

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**  
**BỘ MÔN KHAI THÁC LỘ THIÊN**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*



**BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI**  
**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN 2026**

**ĐỀ TÀI:**

**NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP ĐẢM BẢO AN TOÀN,  
VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIỂM**

**Hà Nội, tháng 6 năm 2026**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**  
**BỘ MÔN KHAI THÁC LỘ THIÊN**

\*\*\*\*\*📖\*\*\*\*\*



**BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI**  
**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC SINH VIÊN 2026**

**ĐỀ TÀI:**

**NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP ĐẢM BẢO AN TOÀN,  
VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIẾM**

Giảng viên hướng dẫn:  
**PGS.TS. Trần Quang Hiếu**

Nhóm sinh viên thực hiện:

- 1. Trịnh Việt Anh – Lớp ATVSLĐ K67**
- 2. Nguyễn Tuấn Hưng– Lớp ATVSLĐ K67**
- 3. Nguyễn Duy Anh– Lớp ATVSLĐ K67**
- 4. Đoàn Thị Nhung – Lớp ATVSLĐ k67**

**Hà Nội, tháng 6 năm 2025**

## MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	3
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	5
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	6
LỜI MỞ ĐẦU.....	7
<b>CHƯƠNG 1</b>	
.....	1
<b>0</b>	
<b>CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN VỀ AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIỂM</b>	
.....	1
<b>0</b>	
<b>1.1. Đặt vấn đề</b>	
.....	1
<b>0</b>	
<b>1.2. Đặc điểm của hoạt động khai thác mỏ đất hiếm và yêu cầu đặt ra đối với công tác ATVSLĐ.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Nội dung cơ bản của công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4. Các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại chủ yếu trong khai thác mỏ đất hiếm ...</b>	<b>12</b>
<b>1.5. Cơ sở pháp lý đối với công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm .....</b>	<b>12</b>
<b>1.6. Kết luận chương 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>CHƯƠNG 2.....</b>	<b>14</b>
<b>THỰC TRẠNG CÔNG TÁC AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIỂM AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Khái quát chung về hoạt động khai thác mỏ đất hiếm .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Đặc điểm điều kiện lao động và các nguồn nguy cơ chủ yếu .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Thực trạng công tác an toàn lao động trong khai thác mỏ đất hiếm trên thế giới và tại Việt Nam.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4. Thực trạng công tác vệ sinh lao động và bảo vệ sức khỏe người lao động .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5. Thực trạng công tác tổ chức, quản lý và giám sát ATVSLĐ .....</b>	<b>28</b>

2.6. Đánh giá chung về thực trạng: kết quả, hạn chế và nguyên nhân .....	30
2.7. Các phương pháp khai thác khoan nổ, sử dụng hóa chất điện hòa tan, điện động lực trong khai thác mỏ đất hiếm .....	32
2.8. Kết luận chương 2 .....	34
<b>CHƯƠNG 3.....</b>	<b>36</b>
<b>ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP BẢO ĐẢM AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIẾM .....</b>	<b>36</b>
3.1. Căn cứ đề xuất giải pháp .....	36
3.2. Cơ sở định lượng cho việc đề xuất giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ đất hiếm.....	37
3.3. Nhóm giải pháp kỹ thuật trong khai thác mỏ đất hiếm .....	41
3.4. Nhóm giải pháp về vệ sinh lao động và kiểm soát môi trường làm việc .....	43
3.5. Nhóm giải pháp về tổ chức quản lý ATVSLĐ .....	44
3.6. Nhóm giải pháp về huấn luyện, tuyên truyền và xây dựng văn hóa an toàn .	45
3.7. Nhóm giải pháp về chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp và chính sách đối với người lao động .....	47
3.8. Kết luận chương 3 .....	48
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....</b>	<b>50</b>
1. Kết luận .....	50
2. Kiến nghị .....	51
2.1. Đối với cơ quan quản lý nhà nước .....	51
2.2. Đối với doanh nghiệp khai thác mỏ đất hiếm.....	51
2.3. Đối với người lao động .....	52
2.4. Đối với công tác nghiên cứu và đào tạo.....	52
3. Định hướng nghiên cứu tiếp theo .....	52
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>54</b>

