qua các khu vực này xảy ra hiện tượng vách hoặc trụ thân quặng bị treo lại trên hông buồng lưu, do sự tách lớp giữa đá và thân quặng rất dễ xảy ra hiện tượng tụt lở vách hông buồng lưu gây mất an toàn, ngoài ra còn gây thất thoát, tổn thất tài nguyên trong quá trình khai thác.

Công tác tổ chức thi công khó thực hiện được như thiết kế, cụ thể: cỡ hạt quặng sau khi nổ mìn không đồng đều, công tác tháo quặng gặp nhiều khó khăn do thiết kế cửa tháo mang tính thủ công nên nguy cơ, hay tắc phễu tháo; khi tháo quặng điều hòa, lượng quặng xuống không đều nên nền buồng không bằng phẳng dẫn đến khó khăn cho việc tổ chức thi công chu kỳ tiếp theo.

- Công nghệ khai thác dọc vỉa phân tầng:

Tính toán trong thiết kế chưa mang tính khả thi (dùng xe khoan ngược DK52-64, chiều sâu khoan 12m), nạp mìn ngược bằng thủ công; Thực tế hiện nay cũng không đầu tư xe khoan, do tiết diện các đường lò đã cắt giảm từ 8,4 xuống 6,5 nên chưa lựa chọn được máy khoan phù hợp để đưa vào lò nên chưa thể áp dụng công nghệ này vào sản xuất. Bên cạnh đó thiết kế cũng chưa có tính toán, thiết kế công nghệ khai thác cho các vỉa quặng có chiều dày $>7,8\text{m}$.

Từ những thực tại trên, để có cơ sở cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác áp dụng cho các thân quặng cần căn cứ vào đặc điểm của các khối quặng có trong khu mỏ. Các đặc điểm có tác động lớn đến việc lựa chọn phương hướng cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác bao gồm:

➤ **Các đặc yếu tố địa chất khai thác mỏ.**

- *Hình học khoáng sản*

- Hình dạng của thân quặng (dạng bảng, hình trụ, hình cầu...vv).
- Định hướng của thân quặng (nghĩa là nằm ngang, thẳng đứng) và góc cắm của thân quặng,
- Kích thước của thân quặng,
- Độ sâu thân quặng bên dưới mặt đất

- *Chất lượng khối đá*

- Độ bền của vùng quặng, bờ vách và bờ trụ thân quặng,
- Độ cứng khối đá, khoảng cách các khe nứt, độ bền cắt của khe nứt, cấu trúc, cường độ, ứng suất, độ ổn định, mức độ nước ngầm

- *Tính biến đổi của quặng*

- Ranh giới quặng
- Tính đồng nhất của quặng
- Tính liên tục của quặng
- Hàm lượng quặng (tức là hàm lượng cao, hàm lượng thấp) và sự phân bố hàm lượng trong thân quặng là tập chung hay phân tán

➤ **Các yếu tố kinh tế**

- Tán quặng có thể khai thác
- Giá trị quặng
- Hàm lượng quặng
- Chi phí hoạt động
- Chi phí vốn
- Dòng tiền

➤ **Các yếu tố kỹ thuật**

- Khả năng thu hồi khoáng sản
- Tính linh hoạt của phương pháp
- Khả năng cơ giới hóa
- Tốc độ khai thác
- **Các yếu tố năng suất**
 - Năng suất khai thác hàng năm
 - Thiết bị phù hợp với phương pháp khai thác
 - Hiệu quả của phương pháp khai thác
 - Cân nhắc về môi trường.
- **Các yếu tố về hậu cần**
 - Sự sẵn có của lao động lành nghề
 - Sự sẵn có của thiết bị
 - Khả năng chèn lấp
 - Vấn đề kế thừa
 - Yếu tố sức khỏe và an toàn

Việc lựa chọn phương pháp khai thác phù hợp rất quan trọng vì nó tác động tới những vấn đề sau:

- Khả năng thu hồi khoáng sản và làm nghèo quặng
- Mức độ phát triển các đường lò cần thiết
- Yêu cầu về vốn và chi phí hoạt động
- Loại thiết bị cần thiết
- Thời gian chu kỳ và trình tự hoạt động
- Sản lượng (tấn/năm)
- Sự rủi ro

Năm 1981, Nicholas lần đầu tiên đề xuất một cách tiếp cận số để lựa chọn phương pháp khai thác. Phương pháp Nicholas tuân theo cách tiếp cận số để xếp hạng các phương pháp khai thác khác nhau dựa trên thứ hạng của các tham số đầu vào cụ thể. Xếp hạng số cho từng phương pháp khai thác được đưa ra bằng cách tổng hợp các xếp hạng này. Xếp hạng càng cao, phương pháp khai thác càng phù hợp. Một trong những vấn đề của cách tiếp cận này là tất cả các tiêu chí lựa chọn đều có mức độ phù hợp như nhau. Dưới đây là các bảng phân loại phương pháp khai thác theo các tiêu chí của địa chất khoáng sản.

Bảng 1.1. Lựa chọn phương pháp khai thác theo hình dạng của thân quặng

Phương pháp khai thác Địa chất	Hình dạng thân quặng		
	Cùng kích cỡ	Phẳng/bảng	Không theo quy luật
Phá sập khối lớn (Block caving)	4	2	0

Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	3	4	1
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	3	4	1
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	-49	4	-49
Buồng cột (Room and pillar)	0	4	2
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	0	4	2
Khấu chèn lấp (cut and fill)	1	4	4

Bảng 1.2. Lựa chọn phương pháp khai thác theo góc cắm của thân quặng

Phương pháp khai thác Địa chất	Góc cắm thân quặng		
	Phẳng (<20 độ)	Trung bình (20 - 55)	Đốc (>55)
Phá sập khối lớn (Block caving)	3	2	4
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	2	1	4
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	1	1	4
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	4	0	-49
Buồng cột (Room and pillar)	4	0	-49
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	-49	0	4
Khấu chèn lấp (cut and fill)	1	3	4

Bảng 1.3. Lựa chọn phương pháp khai thác theo chiều dày thân quặng

Phương pháp khai thác Địa chất	Chiều dày thân quặng				
	Rất là hẹp	Hẹp	Trung bình	Dày	Rất dày
Phá sập khối lớn (Block caving)	3	2	4	3	4
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	2	1	4	4	3
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	1	1	4	4	4
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	4	0	-49	-49	-49
Buồng cột (Room and pillar)	4	0	-49	-49	-49
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	-49	0	4	-49	-49
Khấu chèn lấp (cut and fill)	1	3	4	1	0

Bảng 1.4. Lựa chọn phương pháp khai thác theo hàm lượng quặng

Phương pháp khai thác Địa chất	Hàm lượng quặng		
	Thấp	Trung bình	Cao
Phá sập khối lớn (Block caving)	3	2	2
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	4	4	3
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	3	2	2
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	4	1	0
Buồng cột (Room and pillar)	4	2	0
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	3	2	2
Khấu chèn lấp (cut and fill)	2	3	4

Bảng 1.5. Lựa chọn phương pháp khai thác theo chiều sâu thân quặng

Phương pháp khai thác Địa chất	Chiều sâu thân quặng		
	<100m	100-600m	>600m
Phá sập khối lớn (Block caving)	2	3	3
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	3	4	2
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	3	2	2
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	2	2	3
Buồng cột (Room and pillar)	3	3	2
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	3	3	2
Khấu chèn lấp (cut and fill)	2	3	4

Bảng 1.6. Lựa chọn phương pháp khai thác theo độ bền khối quặng

Phương pháp khai thác Địa chất	Chỉ tiêu khối đá theo RMR vùng quặng				
	Rất yếu	Yếu	Trung bình	Cứng	Rất cứng
Phá sập khối lớn (Block caving)	4	3	2	0	-49
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	1	3	4	4	4
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	3	4	3	1	0
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	6	6	4	2	2
Buồng cột (Room and pillar)	-49	0	3	5	6
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	0	1	3	3	3
Khấu chèn lấp (cut and fill)	0	1	2	3	3

Bảng 1.7. Lựa chọn phương pháp khai thác theo độ bền đá vách

Phương pháp khai thác Địa chất	Độ bền của đá vách RMR				
	Rất yếu	Yếu	Trung bình	Cứng	Rất cứng
Phá sập khối lớn (Block caving)	3	3	3	2	2
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	-49	0	3	4	4
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	4	4	3	2	2
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	6	5	4	3	3
Buồng cột (Room and pillar)	-49	0	3	5	6
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	0	0	2	4	4
Khấu chèn lấp (cut and fill)	3	5	4	3	3

Bảng 1.8. Lựa chọn phương pháp khai thác theo độ bền đá vách

Phương pháp khai thác Địa chất	Độ bền của đá trụ RMR				
	Rất yếu	Yếu	Trung bình	Cứng	Rất cứng
Phá sập khối lớn (Block caving)	3	3	3	2	2
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	0	0	2	3	3
Dọc phân tầng có phá hỏa (Sublevel caving)	1	2	3	3	3
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	0	0	0	0	0
Buồng cột (Room and pillar)	0	0	0	0	0
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	0	0	2	3	3
Khấu chèn lấp (cut and fill)	3	3	2	2	2

Bảng 1.9. Đặc điểm địa chất của khoáng sản khu vực mỏ Đồng Vi Kẽm

Hình dạng thân quặng	Không theo quy luật
Góc cắm thân quặng	>50
Chiều dày thân quặng	0,7-7,8m
Hàm lượng trong thân quặng	Trung bình
Chiều sâu thân quặng	100-300m
Chỉ tiêu khối đá theo RMR vùng quặng	cứng
Độ bền của đá vách RMR	cứng
Độ bền của đá trụ RMR	cứng

Dựa vào các bảng phân loại phương pháp khai thác theo các tiêu chí điều kiện địa chất của khoáng sản ta có:

Bảng 1.10. Bảng tổng hợp các lựa chọn phương pháp khai thác theo yếu tố địa chất khoáng sản.

Phương pháp khai thác Các yếu địa chất	Hình dạng thân quặng	Góc cắm thân quặng	Chiều dày thân quặng	Hàm lượng trong thân quặng	Chiều sâu thân quặng	Chỉ tiêu khối đá theo RMR vùng quặng	Độ bền của đá vách RMR	Độ bền của đá trụ RMR	Tổng
Phá sập khối lớn (Block caving)	0	4	3	2	3	0	2	2	16
Khấu phân tầng (Sublevel stoping)	1	4	4	4	4	4	4	3	28
Khấu dọc phân tầng có phá hóa (Sublevel caving)	1	4	4	2	2	1	2	3	19
Khấu bằng lò chợ dài (longwall)	-49	-49	-49	1	2	2	3	0	-139
Buồng cột (Room and pillar)	2	-49	-49	2	3	5	5	0	-81
Lưu quặng (Shrinkage stoping)	2	4	-49	2	3	3	4	3	-28
Khấu chèn lấp (cut and fill)	4	4	1	3	3	3	3	2	23

Theo bảng trên thì phương pháp tối ưu theo điều kiện địa chất của khoáng sản là phương pháp khấu phân tầng.

+ Ưu điểm và nhược điểm của phương pháp khấu phân tầng

➤ **Ưu điểm**

- Năng suất tốt
- Chi phí vừa phải
- Có khả năng cơ giới hóa
- Điều kiện vận hành an toàn
- Thu hồi quặng cao, làm nghèo quặng vừa phải

➤ **Nhược điểm**

- Phát triển ban đầu tốn kém
- Không linh hoạt/Không chọn lọc.

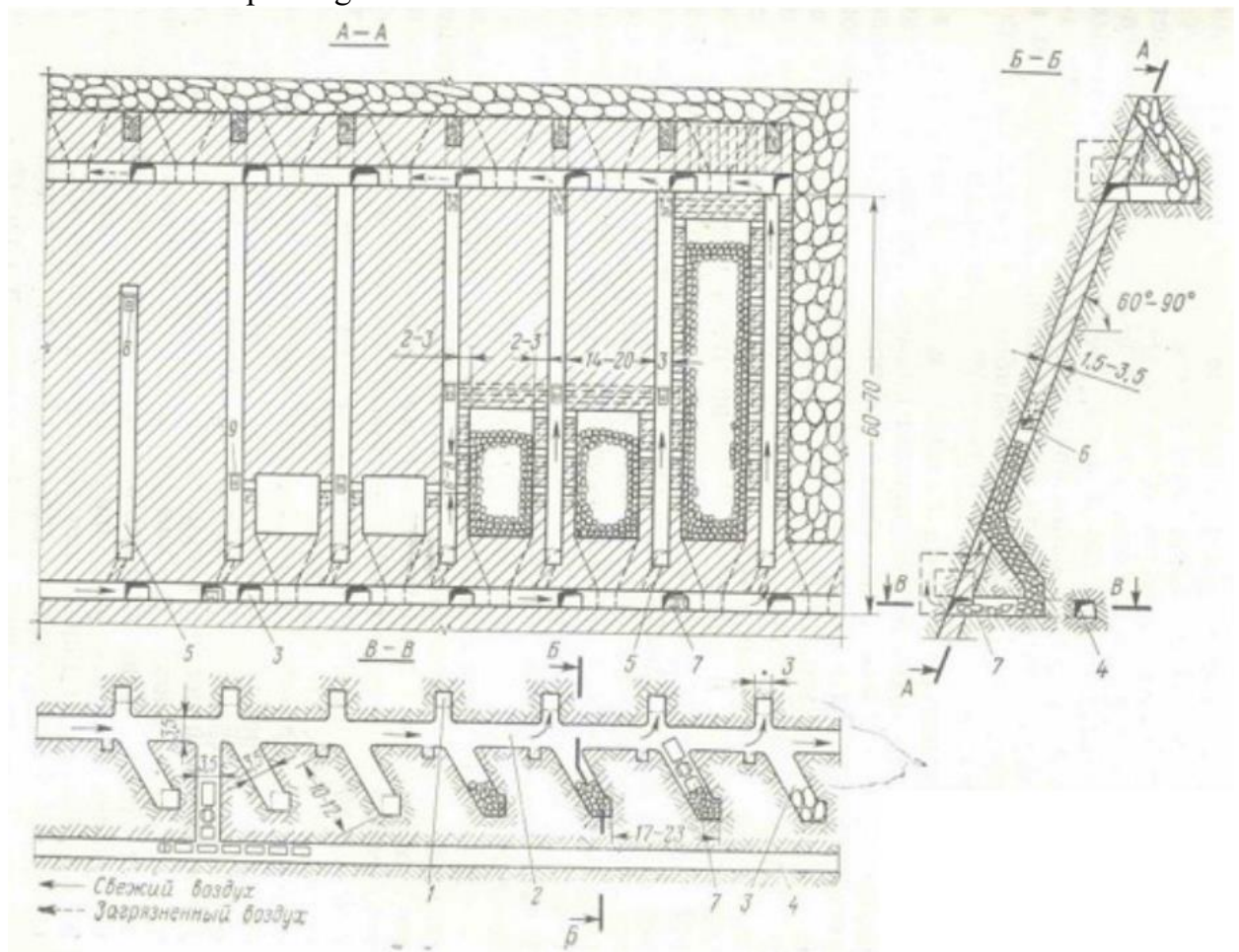
Như vậy, phương án tối ưu là cải tiến sơ đồ công nghệ hiện có của mỏ theo sơ đồ công nghệ lò dọc vỉa phân tầng hay phá nổ phân tầng tùy theo từng điều kiện của thân quặng. Các hướng cải tiến cụ thể như sau:

1.2 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác cho thân quặng dày trung bình, chiều dài theo phương ngắn (thấu kính)

Như đã đề cập ở trên, các thân quặng tại khu vực mỏ đều thuộc loại có góc dốc lớn. Do đó, đối với các thân quặng có chiều dày trung bình, góc dốc lớn và dạng thấu kính sẽ được cải tiến như sau:

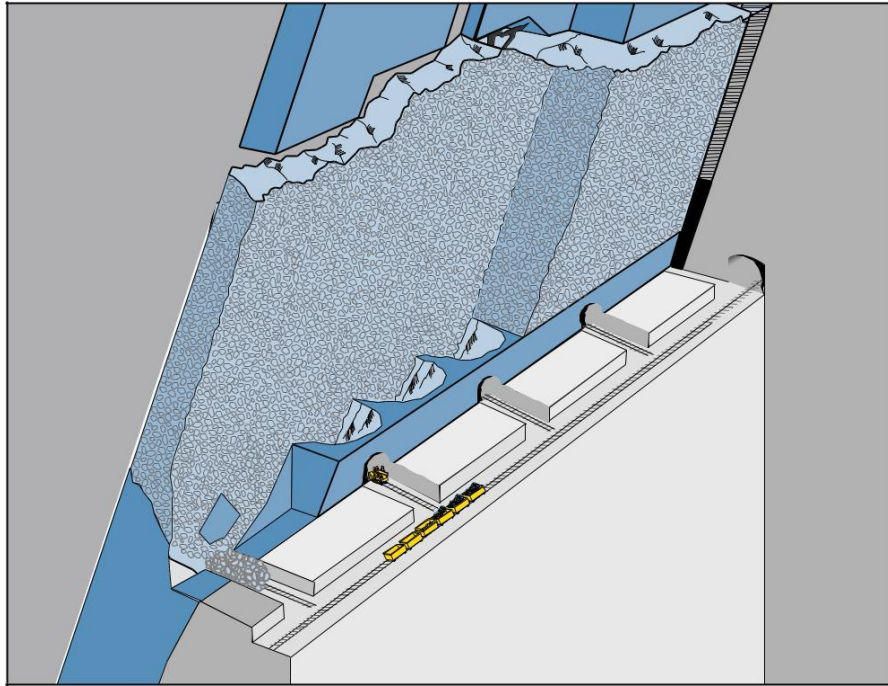
1.2.1 Phương án 1: Đối với các buồng khai thác đã được chuẩn bị bằng hệ thống khai thác buồng lưu quặng sẽ thực hiện cải tiến phương pháp tháo quặng qua cửa tháo sang lò tháo quặng.

Sơ đồ của phương án như sau:



Hình 1.1. Cải tiến hệ thống khai thác buồng lưu quặng đã được chuẩn bị bằng cách đào lò tháo và ngách tháo quặng

1. 1. Vị trí tránh 2,4. Dọc vỉa vận tải, 3. Vị trí xúc tải 4. Lò thượng, 5. Cửa sổ quan sát, 7. Máy xúc tải, 8. Xe đào lò 9. Xe khoan.



Hình 1.2 Phương án cải tiến việc thu hồi quặng trong buồng khâu

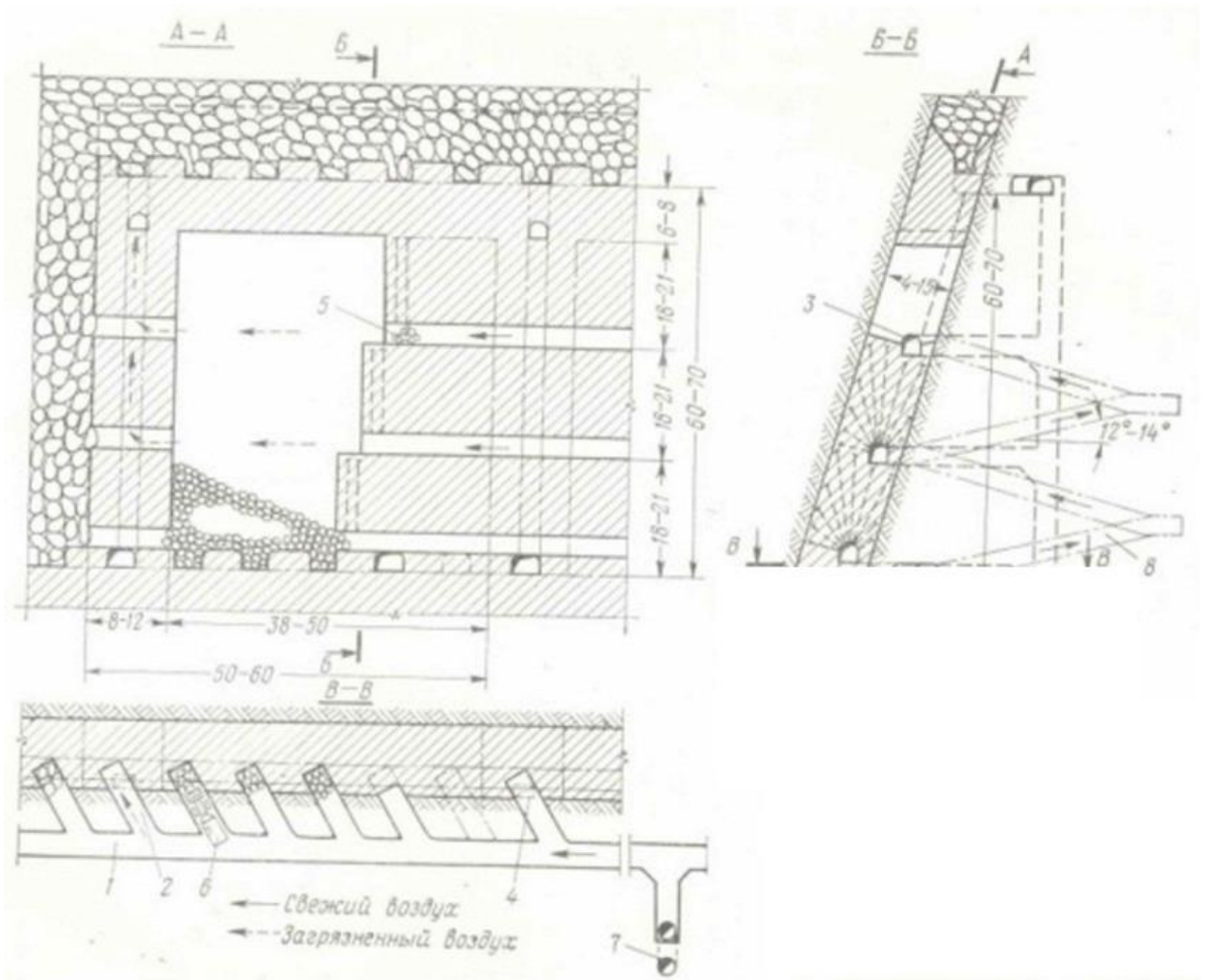
Phương án cải tiến này sẽ khắc phục được giải pháp tháo quặng qua phễu tháo hiện nay tại mỏ. Việc tháo quặng qua phễu tháo không có khả năng cơ giới hóa nên mất nhiều thời gian và ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất. Hơn nữa, công tác tháo thủ công tiềm ẩn nhiều rủi ro vì phễu tháo rất dốc và toàn bộ quặng chất tải lên cửa tháo gây ra tình trạng kẹt hay tắc cửa tháo. Trong các tình huống này sẽ phải sử dụng chèo để cạy bẫy đá và quặng nên nguy cơ mất an toàn rất cao. Ngoài ra, lượng đá và quặng quá cỡ chảy qua cửa tháo sẽ rất khó xử lý để đập vụn.

Trong phương án cải tiến đề xuất, lượng quặng chảy trực tiếp qua lò tháo quặng (không có cửa tháo) xuống lò nhánh chất tải. Tại đây có thể sử dụng được cơ giới xúc bốc bằng máy xúc lật hông cỡ nhỏ nên sẽ giải quyết được yêu cầu an toàn và sức lao động của công nhân, tăng năng suất lao động. Ngoài ra, lượng quặng và đá quá cỡ sẽ được đập vỡ bằng đầu đập khí nén gắn trên máy xúc (khi thay gầu xúc nâng bằng đầu đập khí nén phá vỡ quặng và đá) ngay trong lò nhánh chất tải nên đảm bảo được an toàn và hiệu quả.