**DANH MỤC HÌNH ẢNH**

Ảnh 1. Mở khai thác đất hiếm.....	14
Ảnh 2. Mở Mount Weld của Lynas Rare Earths-Úc.....	17
Ảnh 3. Mở Mount Weld của Lynas Rare Earths-Úc.....	18
Ảnh 4. Dự án Nolans của Arafura Rare Earths-Úc.....	20
Ảnh 5. Mở Mountain Pass của MP Materials-Hoa Kỳ.....	21
Ảnh 6. Mở Bayan Obo Nội Mông.....	22
Ảnh 7. Thực trạng ảnh hưởng môi trường bởi khai thác mỏ Bayan Obo.....	24
Ảnh 8. Mỏ đất hiếm Đông Pao Lai Châu.....	25
Ảnh 9. Mỏ đất hiếm Bắc Yên Phú-Lào Cai.....	26

**DANH MỤC BẢNG BIỂU**

Bảng 2.1: Bảng thống kê chất thải ước tính của mỏ Bayan Obo.....	23
Bảng 3.1. Tính toán mức rủi ro đối với một số môi nguy chủ yếu trong .....	38
Bảng 3.2. Tính toán mức phơi nhiễm tiếng ồn tại một số vị trí làm việc chủ yếu .....	39
Bảng 3.3. Tính toán nồng độ bụi/silica hô hấp trung bình trong ca lao động 8 giờ .....	40
Bảng 3.4. Tính toán liều tập thể của một số nhóm lao động trong mỏ đất hiếm	41

## LỜI MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Đất hiếm là nhóm khoáng sản đặc biệt quan trọng, có vai trò chiến lược trong nhiều lĩnh vực then chốt như công nghiệp điện tử, năng lượng tái tạo, công nghệ cao và quốc phòng. Trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển kinh tế xanh đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn cầu, nhu cầu sử dụng đất hiếm ngày càng gia tăng, kéo theo sự mở rộng hoạt động khai thác và chế biến loại tài nguyên này. Tại Việt Nam, với tiềm năng tài nguyên đất hiếm tương đối lớn, việc đẩy mạnh khai thác là xu thế tất yếu nhằm phục vụ phát triển kinh tế – xã hội và nâng cao vị thế trong chuỗi cung ứng toàn cầu.

Tuy nhiên, hoạt động khai thác mỏ đất hiếm tiềm ẩn nhiều yếu tố nguy hiểm và có hại đối với sức khỏe người lao động. Các rủi ro điển hình bao gồm sạt lở bờ mỏ, tai nạn do máy móc thiết bị, sự cố nổ mìn, cũng như tác động của bụi, khí độc, tiếng ồn và rung động. Đặc biệt, trong quá trình khai thác và tuyển quặng đất hiếm, có thể phát sinh các yếu tố phóng xạ và hóa chất độc hại, gây ảnh hưởng lâu dài đến sức khỏe người lao động nếu không được kiểm soát chặt chẽ. Thực tế cho thấy, tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp trong ngành khai khoáng vẫn còn xảy ra, một phần do điều kiện làm việc khắc nghiệt và công tác quản lý an toàn chưa đồng bộ.

Bên cạnh đó, yêu cầu về an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) ngày càng trở nên cấp bách trong bối cảnh hệ thống pháp luật Việt Nam không ngừng được hoàn thiện, đòi hỏi các doanh nghiệp khai thác khoáng sản phải tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về bảo hộ lao động, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững. Tuy nhiên, đối với lĩnh vực khai thác đất hiếm – một ngành còn tương đối mới và có tính đặc thù cao – các nghiên cứu chuyên sâu về giải pháp bảo đảm ATVSLĐ vẫn còn hạn chế, chưa đáp ứng đầy đủ yêu cầu thực tiễn.

Ngoài ra, việc thiếu hụt các giải pháp kỹ thuật, công nghệ và quản lý phù hợp trong công tác ATVSLĐ có thể dẫn đến nhiều hệ lụy như giảm năng suất lao động, gia tăng chi phí khắc phục sự cố, ảnh hưởng đến uy tín doanh nghiệp và gây tác động tiêu cực đến môi trường sinh thái. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết phải nghiên cứu, đề xuất các giải pháp hiệu quả nhằm kiểm soát rủi ro, cải thiện điều kiện làm việc và bảo vệ sức khỏe người lao động trong ngành khai thác đất hiếm.

Đối với sinh viên, việc thực hiện đề tài nghiên cứu về các giải pháp đảm bảo ATVSLĐ trong mỏ đất hiếm không chỉ có ý nghĩa học thuật mà còn mang tính thực tiễn cao. Đề tài góp phần củng cố kiến thức chuyên ngành, rèn luyện kỹ năng nghiên cứu, đồng thời tạo cơ hội tiếp cận với các vấn đề thực tế của ngành khai khoáng. Kết quả nghiên cứu có thể là cơ sở tham khảo cho các doanh nghiệp và cơ quan quản lý trong việc xây dựng, hoàn thiện các biện pháp bảo đảm an toàn lao động, hướng tới mục tiêu phát triển ngành khai thác đất hiếm an toàn, hiệu quả và bền vững.

## **2. Mục tiêu của đề tài**

### **2.1. Mục tiêu tổng quát**

- Nghiên cứu, đánh giá thực trạng công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm; xác định các yếu tố nguy cơ, rủi ro đặc thù trong quá trình sản xuất.

- Đề xuất các giải pháp phù hợp nhằm nâng cao hiệu quả công tác ATVSLĐ, bảo vệ sức khỏe người lao động, giảm thiểu tai nạn và bệnh nghề nghiệp, góp phần phát triển khai thác đất hiếm an toàn, bền vững.

### **2.2. Mục tiêu cụ thể**

- Hệ thống hóa cơ sở lý luận, thực tiễn và các quy định pháp luật về ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm.

- Nhận diện, phân tích các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại phát sinh trong các công đoạn khai thác, vận chuyển và tuyển quặng đất hiếm.

- Đánh giá thực trạng công tác ATVSLĐ tại các mỏ đất hiếm, làm rõ những tồn tại, hạn chế và nguyên nhân.

- Đề xuất các giải pháp kỹ thuật, tổ chức và quản lý nhằm nâng cao hiệu quả ATVSLĐ, phù hợp với điều kiện thực tế tại Việt Nam.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

### **3.1. Đối tượng nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là công tác ATVSLĐ trong hoạt động khai thác mỏ đất hiếm, tập trung vào các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại; điều kiện lao động; hệ thống quản lý ATVSLĐ và các biện pháp kỹ thuật, tổ chức, quản lý nhằm phòng ngừa tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp và cải thiện môi trường làm việc cho người lao động.

### **3.2. Phạm vi nghiên cứu**

Phạm vi nghiên cứu tập trung nghiên cứu công tác an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ đất hiếm tại Việt Nam, chủ yếu ở các công đoạn khoan, nổ mìn, bóc

xúc, vận chuyển và tuyển quặng; trong đó làm rõ điều kiện lao động, môi trường làm việc, các nguy cơ tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp và các yếu tố có hại như bụi, khí độc, tiếng ồn, rung động, phóng xạ, trên cơ sở dữ liệu trong những năm gần đây.

#### **4. Phương pháp nghiên cứu**

Đề tài sử dụng các phương pháp nghiên cứu chủ yếu gồm: thu thập, nghiên cứu tài liệu để xây dựng cơ sở lý luận và thực tiễn về ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm; phân tích, tổng hợp nhằm nhận diện các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại và đánh giá thực trạng công tác ATVSLĐ; khai thác dữ liệu từ báo cáo, hình ảnh, tài liệu liên quan để phản ánh điều kiện làm việc tại mỏ; thống kê, so sánh, đánh giá các số liệu về tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp và môi trường lao động; đồng thời tham khảo ý kiến chuyên gia nhằm kiểm chứng nhận định và hoàn thiện các giải pháp đề xuất.

#### **5. Nội dung nghiên cứu của đề tài:**

Chương 1. Cơ sở lý luận và thực tiễn về ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm.

Chương 2. Thực trạng công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm.

Chương 3. Giải pháp bảo đảm ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm.

#### **6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài**

##### **6.1. Ý nghĩa khoa học**

Đề tài góp phần hệ thống hóa cơ sở lý luận về ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm; làm rõ các yếu tố rủi ro đặc thù như bụi, hóa chất độc hại, tiếng ồn, rung động và phóng xạ. Kết quả nghiên cứu bổ sung cơ sở khoa học cho việc nhận diện, đánh giá, kiểm soát rủi ro và đề xuất giải pháp an toàn phù hợp với điều kiện khai thác đất hiếm tại Việt Nam.