Tuy nhiên, nhược điểm chính là chưa khắc phục được vấn đề khoan nổ mìn phá vỡ quặng tại gương lò. Công tác khoan vẫn phải thực hiện bằng máy khoan YT-28 với bước tiến gương trung bình 1,5m, khối lượng khoan kéo dài và mất nhiều sức lao động. Sau nổ mìn vẫn phải san gạt đồng quặng trong lò chợ dẫn đến tiêu tốn nhiều sức lao động, rủi ro mất an toàn cao. Ngoài ra, chưa cải thiện được khả năng thông gió cho lò chợ vì phần lớn các lò thượng cột có cuộc chắn an toàn, ống gió và thang đi lại dẫn đến sự cản trở hiệu quả thông gió. Hiện tượng gió quẩn không được cải thiện, gió sạch vào gương lò chợ rất kém.

1.2.2 Phương án 2: Đối với các khu vực chưa đào lò chuẩn bị, phương án cải tiến được thực hiện bằng hệ thống khai thác phá nổ phân tầng.

Tại các khu vực chưa được thực hiện đào lò, phương án cải tiến sơ đồ công nghệ như sau:



Hình 1.3 Sơ đồ công nghệ khai thác phá nổ phân tầng

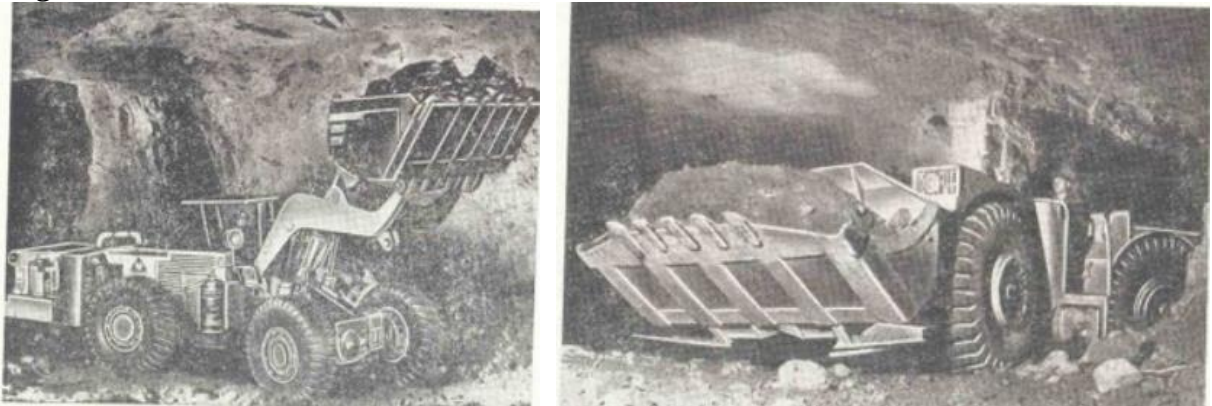
1. Lò dọc vỉa vận tải; 2. Nhánh chất tải; 3. Lò dọc vỉa phân tầng; 4. Thượng block; 5. Xe khoan di động; 6. Xe xúc bốc - vận tải; 7. Phễu tháo quặng; 8. Đường rẽ nghiêng.

- Sơ đồ chuẩn bị: Đào một lò thượng Thông gió – vận tải với góc dốc 25-30° trong đá trụ từ mức vận tải lên mức thông gió của tầng khai thác. Lò thượng này sẽ thay thế cho toàn bộ các lò thượng cột trong hệ thống khai thác hiện nay (bởi vì lò thượng cột hiện nay đào theo góc dốc thân quặng nên có góc dốc lớn, việc đi lại và vận chuyển thiết bị rất khó khăn. Ngoài ra, rò rỉ việc lưu quặng trong buồng và khoan bắn mìn trên gương ngược theo chiều dốc đã dẫn đến rủi ro đá văng xuống chân lò thượng cột nên cần có các cực chắn trên lò thượng. Các cực chắn này lại làm cản trở khả năng thông gió cho lò chợ vì ống gió đi qua lò thượng cột để vào lò chợ).

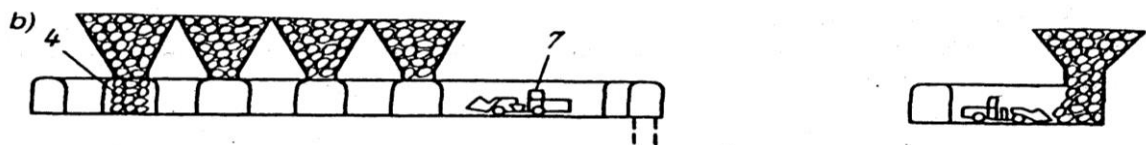
- Phương pháp khấu quặng: Khấu quặng bằng phương pháp khoan nổ mìn. Tuy nhiên, trong sơ đồ này có thể áp dụng cơ giới hóa công tác khoan bằng xe khoan cỡ nhỏ. Khi áp dụng xe khoan tự hành với chiều sâu lỗ khoan đến 10-15m có thể nâng cao được chiều cao phân tầng khai thác, giảm khối lượng đường lò dọc vỉa phân tầng. Xe khoan được đưa lên các lò dọc vỉa phân tầng thông qua lò nghiêng hoặc qua lò thượng. Công tác khoan nổ mìn tách phá quặng tại gương của lò dọc vỉa phân tầng có thể được thực hiện theo hướng lên trên hoặc xuống dưới tùy theo đặc tính của máy khoan lựa chọn. Với phương án này sẽ nâng cao hiệu quả được công tác khoan nổ mìn, giảm lao động nặng nhọc.

- Khả năng cải tạo sơ đồ thông gió cho lò chợ: Với lò thượng Thông gió – vận tải được đề xuất trong sơ đồ này, lò thượng này sẽ phục vụ công tác vận tải vật liệu, thiết bị, đi lại và là lối thông gió chính trong mỗi khu vực khai thác. Việc bố trí sơ đồ như trên sẽ khắc phục được khuyết điểm của sơ đồ hiện tại là “hiện tượng gió quần”. Bởi vì với sơ đồ này, gió sạch theo lò thượng Thông gió vận tải này được các quạt cục bộ thổi vào vị trí khai thác, sau đó gió bần quay trở lại và thoát lên trên đầu lò thượng và ra ngoài lò thông gió chính. Trong sơ đồ công nghệ khai thác buồng lưu quặng cũ, ống gió dẫn vào lò chợ nằm trong lò thượng cột và vấn đề làm cực chấn an toàn và thang đi lại đã cản trở khả năng thông gió.

- Khả năng tháo quặng: Đối với phương án cải tiến sơ đồ công nghệ này, quặng sau khi phá nổ được lưu trong buồng và việc tháo quặng không còn sử dụng phễu tháo như hiện nay mà được tháo trực tiếp xuống lò tháo quặng. Thực tế cho thấy việc sử dụng phễu tháo như hiện nay gặp rất nhiều khó khăn do phải sử dụng thủ công. Với lò thượng có góc dốc lớn nên toàn bộ quặng chất tải lên cửa tháo gây ra tình trạng kẹt cửa tháo và rủi ro an toàn. Ngoài ra, khi có khối đá và quặng quá cỡ trôi xuống cửa tháo sẽ rất khó xử lý dễ đập vỡ. Do đó, khắc phục tình trạng này bằng hướng cải tiến phương án tháo quặng vào đường lò, sau đó sử dụng máy xúc lật hông cỡ nhỏ để xúc bốc lên phương tiện vận tải. Việc sử dụng máy xúc lật hông sẽ giảm rủi ro mất an toàn cho công nhân lao động, giảm lao động nặng nhọc và có khả năng đập vỡ quặng quá cỡ dễ dàng.



Hình 1.4. Hình ảnh minh họa máy xúc tải trong các mỏ quặng hầm lò



Hình 1.5. Các sơ đồ cải tiến tháo quặng trong buồng khấu

Nhược điểm của phương án này là cần phải đầu tư thiết bị khoan và máy xúc, đào bổ sung đường lò thượng Thông gió – vận tải và lò nghiêng vận tải thiết bị. Tuy nhiên, hiệu quả mang lại là năng suất lao động cao, giải quyết được các khó khăn đang gặp phải tại mỏ, đồng thời không phải để lại trụ quặng để bảo vệ lò thượng, tổn thất nhỏ.

1.3 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ cho thân quặng dày trung bình, chiều dài theo phương lớn

** Phương án 1: Đối với các buồng khai thác đã được chuẩn bị bằng hệ thống khai thác buồng lưu quặng sẽ thực hiện cải tiến phương pháp tháo quặng qua cửa tháo sang lò tháo quặng.*

Đối với các khu vực đã được chuẩn bị bằng hệ thống khai thác buồng lưu quặng, phương án cải tiến sơ đồ công nghệ trong điều kiện này được thực hiện tương tự như đối với các thân quặng có chiều dài theo phương ngắn (thấu kính). Công tác cải tiến chỉ được thực hiện tại hạng mục tháo quặng ra khỏi buồng lưu quặng và sử dụng máy xúc lật hông để xúc bốc lên phương tiện vận tải.

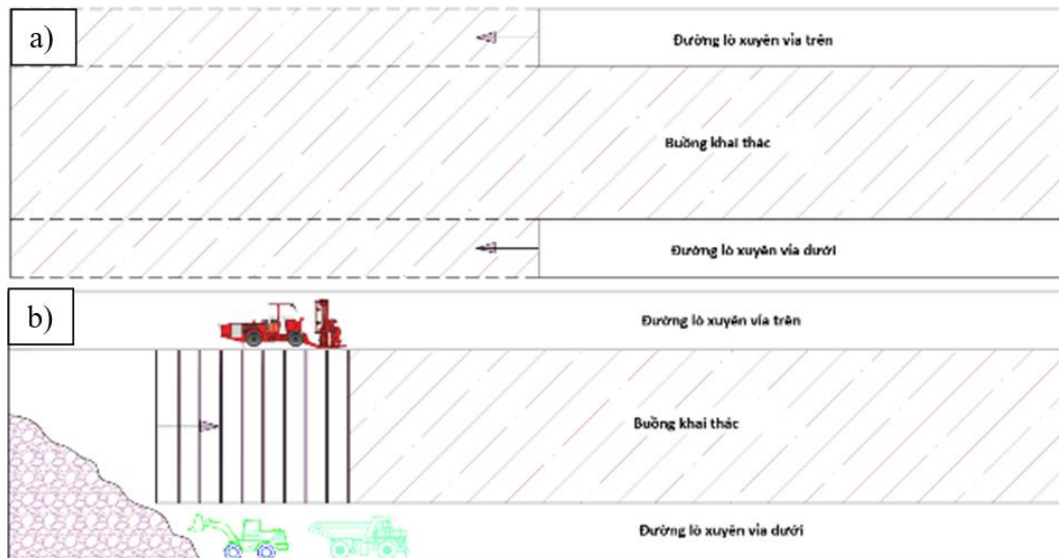
** Phương án 2: Đối với các khu vực chưa đào lò chuẩn bị, phương án cải tiến được thực hiện bằng hệ thống khai thác phá nổ phân tầng.*

Tại các khu vực chưa được thực hiện đào lò, phương án cải tiến sơ đồ công nghệ cũng được thực hiện tương tự như đối với các thân quặng có chiều dài theo phương ngắn. Tuy nhiên, sự khác biệt là cần phải đào nhiều đường lò thượng Thông gió – Vận tải để đảm bảo công tác thông gió và vận chuyển thiết bị giữa các buồng khâu quặng. Khoảng cách giữa các lò thượng Thông gió – vận tải khoảng 200-300m.