##### **6.2. Ý nghĩa thực tiễn**

Đề tài cung cấp cơ sở thực tiễn và tài liệu tham khảo cho doanh nghiệp, cơ quan quản lý trong việc áp dụng các giải pháp bảo đảm ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm. Kết quả nghiên cứu góp phần cải thiện điều kiện làm việc, giảm thiểu nguy cơ tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp, bảo vệ sức khỏe người lao động và nâng cao hiệu quả sản xuất theo hướng an toàn, bền vững.

# CHƯƠNG 1

## CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ THỰC TIỄN VỀ AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIỂM

### 1.1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, công tác ATVSLĐ trong khai thác khoáng sản đã được nghiên cứu và quy định khá đầy đủ ở cả trong nước và quốc tế. Các nghiên cứu và hướng dẫn của Tổ chức Lao động Quốc tế và Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế đã đề cập đến quản trị rủi ro, kiểm soát môi trường lao động, phơi nhiễm bức xạ và bảo vệ sức khỏe nghề nghiệp trong khai thác mỏ. Ở Việt Nam, hệ thống pháp luật về ATVSLĐ và khai thác khoáng sản cũng đã tạo cơ sở quan trọng cho việc triển khai công tác an toàn trong doanh nghiệp khai thác mỏ.

Tuy nhiên, các nghiên cứu chuyên sâu về ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm tại Việt Nam vẫn còn hạn chế, đặc biệt là các nghiên cứu tích hợp giữa điều kiện địa chất, công nghệ khai thác – tuyển khoáng với việc nhận diện, đánh giá và kiểm soát các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại đặc thù như bụi chứa kim loại nặng, hóa chất tuyển tách và phơi nhiễm phóng xạ tự nhiên.

ATVSLĐ là hệ thống các giải pháp kỹ thuật, tổ chức và quản lý nhằm bảo đảm điều kiện làm việc an toàn, phòng ngừa tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp và bảo vệ sức khỏe người lao động trong quá trình sản xuất. Ở Việt Nam, công tác ATVSLĐ được quy định trong Luật An toàn, vệ sinh lao động năm 2015, trong đó quy định các nội dung về nhận diện, kiểm soát yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại và trách nhiệm của người sử dụng lao động, người lao động.

Trong hoạt động khai thác mỏ, an toàn lao động tập trung vào việc phòng ngừa các nguy cơ tai nạn phát sinh trong các công đoạn như khoan, nổ mìn, xúc bốc, vận tải và vận hành thiết bị. Vệ sinh lao động tập trung kiểm soát các yếu tố có hại trong môi trường làm việc như bụi, khí độc, tiếng ồn, rung động và vi khí hậu nhằm hạn chế bệnh nghề nghiệp và suy giảm sức khỏe người lao động.

Theo Luật ATVSLĐ năm 2015, “yếu tố nguy hiểm” là các yếu tố có khả năng gây chấn thương hoặc tử vong, còn “yếu tố có hại” là các yếu tố gây bệnh tật hoặc ảnh hưởng xấu đến sức khỏe trong thời gian dài. Trong khai thác mỏ đất hiếm, ngoài các nguy cơ thông thường của ngành mỏ còn tồn tại các yếu tố đặc thù như bụi chứa kim loại nặng, hóa chất tuyển tách và nguy cơ phơi nhiễm phóng xạ, làm cho công tác ATVSLĐ trở nên phức tạp và đòi hỏi các giải pháp kiểm soát phù hợp.

## **1.2. Đặc điểm của hoạt động khai thác mỏ đất hiếm và yêu cầu đặt ra đối với công tác ATVSLĐ**

Đất hiếm là loại khoáng sản có giá trị kinh tế và ý nghĩa chiến lược cao, được sử dụng trong nhiều ngành công nghệ hiện đại. Tại Việt Nam, hoạt động khai thác đất hiếm đang được quản lý theo định hướng phát triển bền vững, đặc biệt sau khi Luật Địa chất và khoáng sản năm 2024 được ban hành, đặt ra yêu cầu cao hơn về bảo vệ môi trường và bảo đảm ATVSLĐ.

Hoạt động khai thác mỏ đất hiếm có nhiều công đoạn như khoan, nổ mìn, xúc bốc, vận tải, tuyển và chế biến quặng, tiềm ẩn nhiều nguy cơ tai nạn như sạt lở, đá rơi, cháy nổ và tai nạn thiết bị. Đồng thời, môi trường lao động còn chịu ảnh hưởng của bụi, khí độc, tiếng ồn, rung động, hóa chất tuyển tách và nguy cơ phơi nhiễm phóng xạ tự nhiên từ các nguyên tố như thorium hoặc uranium.

Từ những đặc điểm trên, công tác ATVSLĐ trong khai thác đất hiếm đòi hỏi phải thực hiện quản trị rủi ro tổng hợp, tăng cường kiểm soát môi trường lao động, giám sát sức khỏe nghề nghiệp và áp dụng các giải pháp kỹ thuật, công nghệ tiên tiến nhằm giảm thiểu các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại. Đồng thời, cần chú trọng công tác huấn luyện ATVSLĐ, trang bị bảo hộ lao động và giám sát an toàn nhằm bảo đảm hoạt động khai thác diễn ra an toàn, hiệu quả và bền vững.

## **1.3. Nội dung cơ bản của công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm**

Công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm cần được thực hiện toàn diện, từ khâu chuẩn bị sản xuất, khai thác, tuyển khoáng đến quản lý môi trường lao động. Nội dung trọng tâm gồm: nhận diện các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại; đánh giá rủi ro trong từng công đoạn như khoan, nổ mìn, xúc bốc, vận tải, thoát nước và tuyển quặng; từ đó xây dựng các biện pháp kiểm soát phù hợp.

Bên cạnh đó, cần bảo đảm an toàn kỹ thuật trong quá trình sản xuất, kiểm soát ổn định bờ mỏ, thiết bị, nổ mìn, vận tải và hóa chất; đồng thời thực hiện quan trắc môi trường lao động đối với bụi, khí độc, tiếng ồn, rung động và yếu tố phóng xạ nếu có. Công tác chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp, trang bị phương tiện bảo vệ cá nhân và phòng ngừa bệnh nghề nghiệp cho người lao động cũng là nội dung quan trọng.

Ngoài ra, doanh nghiệp cần tổ chức huấn luyện ATVSLĐ, nâng cao nhận thức và xây dựng văn hóa an toàn; tăng cường kiểm tra, giám sát, xử lý vi phạm và thực hiện diễn tập ứng cứu sự cố. Các nội dung này nhằm giảm thiểu tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp, bảo vệ sức khỏe người lao động và bảo đảm hoạt động khai thác mỏ đất hiếm an toàn, ổn định, bền vững.

#### **1.4. Các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại chủ yếu trong khai thác mỏ đất hiếm**

Trong khai thác mỏ đất hiếm, các yếu tố nguy hiểm và yếu tố có hại có tính đa dạng, phức tạp và thường tác động đồng thời đến người lao động. Có thể phân thành ba nhóm chính: nhóm yếu tố cơ học – địa kỹ thuật, nhóm yếu tố môi trường lao động và nhóm yếu tố đặc thù của mỏ đất hiếm.

Nhóm yếu tố cơ học – địa kỹ thuật bao gồm nguy cơ sạt lở bờ mỏ, đá rơi, trượt tầng, sụt lún, tai nạn do máy móc thiết bị, sự cố điện, cháy nổ và mất an toàn trong nổ mìn. Đây là nhóm yếu tố có thể gây hậu quả nghiêm trọng, trực tiếp đến tính mạng và sức khỏe người lao động.

Nhóm yếu tố môi trường lao động gồm bụi, khí độc, tiếng ồn, rung động, vi khí hậu bất lợi, khí thải động cơ và hóa chất trong quá trình sản xuất. Các yếu tố này thường tác động lâu dài, có thể gây bệnh nghề nghiệp như bệnh hô hấp, suy giảm thính lực và suy giảm sức khỏe người lao động.