1.4 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác cho thân quặng dày, chiều dài theo phương ngắn (thấu kính)

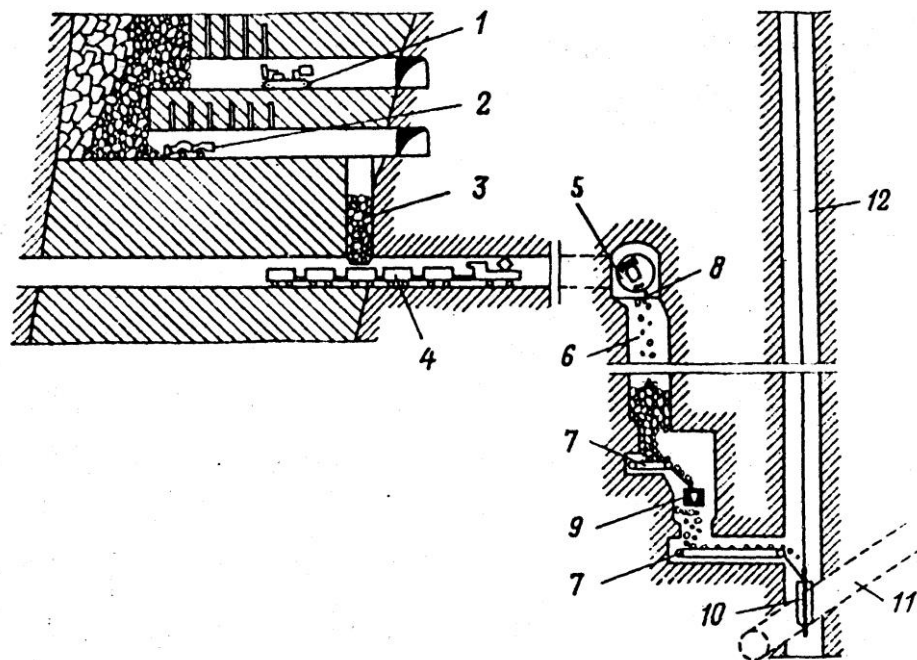
Đối với các thân quặng dày, hiện tại mỏ Đồng Vi Kẽm Sin Quyền chưa khai thác. Tuy nhiên, theo thiết kế thì các thân quặng này được khai thác bằng lò dọc vỉa phân tầng có sử dụng xe khoan tự hành và khoan ngược lên trên. Buồng khai thác được chuẩn bị bằng lò thượng cột đào theo chiều dốc của thân quặng, chiều rộng cột từ $80 \div 100\text{m}$. Từ lò thượng cột tiến hành đào các lò phân tầng để chia tầng thành các phân tầng với chiều cao mỗi phân tầng $10 \div 15\text{ m}$, trung bình là 12m . Lò phân tầng dưới cùng được đào cách lò dọc vỉa vận tải tầng từ $2 \div 4\text{ m}$. Để thu hồi quặng trong buồng khai thác, tiến hành đào các phễu tháo quặng từ lò dọc vỉa lên lò dọc vỉa phân tầng dưới cùng của tầng, khoảng cách giữa các hống sáo từ $6 \div 9\text{ m}$ và các phễu tháo quặng được đào theo tiến độ khai thác của cột. Quặng sau khi phá nổ từ các lò phân tầng sẽ tự rơi xuống đáy tầng của cột khai thác và được tháo qua các cửa tháo xuống phương tiện vận tải tại lò dọc vỉa vận tải, sau đó được vận chuyển ra ngoài mặt bằng cửa lò. Gió sạch từ lò dọc vỉa vận tải qua thượng thông gió của cột lên thông gió cho các phân tầng khai thác, gió bẩn từ các phân tầng khai thác thoát theo lò dọc vỉa thông gió của cột thoát ra ngoài.

Với thiết hiện tại thì rất khó để đưa thiết bị khoan lên các lò dọc vỉa phân tầng vì lò thượng cột dốc (phải di chuyển thiết bị khoan trên nhiều lò dọc vỉa phân tầng vì quặng sau khi phá nổ được lưu trong buồng và tháo dần nên các phân tầng được tiến lên phía trước đồng thời với nhau). Hơn nữa công tác thông gió cũng gặp nhiều khó khăn khi vẫn duy trì lò thượng cột như hiện nay. Do đó, phương hướng cải tiến được thực hiện theo các lớp khâu từ trên xuống dưới, quặng phá nổ từ các lớp khâu được xúc bốc trực tiếp lên phương tiện vận tải để vận chuyển ra hệ thống vận tải chung như hình sau:



Hình 1.6. Sơ đồ công nghệ khai thác lò dọc vỉa phân tầng chia thành các lớp khâu từ trên xuống dưới, khoan từ trên xuống dưới

a – Sơ đồ đào các đường lò dọc vỉa phân tầng theo lớp; b – Sơ đồ công nghệ khai thác mỗi phân tầng



Hình 1.7. Sơ đồ công nghệ khai thác lò dọc vỉa phân tầng chia thành các lớp khâu từ trên xuống dưới, khoan từ dưới lên trên

1-Máy khoan; 2-Máy chát bốc vận tải; 3-Lò tháo quặng; 4-Đoàn goòng; 5-Quang lật; 6-Bunke; 7-Máy cấp liệu; 8-Sàng; 9-Máy nghiền; 10-Thùng skip; 11-Băng tải; 12-Giếng đứng

Trong sơ đồ công nghệ này, để dễ dàng di chuyển thiết bị giữa các phân tầng khai thác thì cần thiết phải đào đường lò nghiêng di chuyển thiết bị. Đường lò này được đào trong đá trụ và sẽ thay thế cho các lò thượng cột dốc đứng đã được thiết kế trước đây. Thông gió, vận tải thiết bị, sẽ được thực hiện thông qua đường lò nghiêng này.

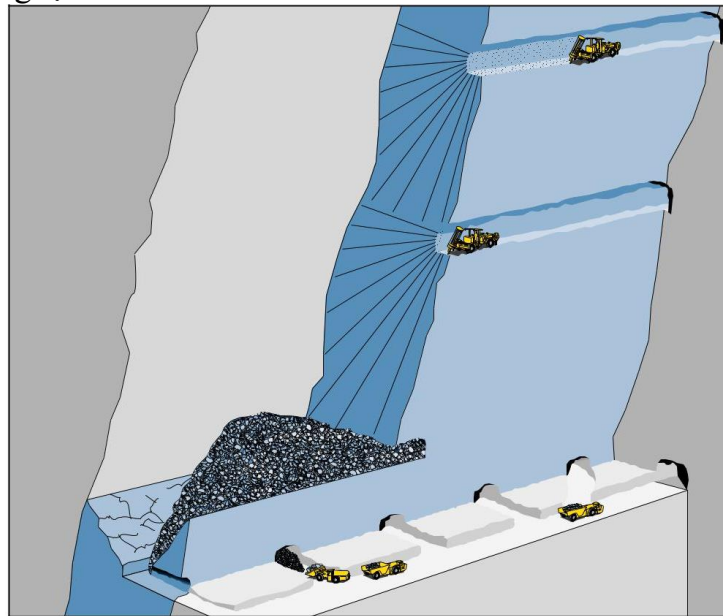
Giải pháp cải tiến này sẽ góp phần giảm tổn thất quặng để lại ở trụ bảo vệ các lò thượng cột, tăng khả năng áp dụng cơ giới hóa, tăng năng suất lao động và hiệu quả sản xuất, tăng khả năng thông gió (không còn hiện tượng gió quẩn) và hiệu quả thu hồi quặng.

1.5 Phương án cải tiến sơ đồ công nghệ cho thân quặng dày, chiều dài theo phương lớn

Đối với các thân quặng dày có chiều dài theo phương lớn, phương án sơ đồ công nghệ vẫn lựa chọn sử dụng theo thiết kế đề xuất. Tuy nhiên, đề tài đề xuất không đào các lò thượng cột chia buồng khai thác vì các lò thượng cột dốc không đảm bảo khả năng di chuyển thiết bị giữa các phân tầng. Ngoài ra việc sử dụng lò thượng cột sẽ dẫn đến hiện tượng quẩn gió, thông gió kém.

Để tăng hiệu quả khai thác, đề tài đề xuất đào đường lò nghiêng thông gió và di chuyển thiết bị trong đá trụ để nối giữa mức vận tải và mức thông gió. Từ đường lò nghiêng này đào các cúp xuyên vỉa vào thân quặng để đào các lò dọc vỉa phân tầng. Khoảng cách giữa các đường lò nghiêng theo đường phương của khối quặng là từ 200-300m tùy theo khả năng thông gió vào các đường lò dọc vỉa phân tầng.

Sơ đồ công nghệ đề xuất cải tiến như sau:



Hình 1.8. Hệ thống khai thác khâu theo phân tầng

Trong sơ đồ công nghệ đề xuất, chiều cao mỗi phân tầng khai thác là từ 10-15m, công tác khâu quặng trong buồng được thực hiện bằng khoan nổ mìn. Công tác khoan được thực hiện bằng xe khoan cỡ nhỏ, hướng khoan được thực hiện từ phân tầng trên xuống phân tầng dưới. Quặng sau khi được phá nổ từ mỗi phân tầng sẽ được lưu trong buồng và tháo dần qua lò tháo quặng.

Lò tháo quặng được thực hiện tương tự như đã đề xuất ở các phân trên. Sử dụng máy xúc lật hông cỡ nhỏ để xúc bốc quặng từ lò nhánh tháo quặng lên phương tiện vận tải ở lò vận tải chính. Trong sơ đồ này không sử dụng cửa tháo quặng để giảm khối lượng lao động thủ công, tăng mức độ an toàn và khả năng đập vỡ quặng trong lò.

Ưu điểm của phương án cải tiến sơ đồ công nghệ là khả năng khoan xuống phía dưới của thiết bị khoan, đào đường lò nghiêng để di chuyển thiết bị dễ dàng và giảm

khối lượng các lò thượng cột dốc (khó thi công), tăng hiệu quả thu hồi quặng dưới buồng khâu bằng lò tháo quặng, tăng khả năng xúc bốc, giảm khối lượng lao động nặng nhọc.

1.6 Nhận xét chung

Đề tài đã nghiên cứu đề xuất cải tiến sơ đồ công nghệ để tăng hiệu quả khai thác các thân quặng tại khu mỏ, cụ thể:

Đối với sơ đồ hệ thống và công nghệ khai thác đã được chuẩn bị xong: Cải tiến phương án tháo thu hồi quặng thông qua lò tháo quặng và lò nhánh, sử dụng máy xúc lật hông để tăng hiệu quả xúc bốc, an toàn lao động và tăng khả năng đập vụn quặng quá cỡ. Phương án này khắc phục được việc tháo quặng thủ công qua các cửa tháo hiện nay, giải quyết vấn đề an toàn khi tháo quặng, không còn hiện tượng đá và quặng quá cỡ kẹt cứng tại cửa tháo (giảm khối lượng đập vỡ quặng quá cỡ trong lò chợ, giảm thời gian chuẩn bị đợt khâu gương mới).

Đối với các thân quặng dày trung bình và chưa được đào lò chuẩn bị: Do việc áp dụng hệ thống khai thác buồng lưu quặng rất khó khăn, gương phá quặng phía trên vị trí làm việc nên cần phải bổ sung các giải pháp an toàn về chống giữ tạm; cơ giới hóa khâu khoan, san gạt nền buồng lưu quặng sau mỗi đợt nổ dăng, tháo điều hòa; công tác chọc cạy đá om đá treo cụ thể như sau. Do đó đề tài đã đề xuất không sử dụng hệ thống khai thác này mà thay bằng hệ thống khai thác phá nổ phân tầng. Trong sơ đồ hệ thống và công nghệ đề xuất, vị trí người lao động được đảm bảo an toàn (trong lò dọc vỉa phân tầng), có khả năng cơ giới hóa công tác khoan, khả năng di chuyển thiết bị giữa các phân tầng dễ dàng, cải thiện khả năng thông gió, tăng hiệu quả tháo quặng và giảm khối lượng các lò thượng cột dốc.