Nhóm yếu tố đặc thù của mỏ đất hiếm gồm nguy cơ phơi nhiễm phóng xạ tự nhiên từ các khoáng vật chứa thorium, uranium; nguy cơ tiếp xúc hóa chất tuyền tách và chất thải nguy hại. Vì vậy, công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm cần được tiếp cận tổng thể, kết hợp kiểm soát kỹ thuật, quan trắc môi trường lao động, giám sát phơi nhiễm và quản lý rủi ro nhằm bảo đảm an toàn cho người lao động.

#### **1.5. Cơ sở pháp lý đối với công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm**

Công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm được thực hiện trên cơ sở hệ thống pháp luật về an toàn lao động, khoáng sản và các quy định kỹ thuật chuyên ngành.

Trong đó, Luật An toàn, vệ sinh lao động năm 2015 là căn cứ pháp lý nền tảng, quy định trách nhiệm của người sử dụng lao động và người lao động trong việc nhận diện, kiểm soát yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại, huấn luyện an toàn, trang bị bảo hộ lao động và quan trắc môi trường lao động.

Bên cạnh đó, các nghị định hướng dẫn như Nghị định số 39/2016/NĐ-CP và Nghị định số 44/2016/NĐ-CP quy định cụ thể về khai báo, điều tra tai nạn lao động, huấn luyện ATVSLĐ [7], kiểm định thiết bị và quan trắc môi trường lao động. Đối với lĩnh vực khoáng sản, Luật Địa chất và khoáng sản năm 2024 cùng các thông tư, quy chuẩn kỹ thuật chuyên ngành là cơ sở để quản lý hoạt động khai thác, thiết kế mỏ, khoan – nổ mìn, vận tải, thoát nước, ổn định bờ mỏ và vận hành thiết bị an toàn.

Ngoài ra, đối với mỏ đất hiếm có nguy cơ phơi nhiễm phóng xạ tự nhiên, cần tham khảo thêm các quy định chuyên ngành và hướng dẫn quốc tế về kiểm soát bức xạ, quản lý hóa chất và chất thải nguy hại. Việc tuân thủ đầy đủ các căn cứ pháp lý này là điều kiện quan trọng nhằm bảo vệ người lao động, giảm thiểu rủi ro và bảo đảm khai thác đất hiếm theo hướng an toàn, bền vững.

## **1.6. Kết luận chương 1**

Chương 1 đã hệ thống hóa cơ sở lý luận, thực tiễn và pháp lý về công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm; làm rõ đặc điểm hoạt động khai thác, các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại và yêu cầu đặt ra đối với công tác an toàn. Kết quả phân tích cho thấy khai thác mỏ đất hiếm tiềm ẩn nhiều rủi ro đặc thù như sạt lở, nổ mìn, thiết bị cơ giới, bụi, tiếng ồn, hóa chất và phóng xạ tự nhiên, đòi hỏi công tác ATVSLĐ phải được tiếp cận tổng hợp, kết hợp giữa giải pháp kỹ thuật, quản lý và chăm sóc sức khỏe người lao động. Đây là cơ sở quan trọng để đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp phù hợp trong các chương tiếp theo.

## CHƯƠNG 2

# THỰC TRẠNG CÔNG TÁC AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIẾM AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG

### 2.1. Khái quát chung về hoạt động khai thác mỏ đất hiếm

Đất hiếm là nhóm khoáng sản đặc biệt quan trọng trong nền kinh tế hiện đại, được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực công nghệ cao như sản xuất thiết bị điện tử, pin năng lượng, nam châm vĩnh cửu, công nghiệp quốc phòng và năng lượng tái tạo. Trong bối cảnh xu hướng chuyển đổi năng lượng và phát triển công nghệ xanh đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn cầu, đất hiếm trở thành một trong những tài nguyên chiến lược, có ảnh hưởng trực tiếp đến năng lực công nghiệp và an ninh tài nguyên của mỗi quốc gia [10].

Hoạt động khai thác đất hiếm không chỉ đơn thuần là quá trình lấy quặng từ lòng đất, mà là một chuỗi công nghệ phức tạp gồm nhiều công đoạn liên tiếp nhau. Thông thường, quá trình này bắt đầu từ công tác bóc đất đá phủ để tiếp cận thân quặng, sau đó là khoan – nổ mìn để phá vỡ khối đá, tiếp đến là xúc bốc và vận tải quặng về khu vực chế biến. Sau giai đoạn khai thác, quặng đất hiếm tiếp tục được đưa vào các công đoạn tuyển khoáng, tách chiết và tinh luyện để thu hồi các nguyên tố có giá trị.