Đối với các thân quặng có chiều dày lớn, đề xuất cải tiến với hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng theo các lớp (đối với khối quặng dạng thấu kính), vận tải trực tiếp trên các lò dọc vỉa phân tầng. Đối với các thân quặng có chiều dài theo phương lớn thì cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác lò dọc vỉa phân tầng trong thiết kế bằng việc bổ sung đường lò nghiêng di chuyển thiết bị để đảm bảo di chuyển thiết bị giữa các phân tầng khai thác, đồng thời giảm khối lượng lò thượng cột dốc, tăng khả năng thu hồi quặng trong buồng khâu bằng lò tháo quặng và xúc bốc bằng máy xúc, sử dụng xe khoan cỡ nhỏ để khoan lỗ mìn theo hướng từ phân tầng trên xuống phân tầng dưới.

Các phương án đề xuất để cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác có tính khả thi cao khi áp dụng vào thực tế. Khả năng cao có thể áp dụng cơ giới hóa trong các khâu công nghệ, tăng năng suất và hiệu quả sản xuất của mỏ, tăng khả năng thông gió, nâng cao được an toàn lao động.

Chương 2. TÍNH TOÁN ĐIỂN HÌNH CỦA MỘT CÔNG NGHỆ ĐƯỢC LỰA CHỌN ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ KHAI THÁC TẠI MỎ ĐỒNG VI KẼM, LÀO CAI

2.1 Lựa chọn khu vực thiết kế

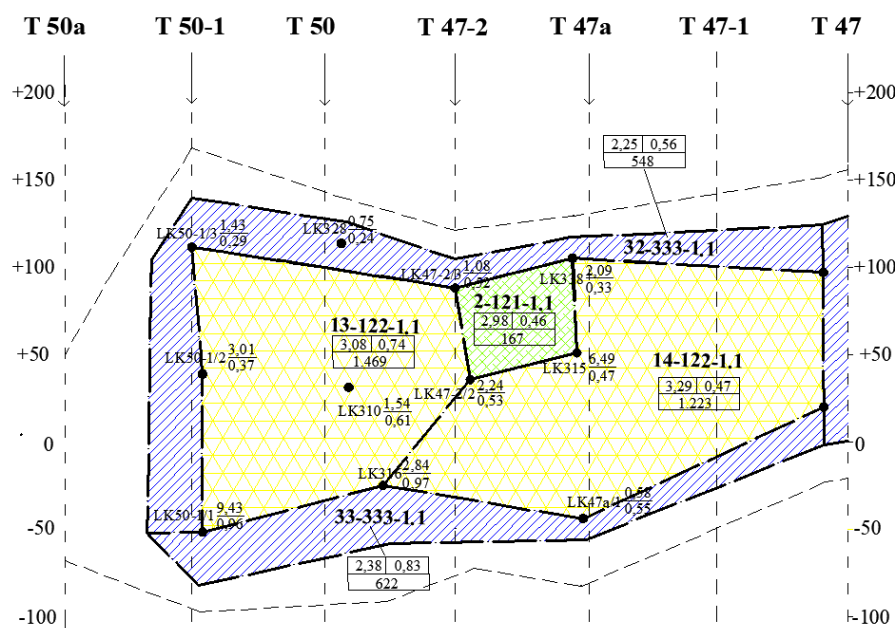
Trên cơ sở sơ đồ khai thông chuẩn bị của khu vực, đề tài lựa chọn khu vực thiết kế là các khối quặng 13-122-1.1, 14-122-1.1 và 2-121-1.1 của thân quặng TQ1.1. Các khối quặng này đều nằm trong diện được huy động vào khai thác trong thời gian tới và đã được khai thông mở vỉa bằng lò xuyên vỉa vận tải chính mức +30 từ sân giếng vào đến thân quặng TQ1.1. Mức thông gió được khai thông bằng lò xuyên vỉa thông gió mức +150 và lò thượng trụ VCTB, TG +110/+150. Các khối trữ lượng này phân bố từ mức -50 đến mức +110, từ tuyến thăm dò T.47 đến tuyến T.50-1. Như vậy việc lựa chọn các khối trữ lượng để tính toán thiết kế áp dụng thử nghiệm là phù hợp với hiện trạng sơ đồ khai thông hiện có. Đặc điểm của các khối quặng lựa chọn thiết kế như sau:

Bảng 2.1. Đặc điểm các khối trữ lượng tại khu vực lựa chọn thiết kế

TT	Tên TQ	Số hiệu khối	Diện tích khối (m ²)	Chiều dày tính TL (m)	Thể tích khối (m ³)	Trữ lượng quặng khô (T)	Hàm lượng Cu (%)	Trữ lượng kim loại (T)
1	TQ1.1	2-121-1.1	3.691	2,98	10.981	36.348	0,46	167
2	TQ1.1	13-122-1.1	19.373	3,08	59.697	197.599	0,74	1.469
3	TQ1.1	14-122-1.1	24.109	3,29	79.387	262.770	0,47	1.223
Tổng			47.173		150.066	496.717		2.859

Các khối quặng lựa chọn vào thiết kế khai thác đều thuộc thân quặng dốc đứng, góc dốc 75°, chiều dày thân quặng từ 2,98 – 3,29 m, trung bình 3,1 m.

Mặt cắt dọc của khối trữ lượng tại khu vực lựa chọn thiết kế như sau:



Hình 2.1. Trắc dọc khối quặng tại khu vực thiết kế

*** Đặc điểm đá vách, đá trụ của khối quặng tại khu vực thiết kế**

Lớp đá ở phía trên quặng (đá vách). Đá có kết cấu địa chất công trình tương đối bền vững, bao gồm các đá Gneisbiotit, Granitogneis, đá phiến thạch anh 2 mica và ít đá khác nằm xen kẽ nhau. Các lớp dày từ 0,50m ÷ 30m. Đá bị ảnh hưởng phong hóa yếu và bị nứt nẻ có chỗ dập vỡ. Những chỗ bị nứt nẻ dập vỡ có kết cấu địa chất công trình thường kém bền vững. Đá trong lớp này chứa nước áp lực cục bộ trong các khe nứt và lỗ hổng nhưng nghèo và có ảnh hưởng không đáng kể tới công trình đi qua.

Lớp đá chứa quặng bao gồm đá biến chất trao đổi và Gneisbiotit bị micmatit hóa. Đá bị nén ép, ít bị nứt nẻ, kiến trúc dạng hạt, vảy cấu tạo dạng dải, khối rắn chắc tuy nhiên có chỗ bị nứt nẻ dập vỡ khá mạnh.

Lớp đá dưới quặng (đá trụ) bao gồm các đá Gneisbiotit, Granitogneis, Amphibol, đá vôi hoa hóa và ít đá khác. Đá trong lớp này thường rắn chắc ít nứt nẻ có kết cấu địa chất công trình bền vững. Kết quả trung bình các chỉ tiêu phân tích thể hiện trong bảng sau.

Bảng 2.2. Đặc điểm cơ lý đá của các lớp vách, trụ

TT	Các thông số	Đơn vị	Giá trị		
			Lớp vách	Lớp đá chứa quặng	Lớp trụ
1	Độ ẩm:				
	- Độ ẩm khô, W_{kg}	%	0,163	0,163	0,131
	- Độ hút ẩm, W_{hn}	%	0,43	0,296	0,295
2	Độ lỗ rỗng, n	%	1,136	0,835	0,83
3	Tỷ trọng, ∇	g/cm^3	2,729	2,859	2,788
4	Khối lượng thể tích:				
	- Khô gió, γ_{kg}	g/cm^3	2,701	2,836	2,766
	- Bão hoà, γ_{bh}	g/cm^3	2,711	2,845	2,774
	- Khô tuyệt đối, γ_c	g/cm^3	2,699	2,835	2,764
5	Cường độ kháng nén				
	- Khô gió, δ_n	KG/cm^2	760	1008	1203
	- Bão hoà, δ_{bh}	KG/cm^2	721,4	960	1150
6	Cường độ kháng kéo, δ_k	KG/cm^2	75,82	94,85	109,2
7	Góc ma sát trong, ϕ	độ	36,55	37,20	37,31
8	Lực dính kết, C	KG/cm^2	138,5	177,8	211,6
9	Hệ số kiên cố, f		7,439	9,046	10,21
10	Hệ số biến dạng mềm, k		0,946	0,95	0,951

2.2 Lựa chọn sơ đồ công nghệ khai thác phù hợp với điều kiện khu vực thiết kế

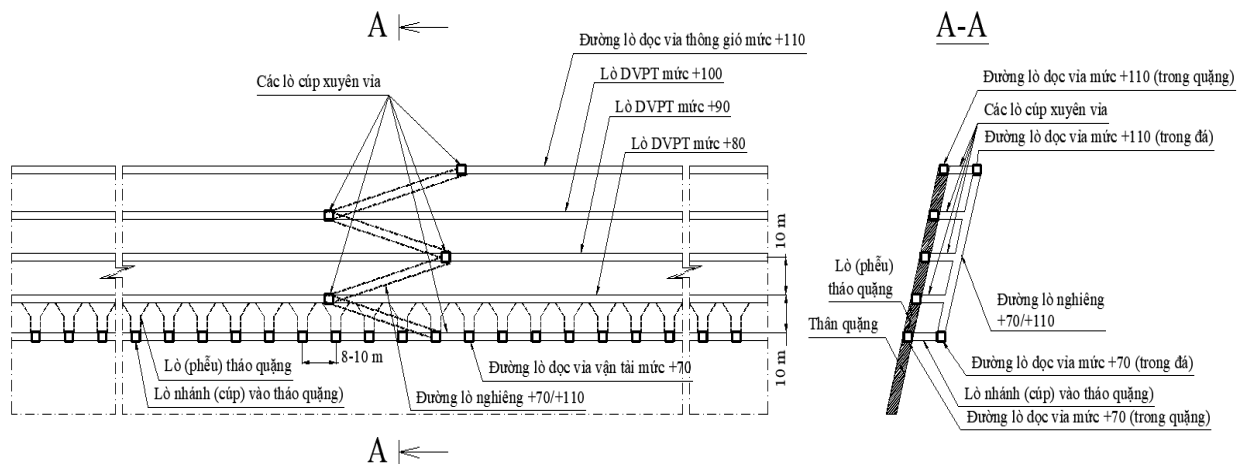
Như đã phân tích, để cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác, tại khu vực thiết kế lựa chọn áp dụng sơ đồ hệ thống và công nghệ khai thác phá nổ phân tầng. Đặc điểm của sơ đồ công nghệ lựa chọn như sau:

Theo đặc điểm phân bố của các khối quặng khu vực thiết kế, chiều dài theo phương là 350m, hai bên sườn đều là các khối quặng 333. Để đảm bảo khai thác triệt để quặng và không cần phải để lại trụ bảo vệ các đường lò, ở mức thông gió +110 thực hiện đào lò dọc vỉa mức +110 trong đá trụ song song và cách lò dọc vỉa trong quặng khoảng 10m. Ở mức vận tải +70 cũng thực hiện đào lò dọc vỉa mức +70 trong đá trụ cách thân quặng khoảng 10m. Việc nối thông giữa lò dọc vỉa trong đá và lò dọc vỉa trong quặng được thực hiện bằng cúp xuyên vỉa. Tại giữa trung tâm khu vực thiết kế thực hiện đào một đường lò nghiêng +70/+110 nối từ lò dọc vỉa trong đá mức +70 lên lò dọc vỉa trong đá mức +110 để phục vụ di chuyển thiết bị qua lại giữa các lò dọc vỉa phân tầng. Đường lò nghiêng được đào với góc dốc 15^0 để thuận tiện cho việc di chuyển thiết bị. Đường lò này được đào theo hướng zích zắc theo từng chiều cao phân tầng. Chiều cao mỗi phân tầng khai thác được lựa chọn tương ứng với thiết bị khoan, dự kiến 10-12m.