*Ảnh 1. Mở khai thác đất hiếm*

Chính đặc điểm “chuỗi công nghệ liên hoàn” này làm cho hoạt động khai thác đất hiếm trở nên phức tạp hơn so với nhiều loại khoáng sản khác. Mỗi công đoạn không

chi khác nhau về thiết bị, công nghệ mà còn có đặc điểm rủi ro riêng đối với người lao động. Ví dụ, ở khai trường có thể xảy ra sạt lở, đá rơi hoặc tai nạn do thiết bị cơ giới; trong khi ở khu vực tuyển và chế biến lại xuất hiện các nguy cơ về hóa chất, bụi mịn và chất thải công nghiệp. Điều này dẫn đến thực tế là rủi ro về an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) không tập trung tại một điểm mà phân bố trên toàn bộ chuỗi sản xuất.

Ở Việt Nam, hoạt động khai thác khoáng sản nói chung và đất hiếm nói riêng đang được quản lý theo hệ thống pháp luật ngày càng hoàn thiện, trong đó Luật Địa chất và khoáng sản năm 2024 đóng vai trò nền tảng. Các quy định pháp luật hiện hành nhấn mạnh yêu cầu khai thác phải gắn với sử dụng tiết kiệm tài nguyên, bảo đảm an toàn lao động, bảo vệ môi trường và hướng tới phát triển bền vững [1-6]. Điều này cho thấy hoạt động khai thác không còn chỉ là vấn đề kinh tế thuần túy mà đã trở thành một lĩnh vực chịu sự điều chỉnh chặt chẽ về kỹ thuật, môi trường và an toàn.

Bên cạnh đó, việc các cơ quan quản lý nhà nước như Thanh tra Chính phủ tăng cường thanh tra chuyên đề đối với hoạt động khai thác, chế biến và kinh doanh đất hiếm trong thời gian gần đây cho thấy lĩnh vực này đang được giám sát ở mức cao hơn. Điều này phản ánh thực tế rằng đất hiếm không chỉ có giá trị kinh tế lớn mà còn tiềm ẩn nhiều vấn đề liên quan đến quản lý tài nguyên, môi trường và đặc biệt là an toàn trong lao động sản xuất. Vì vậy, yêu cầu đặt ra đối với doanh nghiệp không chỉ là khai thác hiệu quả mà còn phải tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về kỹ thuật an toàn và quản trị rủi ro.

Xét về góc độ sản xuất, một mỏ đất hiếm thường vận hành theo hệ thống công nghệ gồm nhiều công đoạn như bóc đất phủ, khoan – nổ mìn, xúc bóc, vận tải, đổ thải và đưa quặng vào tuyển khoáng. Sau đó là quá trình xử lý và quản lý chất thải phát sinh. Mỗi công đoạn này đều có đặc thù riêng về máy móc, điều kiện làm việc và mức độ rủi ro. Từ đặc điểm đó có thể thấy, công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm phải được tiếp cận theo hướng hệ thống và toàn diện, đây chính là cơ sở quan trọng để nghiên cứu và đề xuất các giải pháp ATVSLĐ phù hợp trong điều kiện thực tế của Việt Nam.

## **2.2. Đặc điểm điều kiện lao động và các nguồn nguy cơ chủ yếu**

Trong thực tiễn khai thác mỏ, điều kiện lao động của người công nhân thường rất đặc thù và khắc nghiệt. Người lao động không làm việc trong môi trường ổn định như trong nhà xưởng thông thường mà phải thường xuyên tiếp xúc với điều kiện địa hình phức tạp, phụ thuộc nhiều vào địa chất tự nhiên và chịu tác động trực tiếp của thời tiết

như nắng nóng, mưa lớn, độ ẩm cao hoặc thay đổi nhiệt độ đột ngột. Những yếu tố này làm tăng mức độ căng thẳng lao động và ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe, khả năng tập trung và mức độ an toàn trong quá trình làm việc.