Để chuẩn bị các phân tầng khai thác, từ lò nghiêng +70/+110 thực hiện đào các lò cúp vào gặp thân quặng. Các lò cúp được đào tương ứng ở các mức cao của phân tầng khai thác trong khu vực thiết kế. Khi các lò cúp vào gặp thân quặng, thực hiện đào lò dọc vỉa phân tầng khai thác ra phía biên giới của khu vực thiết kế.

Tại mức lò dọc vỉa đá +70 và dọc vỉa phân tầng cuối cùng, thực hiện đào lò tháo quặng, các cúp xuyên vỉa từ lò dọc vỉa trong quặng mức +70 và vị trí lò tháo quặng để chuẩn bị cho công tác tháo quặng trong quá trình khai thác.

Sơ đồ chuẩn bị cho tầng khai thác như sau:



Hình 2.2. Sơ đồ chuẩn bị buồng khai thác tại khu vực thiết kế

2.3 Tính toán các thông số cơ bản của sơ đồ công nghệ khai thác lựa chọn

2.3.1 Tính toán các thông số của công nghệ khoan và phá nổ quặng trong buồng khẩu

1. Phương pháp tách phá quặng

Công tác tách phá quặng tại gương khẩu của lò dọc vỉa phân tầng được thực hiện bằng khoan nổ mìn. Quặng sau khi được phá nổ sẽ lưu trong buồng khẩu và tháo xuống phía dưới lò tháo quặng. Do đó công tác đập vụn quặng lần 2 được thực hiện bằng đầu đập khí nén gắn trên máy xúc lật ở lò nhánh vào lò tháo quặng.

* Lựa chọn thiết bị khoan:

Để giảm lao động nặng nhọc, tăng hiệu quả sản xuất, đề tài lựa chọn áp dụng cho khu vực thiết kế bằng máy khoan tự hành cỡ nhỏ. Các thông số chính của máy khoan tự hành lựa chọn như sau:



Hình 2.3. Máy khoan tự hành bánh xích KGH3

Bảng 2.3. Các thông số chính của máy khoan tự hành

Model	KG910B	KG910D	KG910E	KGH3
Độ cứng của đá	F=6-20			
Đường kính lỗ khoan	Φ80-105mm			
Chiều sâu khoan kinh tế	25m			
Áp suất	0.7-1.0Mpa			
Lượng khí tiêu thụ	9-13 m ³ /phút			
Tốc độ quay	0-120 vòng/phút			
Mô men quay	980N.m			
Lực nâng	15000N		17000N	15000N
Kiểu đẩy	Hydro-Xylanh-Xích			
Chiều dài đẩy	2000mm		3000mm	2000mm
Độ leo dốc	30°			
Khoảng sáng gầm	254mm			
Tốc độ di chuyển	0-2.0km/h		0-2.5km/h	0-2.0km/h
Góc nâng vận chuyển(°)	Hạ 118.5, nâng 23.5, tổng 142			
Góc quay vận chuyển (°)	Trái 36.5, Phải 11.5, tổng 48			
Góc nâng tay khoan (°)	35°~ 60°			
Bù vận chuyển	900mm			
Động cơ	YC2108	Động cơ điện	Điện/Diesel	YC2108
Công suất	33KW 2200 vòng/phút	22KW	22KW/ 18.5KW	33KW 2200 vòng/phút
Cần khoan	Φ60*2000mm			
Kích thước tổng (L*W*H)	4100×2030×2020 (mm)		4100×2100×2100 (mm)	4400×2200×2050 (mm)
Tổng trọng lượng	4000kg		3300kg	

Theo thông số của nhà sản xuất, máy khoan nặng khoảng 3-4 tấn, chiều rộng máy 2m và chiều cao 2m. Khả năng khoan sâu của máy khoan có thể tới 25m, máy

khoan chạy bằng động cơ diezen hoặc động cơ điện do Trung Quốc sản xuất. Với đặc điểm của máy khoan này hoàn toàn khả thi để áp dụng.

2. Thiết kế sơ đồ khoan nổ mìn

* Các thông số địa chất và kỹ thuật của HTKT

Theo hệ thống và công nghệ khai thác, lựa chọn các thông số địa chất của thân quặng và các thông số kỹ thuật của khu khai thác được xác định:

- Chiều dày trung bình của thân quặng: 3,12m;
- Chiều dài một đoạn khẩu trung bình 10,4m;
- Chiều cao phân tầng khai thác: 10 m;
- Độ cứng của quặng $f = 10-16$.

* Hệ chiều khoan nổ mìn khai thác quặng

- Chỉ tiêu thuốc nổ đơn vị:

Các chỉ tiêu khoan nổ cho gương khai thác sử dụng các công thức thực nghiệm của GS.Protodiakonov:

$$q = 0,213 \times \sqrt{f} \times \left(\sqrt{0,2 \times f} + \frac{1}{B} \right) \times K_1 \times K_2 \text{ kg/m}^3$$

Trong đó: f - Hệ số kiên cố của quặng, $f = 10 \div 16$; B : chiều rộng một đoạn nổ mìn, $B = 3$ m; K_2 - Hệ số tính đến mức độ đập vụn của quặng, $K_2 = 1,1 \div 1,3$; chọn $K_1 = 1,2$; K_1 - Hệ số kể đến khả năng công phá của thuốc nổ, $K_1 = 0,9 \div 1,1$, chọn $K_1 = 1,05$.

Thay số ta được: $q = 1,24 \div 1,97$ (kg/m³), trung bình $q = 1,61$ (kg/m³).

- Khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan

Khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan được tính theo công thức sau:

$$W = d \times \sqrt{\frac{0,785 \times \Delta \times K_d}{q \times m}} \text{ m}$$

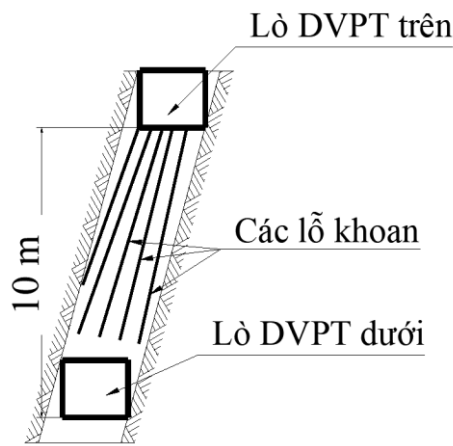
Trong đó: d - Đường kính lỗ khoan, $d = 0,102$ m; Δ - Mật độ nạp thuốc, $\Delta = 1000$ (kg/m³); K_d - Hệ số làm đầy lỗ khoan, $K_d = 0,6 \div 0,72$; chọn $K_d = 0,65$; m - Hệ số tiếp cận của các thoi thuốc, $m = 1,0 \div 1,5$; chọn $m = 1,15$

Thay số: $W \approx 1,9$ m;

- Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong một hàng

Căn cứ vào công nghệ khai thác lựa chọn, căn cứ vào chiều rộng buồng khai thác; căn cứ chiều rộng đường lò dọc vỉa phân tầng.

Các lỗ khoan được khoan từ các đường lò dọc vỉa phân tầng theo sơ đồ sau:



Hình 2.4. Mặt cắt ngang buồng khai thác

Từ lò dọc via phân tầng trên tiến hành khoan các lỗ khoan theo các góc nghiêng khác nhau, trên mỗi hàng có chiều rộng buồng khai thác 30m, bố trí 3-5 lỗ khoan, trung bình 4 lỗ.

- Số lỗ khoan có trong gương một đoạn nổ

Căn cứ vào tính chất quặng, khả năng công phá của thuốc nổ, công nghệ khai thác lựa chọn và khả năng cần đáp ứng sản lượng của các lò chợ, thiết kế bố trí 06 hàng lỗ khoan, khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan 1,90m. Mỗi đợt nổ mìn sẽ có bước tiến là 10,4 m.

Như vậy, số lỗ mìn trong gương một đoạn nổ là:

$$N_{ln} = 10,4/1,9 \times 6 \approx 24 \text{ lỗ}$$

- Khối lượng thuốc nổ một lần nổ

Khối lượng thuốc nổ một lần nổ được xác định theo công thức:

$$Q_{tn} = n \times q \times V_{nk} ; (\text{kg})$$

Trong đó:

n: Số đoạn khẩu nổ đồng thời, $n = 1$;

V_{nk} - Thể tích quặng nguyên khối trung bình 1 đoạn nổ,

$$V_{nk} = 10,4 \times 3 \times 10 = 312 \text{ m}^3$$

q - Chỉ tiêu thuốc nổ, $q = 1,61 \text{ m}$.

Thay số: $Q_{tn} = 1 \times 1,61 \times 312 = 502 \text{ kg}$

- Bố trí lượng thuốc nổ, kíp trung bình trong một lỗ mìn

Tổng số lượng thuốc nổ 1 đợt là 502 kg với 24 lỗ khoan và chia thành 04 hàng. Như vậy mỗi hàng có 125,5 kg thuốc nổ và chia vào 6 lỗ khoan.

Căn cứ vào mặt cắt bố trí lỗ khoan trên gương, ta có các lỗ khoan trong hàng như sau:

- 03 lỗ khoan có chiều dài 8,0-9,0 m thực hiện nạp thuốc tập trung với khối lượng trung bình 22 kg/lỗ và sử dụng 2 kíp nổ.

[illegible]

2.3.1.1. Tính toán một số chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật đào lò

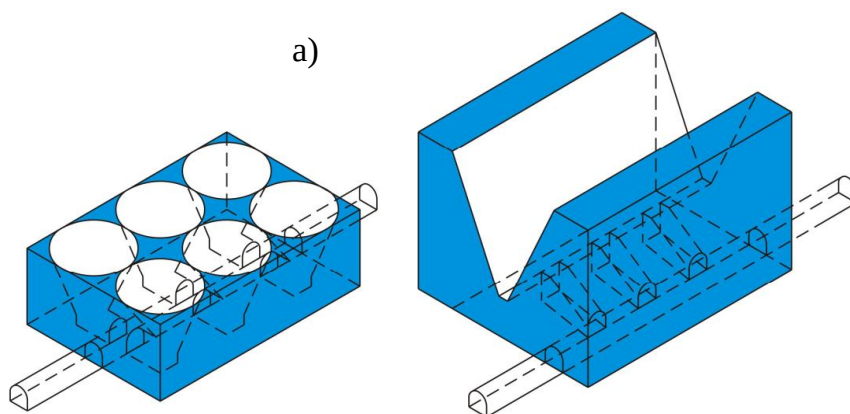
Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của công nghệ đào lò được tính toán và thể hiện trong bảng sau:

Bảng 2.6. Tổng hợp các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đào lò

STT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Khối lượng
1	Diện tích tiết diện đào	m ²	6,25-8,4
2	Diện tích tiết diện sử dụng	m ²	5,28
3	Chu vi đường lò	m	6,1
4	Tiến độ đào lò	m/chu kỳ	1,53
5	Số ca làm việc một ngày đêm	ca	3
6	Số ca hoàn thành một chu kỳ	ca	1,5
7	Hệ số hoàn thành chu kỳ	-	0,85
8	Tốc độ đào lò một ngày đêm	m/ngđ	2,6
9	Tốc độ đào lò một tháng	m/tháng	68
10	Nhân lực làm việc một ngày đêm	người	15
11	Năng suất lao động trực tiếp	m/ng-ca	0,17

2.3.2 . Tính toán các thông số của công nghệ tháo, thu hồi quặng trong buồng, đập quặng quá cỡ và xúc bốc lên thiết bị vận tải.

Theo sơ đồ công nghệ đề xuất cải tiến được lựa chọn cho khu vực thiết kế, quặng sau khi được lưu trong buồng khâu sẽ chảy trực tiếp qua lò tháo quặng xuống lò nhánh (cúp) vào tháo quặng. Lò tháo quặng được hình thành ở phần dưới của một buồng khai thác để phục vụ công tác tháo thu hồi quặng trong buồng trong quá trình khai thác. Khoảng cách giữa các lò tháo quặng là từ 8-10m để đảm bảo tháo được triệt để quặng trong buồng khâu. Chiều cao của lò tháo quặng được thiết kế từ mức vận tải đến lò dọc vỉa phân tầng kế tiếp. Các lò tháo quặng được đào theo phương thẳng đứng với tiết diện hình tròn, không cần chống giữ. Phần phía trên của lò tháo quặng được mở rộng dạng phễu với bán kính đáy lớn bằng 2 lần bán kính của lò tháo quặng để tạo điều kiện tháo quặng dễ dàng.



Hình 2.6. Thiết kế lò tháo quặng: a – dạng phễu; b – dạng rãnh hình thang

Trong một số trường hợp có thể tháo trực tiếp xuống lò dọc vỉa +70 mà không cần cửa tháo. Đồng quặng được ổn định tự nhiên theo chu kỳ tháo. Tại lò nhánh (cúp) vào tháo quặng, để tải lựa chọn xúc bốc quặng bằng máy xúc lật hông. Thiết bị xúc bốc được thiết kế bổ sung đầu đập thủy lực để đập vỡ quặng quá cỡ.

a. Đề xuất các thiết bị xúc bốc vận tải

Hiện nay có rất nhiều loại thiết bị xúc bốc vận tải được sử dụng trong các mỏ khai thác quặng hàm lò, các thiết bị được sản xuất tại nhiều nước khác nhau như Nga, Trung Quốc, các nước Tây Âu... Các thiết bị xúc bốc vận tải này được chia thành hai nhóm chính sau:

* Nhóm thứ nhất gồm các máy bốc chất - vận tải có bộ phận thực hiện (xúc - chất tải) riêng biệt với thùng chứa để vận tải. Bộ phận thực hiện có thể là gầu xúc, có thể là tay vơ hoặc thanh gạt, dỡ tải bằng cách quay thùng hay bằng máng cào đặt dưới đáy thùng. Đối với các loại máy xúc nhóm này, đề tài đề xuất một số loại sau:

+ **Máy xúc PT- 4:** Đây là loại thiết bị xúc bốc cỡ nhỏ được sản xuất tại Nga, diện tích gương xúc yêu cầu để thiết bị làm việc khoảng 7 m². Chức năng làm việc chính là xúc bốc quặng trực tiếp từ khu vực đã nổ mìn đổ lên thùng chứa phía sau và vận chuyển đến vị trí dỡ tải. Loại máy xúc này di chuyển bằng bánh lốp, các động cơ được dẫn động bằng khí nén thông qua hệ thống đường ống cấp khí nén nối với trạm cấp khí nén riêng, điều khiển máy được thực hiện bằng bộ điều khiển từ xa.

Quy trình làm việc của loại máy xúc này như sau: Máy xúc di chuyển đến gương xúc, bộ phận dẫn động làm việc, gầu xúc 0,2 m³ thực hiện xúc bốc quặng đổ vào thùng chứa 1,5 m³ phía sau. Sau khi chất đầy thùng chứa, máy được điều khiển chạy lùi tới vị trí quay đầu, thực hiện quay đầu và chạy đến vị trí dỡ tải. Tại đây máy thực hiện dỡ tải sau đó quay lại vị trí gương xúc ban đầu, kết thúc một chu kỳ làm việc.



Hình 2.7. Máy xúc bốc - vận tải PT- 4

Bảng 2.7. Bảng đặc tính kỹ thuật máy xúc bốc - vận tải PT- 4 của Nga

STT	Tên thông số	Đơn vị	Giá trị	Ghi chú
1	Chiều dài	mm	3020	
2	Chiều rộng	mm	1900	
3	Chiều cao min	mm	1800	

4	Chiều cao max	mm	2240	
5	Trọng lượng	Kg	4600	
6	Dung tích gầu xúc	m ³	0,25	
7	Dung tích thùng chứa	m ³	1,5	
8	Tốc độ di chuyển	Km/h	5	
9	Kích thước đất đá tối đa	mm	400	
10	Khả năng leo dốc tối đa	độ	12	
11	Tiêu hao khí nén	m ³ /phút	-	
12	Năng suất vận tải	Tấn/h	15 - 50	Khoảng cách vận tải từ 50 - 100 m

+ Máy xúc ZLD - 17:

Máy xúc **ZLD - 17** được sản xuất tại Trung Quốc, đây là loại máy xúc cỡ nhỏ với dung tích gầu xúc 0,17 m³. Kích thước máy khá nhỏ gọn cho phép làm việc trong các mỏ hầm lò có điều kiện không gian làm việc hạn chế. Chức năng của loại máy xúc này là xúc đất đá hoặc quặng lên các phương tiện vận tải (goòng) nhờ gầu xúc có kết cấu kiểu quay lật về phía sau khi dỡ tải. Máy xúc **ZLD - 17** chạy bằng năng lượng điện, di chuyển bằng bánh xích nên rất cơ động trong quá trình làm việc và cho phép hoạt động trong điều kiện bề mặt dốc đến 8°, chiều rộng tối thiểu của đường để máy xúc di chuyển là 2,2 m.

Quy trình làm việc của máy xúc như sau: Thông qua hệ thống điều khiển từ xa, máy xúc được điều khiển di chuyển về phía guồng xúc, đưa gầu xúc ấn sâu vào khối quặng đã nổ mìn. Gầu xúc được điều khiển nâng lên đồng thời xúc quặng (đất đá) đổ vào guồng vận tải phía sau. Guồng đã được chát tải được kéo đến vị trí dỡ tải, guồng không tải tiếp tục được đưa vào vị trí nhận tải phía sau máy xúc, quá trình xúc bốc tiếp tục lặp lại như trên.



Hình 2.8. Máy xúc lật sau ZLD - 17 Trung Quốc

Bảng 2.8. đặc tính kỹ thuật máy xúc lật sau ZLD - 17 Trung Quốc

STT	Tên thông số	Đơn vị	Giá trị	Ghi chú
1	Dung tích gầu xúc	m ³	0,17	
2	Năng suất	m ³ /h	20-30	
3	Chiều rộng guồng xúc	mm	1700	
4	Chiều cao dỡ tải	mm	1250	
6	Chiều dài	mm	2120	

5	Chiều rộng đường	mm	≥2000	
7	Chiều rộng	mm	1011	
8	Chiều cao min	mm	1200	
9	Kiểu động cơ	-	điện	
10	Công suất động cơ di chuyển	kw	7,5 x 2	
11	Công suất động cơ công tác	kw	10,5	
12	Trọng lượng	Kg	3900	

* Nhóm thứ hai gồm các máy xúc xúc - vận tải mà gầu vừa làm nhiệm vụ xúc bốc, vừa là thùng chứa để vận chuyển. Trong nhóm này đề tài đề xuất các loại máy xúc chạy bằng năng lượng điện như máy xúc **FAML - 0.75** hoặc máy xúc **WJD - 0.5** do Trung Quốc sản xuất.

Các loại máy xúc này đều có đặc điểm chung là được thiết kế chạy bằng động cơ điện, di chuyển nhờ bánh lốp nên tính cơ động rất cao. Gầu xúc dung tích 0,5 m³ (hoặc 0,75 m³) nâng hạ bằng hệ thống xilanh thủy lực, khá linh hoạt trong quá trình làm việc. Sau khi xúc gầu sẽ được hạ thấp để giữ vai trò như thùng chứa, được di chuyển cùng máy đến vị trí dỡ tải. Tại vị trí dỡ tải gầu được điều khiển nâng cao để dỡ tải lên goòng hoặc các thiết bị vận tải khác.



a. Máy xúc FAML - 0.75



Máy xúc WJD - 0.5

Hình 2.9. Một số loại máy xúc bốc - vận tải Trung Quốc

Bảng 2.9. đặc tính kỹ thuật một số loại máy xúc bốc - vận tải Trung Quốc

STT	Các thông số	Đơn vị	Giá trị	
			FAML - 0.75	WJD - 0.5
1	Dung tích gầu xúc	m ³	0,75	0,5
2	Lực xúc lớn nhất	KN	38	18
3	Tốc độ di chuyển	Km/h	0 -:- 8	0 -:- 7,5
4	Chiều cao dỡ tải	mm	1000	720
5	Chiều dài máy xúc	mm	5800	4650
6	Chiều rộng máy xúc	mm	1290	1000
7	Chiều cao máy xúc	mm	2000	2000
8	Bán kính quay trong	mm	2250	-
9	Bán kính quay ngoài	mm	4010	3182
10	Kiểu động cơ	-	điện	điện
11	Công suất	KW	37	30
12	Trọng lượng	kg	6700	4500

b. Phân tích khả năng áp dụng các loại máy xúc trong điều kiện khai thác mỏ Đồng Vĩ kèm Sin Quyền

+ Loại máy xúc **PT- 4**: Thiết bị này có ưu điểm là kích thước nhỏ gọn, tính cơ động cao do di chuyển bằng bánh lốp, dung tích thùng chứa tương đối lớn ($1,5 \text{ m}^3$). Tuy nhiên thiết bị này không thể làm việc với các sơ đồ vận tải có goòng vận chuyển do không thể chất tải từ thùng chứa lên các loại goòng. Sơ đồ vận tải thích hợp nhất đối với loại máy xúc này là xúc bốc vận tải quặng từ buồng khai thác tới các bunke chứa trong phạm vi bán kính 100 -:- 200 m. Hiện tại các đường lò cái vận chuyển tại các buồng khai thác có tiết diện rất nhỏ, $S = 3,6 \text{ -:- } 4,2 \text{ m}^2$ do vậy không đủ điều kiện để thiết bị làm việc (tiết diện yêu cầu $>7,0 \text{ m}^2$)

+ Với các thiết bị xúc bốc thuộc nhóm 2, cụ thể máy xúc **FAML - 0.75** hoặc máy xúc **WJD - 0.5** có nhiều ưu điểm hơn so với loại máy xúc **PT-4**. Thiết bị này có thể thực hiện xúc bốc quặng tại các buồng khai thác chất tải lên goòng hay các thiết bị vận tải tự hành khác như ô tô. Hoặc có thể xúc bốc vận tải quặng di chuyển đến vị trí dỡ tải trong phạm vi bán kính 100 -:- 200 m nhờ gầu xúc có kết cấu như thùng vận tải. Loại máy xúc bốc này có nhược điểm là kích thước tương đối lớn ($4650 \times 1000 \times 2000 \text{ mm}$ với máy xúc **WJD-0.5**) chỉ phù hợp trong các buồng khai thác cơ giới hoá đồng bộ với các thiết bị vận tải tự hành có công suất cao ở các mỏ có quy mô khai thác lớn. Với quy mô khai thác như hiện nay, việc áp dụng các thiết bị cơ giới hoá xúc bốc này trong thời điểm hiện tại là chưa phù hợp.

+ Máy xúc **ZLD - 17**: Trong điều kiện khai thác hiện tại của mỏ Chợ Điền, loại máy xúc **ZLD - 17** có nhiều ưu điểm nổi bật hơn trong số các thiết bị xúc bốc được đề xuất:

- Do mức độ phân tán các thân quặng dẫn đến quy mô các khu khai thác hiện tại tương đối nhỏ, vì vậy không thể áp dụng các sơ đồ cơ giới hoá vận tải với các thiết bị xúc bốc vận tải tự hành cỡ lớn. Trong trường hợp này việc sử dụng thiết bị xúc bốc cỡ nhỏ như máy xúc **ZLD - 17** với năng suất 20 -:- 30 m^3/h là hoàn toàn phù hợp.

- Máy xúc có kích thước nhỏ gọn ($2120 \times 1011 \times 1200$), tạo điều kiện thuận lợi cho công tác vận chuyển, lắp đặt tại các buồng khai thác.

- Bộ phận di chuyển bằng bánh xích, chạy bằng năng lượng điện do đó có tính cơ động cao. Có thể sử dụng loại máy xúc này kết hợp với các loại goòng $0,5 \text{ m}^3$ (hiện có) hoặc goòng dung tích lớn hơn để cơ giới hoá khâu xúc bốc quặng trong buồng khai thác.

- Sử dụng máy xúc **ZLD - 17** trong các buồng khai thác cho phép tăng năng suất gấp nhiều lần so với xúc bốc thủ công. Đặc biệt đáp ứng yêu cầu đặt ra là cơ giới hoá công tác xúc bốc vận tải, giảm chi phí sức lao động thủ công, cải thiện tối đa điều kiện lao động của công nhân.

Trên cơ sở các phân tích trên đề tài đề xuất sử dụng loại máy xúc **ZLD - 17** để cơ giới hoá khâu xúc bốc quặng vốn tiêu tốn rất nhiều thời gian và nhân lực tại các buồng khai thác. Thiết bị xúc bốc này được sử dụng kết hợp với các loại goòng $0,5 \text{ m}^3$ hiện đang sử dụng tại mỏ hoặc có thể sử dụng loại goòng dung tích lớn hơn khi tiết diện các đường lò vận tải cho phép.

2.4 Tính toán thông gió, vận tải và thoát nước cho khu vực thiết kế

2.4.1 Giải pháp thông gió cho khu vực thiết kế

Hiện tại, khu vực thiết kế được thông gió theo sơ đồ thông gió chung của mỏ. phương pháp thông gió chung của mỏ được thiết kế và sử dụng là phương pháp thông

gió đẩy với trạm quạt gió chính loại FBDNo8.0/2x75kW được đặt ở mặt bằng sân công nghiệp mức +168.

Gió sạch được quạt gió đẩy vào rãnh quạt nối với giếng phụ và đưa tới mức sâu hiện nay là khu vực hầm bơm đặt tại mức +30, sau đó đi tiếp theo lò dọc via vận tải +30, qua các thượng cắt để đi lên lò dọc via +110, thông gió cho các buồng lưu quặng, rồi đi tiếp lên lò dọc via thông gió mức +150 để ra ngoài.

Khu vực thiết kế được hình thành theo dạng buồng khai thác tương tự như các buồng khai thác đang áp dụng tại mỏ. Gió sạch sẽ được quạt cục bộ đẩy vào từng gương khẩu trên mỗi phân tầng khai thác. Quạt cục bộ được đặt tại lò nghiêng (phía luồng gió sạch) vận chuyển thiết bị ở giữa khu vực thiết kế. Gió thải sẽ theo lò dọc via đá mức +110 ra lò thượng trụ VCTB, TG +110/+150 để ra ngoài.

2.4.2 Giải pháp vận tải cho khu vực thiết kế

Vận tải quặng: Quặng sau khi được khoan nổ sẽ lưu trong buồng khẩu và được tháo dần qua lò tháo quặng ở đáy của tầng khai thác. Tại lò tháo quặng, máy xúc sẽ thực hiện xúc bốc quặng đổ lên thiết bị vận tải ở lò dọc via +70. Để có tính cơ động cao khi vận tải trên các lò chia tầng, lựa chọn phương tiện vận tải cơ giới bánh lốp chạy bằng động cơ diesel để vận tải quặng ra lò thượng trung tâm +30/+70. Quặng sau khi được rót vào lò thượng trung tâm sẽ được tháo xuống xe goòng trên lò dọc via vận tải chính +30 và được tàu điện kéo ra ngoài quang lộ tại sân giếng. Từ đây, quặng được tháo vào bun ke và rót lên băng tải để vận chuyển ra ngoài mặt bằng cửa lò +168.

- Vận chuyển thiết bị, vật liệu: Toàn bộ hệ thống vận tải chung được sử dụng theo thiết bị hiện có của mỏ. Tại khu vực thiết kế, thiết bị và vật liệu được đưa lên các lò dọc via phân tầng thông qua lò nghiêng +70/+110, sau đó đi qua cúp xuyên via để vào các lò dọc via phân tầng và đến vị trí khai thác.

- Vận chuyển người: Người lao động sau khi được song loan đưa xuống sân giếng sẽ đi bộ tới nơi làm việc.

2.5 Một số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đạt được khi cải thiện giải pháp công nghệ

Bảng 2.10. Chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật chủ yếu HTKT

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Số lượng
1	Chiều rộng buồng khai thác	m	3
2	Chiều cao phân tầng buồng khai thác	m	10
3	Trọng lượng thể tích trung bình	tấn/m ³	3,3
4	Tiến độ khẩu gương 1 chu kỳ	m/ck	10,4
5	Số ca làm việc ngày đêm	ca	3
6	Số ca hoàn thành chu kỳ	ca	8
7	Thời gian làm việc trong năm	ngày	300
8	Hệ số sử dụng thời gian trong năm	-	0,85
9	Hệ số thu hồi quặng trong buồng khai thác	-	0,95
10	Sản lượng quặng nổ mìn trong một chu kỳ khẩu	tấn	926,6
11	Hệ số khai thác quặng	=	0,90
12	Sản lượng quặng khai thác trong năm lớn nhất	tấn/năm	79.230
13	Số công nhân lao động trực tiếp khai thác	người/ng-đêm	72

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Số lượng
14	Năng suất lao động trực tiếp khai thác	tấn/công	12,8
15	Tỷ lệ tổn thất và làm nghèo công do công nghệ khoan nổ, xúc bốc	%	5,0

Như vậy, so với sơ đồ hệ thống khai thác buồng lưu quặng đang áp dụng (công suất 45.000 tấn/năm) thì việc lựa chọn sơ đồ công nghệ này cho hiệu quả cao hơn, công suất đạt gấp 1,76 lần. Ngoài ra, công tác khoan được thực hiện bằng máy khoan tự hành nên giảm được khối lượng lao động nặng nhọc, không phải thực hiện chống tạm hay san phẳng quặng sau khi nổ. Công tác tháo thu hồi quặng đơn giản, việc xúc bốc và đập vụn quặng được thực hiện bằng máy.

Chương 3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

Nghiên cứu này đã đề xuất các giải pháp cải tiến sơ đồ công nghệ khai thác nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động tại mỏ đồng Vi Kẽm Lào Cai, tập trung vào các thân quặng với đặc điểm địa chất khác nhau. Cụ thể:

Đối với thân quặng dày trung bình: Phương án cải tiến công nghệ thảo quặng qua cửa thảo (cho khu vực đã chuẩn bị) và áp dụng hệ thống khai thác phá nổ phân tầng (cho khu vực mới) giúp tăng hiệu suất thu hồi quặng, giảm tổn thất tài nguyên. Các tính toán điển hình cho thấy việc tối ưu hóa thông số khoan, nổ, thảo quặng và hệ thống vận tải đã cải thiện đáng kể năng suất khai thác.

Đối với thân quặng dày: Giải pháp điều chỉnh sơ đồ công nghệ phù hợp với chiều dài theo phương ngắn hoặc dài giúp tận dụng tối đa trữ lượng, đồng thời đảm bảo an toàn lao động.

Hiệu quả kinh tế - kỹ thuật: Các chỉ tiêu sau cải tiến (như tỷ lệ thu hồi quặng, giảm chi phí vận hành, cải thiện thông gió và thoát nước) chứng minh tính khả thi của phương án đề xuất.

Kiến nghị

Để áp dụng thành công các giải pháp vào thực tiễn, nghiên cứu đề xuất:

Triển khai thí điểm: Ưu tiên áp dụng phương án cải tiến tại một số khu vực mẫu để đánh giá hiệu quả cụ thể trước khi nhân rộng.

Đầu tư công nghệ: Nâng cấp thiết bị khoan, nổ và hệ thống giám sát tự động nhằm tăng độ chính xác và an toàn.

Đào tạo nhân lực: Tập huấn kỹ thuật cho công nhân vận hành theo quy trình mới, đặc biệt về an toàn lao động và bảo vệ môi trường.

Nghiên cứu tiếp theo: Mở rộng phân tích tác động môi trường dài hạn và khả năng ứng dụng công nghệ 4.0 (như AI, IoT) trong quản lý mỏ.

Hướng phát triển

Các giải pháp đề xuất không chỉ phù hợp với mỏ đồng Vi Kẽm Lào Cai mà còn có thể tham khảo cho các mỏ quặng khác tại Việt Nam, góp phần thúc đẩy ngành khai khoáng phát triển bền vững, cân bằng giữa hiệu quả kinh tế và trách nhiệm xã hội.

Tài liệu tham khảo

1. Zhang, L., & Mitri, H. S. (2019). "Evaluation of underground mining methods for thick copper-zinc deposits". *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(4), 567–574. DOI: 10.1016/j.ijmst.2019.06.005
2. Villaescusa, E., & Brown, E. T. (2020). "Ground support design for block caving in deep copper-zinc mines". *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 53(8), 3421–3435. DOI: 10.1007/s00603-020-02134-y
3. Hustrulid, W. A., & Bullock, R. L. (2018). *Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies*. Society for Mining, Metallurgy & Exploration (SME). ISBN: 978-0-87335-193-5.
4. Kumral, M., & Dimitrakopoulos, R. (2021). "Optimizing production scheduling in copper-zinc mines under geological uncertainty". *Mining Technology*, 130(3), 145–158. DOI: 10.1080/25726668.2021.1898765
5. Sari, Y. A., & Kumral, M. (2020). "A framework for economic and environmental assessment of copper-zinc mining projects". *Resources Policy*, 68, 101732. DOI: 10.1016/j.resourpol.2020.101732
6. Lizotte, Y., & Bonates, E. (2019). "Energy efficiency in blasting operations for copper-zinc ores". *Journal of Cleaner Production*, 231, 1233–1242. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.210
7. Paraszczak, J., & Fytas, K. (2020). "Innovative technologies for sustainable mining of complex copper-zinc deposits". *Minerals Engineering*, 152, 106345. DOI: 10.1016/j.mineng.2020.106345
8. Jang, H., & Topal, E. (2021). "Automated ore sorting in copper-zinc mining: A review". *Minerals*, 11(5), 512. DOI: 10.3390/min11050512
9. Dagdelen, K. (2019). "Integration of AI and IoT in copper-zinc mine planning". *Journal of Mining Science*, 55(6), 899–910. DOI: 10.1134/S1062739119066032
10. Brady, B. H. G., & Brown, E. T. (2018). *Rock Mechanics for Underground Mining* (4th ed.). Springer. ISBN: 978-1-4020-2115-7.
11. Adiansyah, J. S., & Haque, N. (2020). "Life cycle assessment of copper-zinc mining: A case study". *Journal of Environmental Management*, 265, 110532. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110532
12. Laurence, D. (2021). "Safety management in high-risk copper-zinc mines". *Safety Science*, 134, 105060. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.105060
13. World Bank Group. (2020). *Mining and Sustainable Development: Best Practices for Copper-Zinc Extraction*. Truy cập: <https://documents.worldbank.org>
14. International Council on Mining and Metals (ICMM). (2019). *Integrated Mine Planning for Copper-Zinc Deposits*. Truy cập: <https://www.icmm.com>
15. Liu, Q., & Tran, T. (2022). "Optimization of blasting patterns in narrow vein copper-zinc mines". *Tunnelling and Underground Space Technology*, 120, 104301. DOI: 10.1016/j.tust.2021.104301
16. Esen, S., & Bilgin, N. (2020). "Controlled blasting techniques for minimizing ore dilution". *Engineering Geology*, 274, 105735. DOI: 10.1016/j.enggeo.2020.105735
17. Nieto, A., & Dagdelen, K. (2021). "Real-time data analytics for copper-zinc mine optimization". *Mining, Metallurgy & Exploration*, 38(4), 1785–1798. DOI: 10.1007/s42461-021-00454-3
18. Sattarvand, J., & Niemann-Delius, C. (2019). "AI-based ore grade prediction in copper-zinc mines". *Applied Soft Computing*, 80, 734–745. DOI: 10.1016/j.asoc.2019.04.023