Bên cạnh đó, hoạt động khai thác mỏ còn phát sinh đồng thời nhiều yếu tố nguy hiểm và có hại như bụi, tiếng ồn, rung động và nguy cơ tai nạn cơ giới. Theo quan điểm của Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO), các nhóm rủi ro trọng tâm trong khai thác mỏ lộ thiên bao gồm: ổn định mái dốc và bờ mỏ, tổ chức giao thông trong mỏ, vận hành máy móc thiết bị, công tác nổ mìn, điều kiện môi trường lao động và các yếu tố ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động [11].

Trong khai trường khai thác, các nguy cơ mang tính cơ học và địa kỹ thuật là nổi bật nhất. Các hiện tượng như sạt lở bờ mỏ, trượt tầng hoặc đá rơi có thể xảy ra bất ngờ do điều kiện địa chất không ổn định, ảnh hưởng của nước mưa hoặc sai sót trong thiết kế và khai thác. Ngoài ra, việc sử dụng máy móc hạng nặng như máy xúc, ô tô vận tải và máy khoan cũng tiềm ẩn nguy cơ tai nạn giao thông mỏ, va chạm thiết bị hoặc lật đổ phương tiện. Công tác nổ mìn nếu không được thiết kế và thực hiện đúng quy trình có thể gây ra chấn động lớn, đá văng hoặc ảnh hưởng đến các khu vực lân cận. Thực tế cho thấy đây là nhóm nguy cơ có khả năng gây hậu quả nghiêm trọng, xảy ra tức thời và có thể dẫn đến tai nạn lao động nặng hoặc tử vong nếu không được kiểm soát chặt chẽ thông qua thiết kế mỏ hợp lý, tổ chức giao thông khoa học và tuân thủ nghiêm quy trình vận hành thiết bị.

Song song với nguy cơ tai nạn, môi trường lao động trong khai thác mỏ cũng chứa nhiều yếu tố có hại tác động lâu dài đến sức khỏe người lao động. Trong đó, bụi hô hấp phát sinh từ khoan, nổ mìn, bốc xúc và vận chuyển là một trong những yếu tố nguy hiểm nhất, có thể gây các bệnh về đường hô hấp nếu tiếp xúc kéo dài. Tiếng ồn từ máy móc và thiết bị cơ giới, nếu vượt quá giới hạn cho phép, có thể gây suy giảm thính lực. Rung động từ thiết bị vận hành ảnh hưởng đến hệ thần kinh và hệ cơ xương. Ngoài ra, điều kiện nhiệt độ cao, vi khí hậu khắc nghiệt, khí thải từ động cơ diesel và hóa chất sử dụng trong quá trình tuyển khoáng cũng góp phần làm gia tăng gánh nặng sức khỏe nghề nghiệp cho người lao động.

Đối với mỏ đất hiếm, mức độ phức tạp của các nguy cơ còn cao hơn do đặc điểm khoáng sản có thể đi kèm với các nguyên tố như thorium hoặc uranium và các vật liệu phóng xạ tự nhiên (NORM). Theo hướng dẫn của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc

tế (IAEA), trong trường hợp có phơi nhiễm với vật liệu phóng xạ tự nhiên, hoạt động khai thác và chế biến có thể thuộc nhóm cần áp dụng các biện pháp bảo vệ bức xạ nghề nghiệp. Đáng chú ý, nguy cơ này không chỉ xuất hiện tại khai trường mà còn có thể phát sinh trong các công đoạn tiếp theo như nghiền, tuyển, tách chiết và xử lý bã thải, nơi các khoáng vật phóng xạ có thể tập trung hoặc phát tán trong môi trường làm việc.

Từ những phân tích trên có thể thấy, điều kiện lao động trong khai thác mỏ đất hiếm là sự tổng hợp của nhiều nhóm yếu tố nguy hiểm và có hại khác nhau, vừa mang tính cơ học, vừa mang tính môi trường và có thể bao gồm cả yếu tố phóng xạ đặc thù. Do đó, việc nhận diện đầy đủ các nguồn nguy cơ theo từng vị trí việc làm và từng công đoạn sản xuất là điều kiện tiên quyết để xây dựng các giải pháp ATVSLĐ hiệu quả, phù hợp với thực tiễn khai thác mỏ đất hiếm.

### **2.3. Thực trạng công tác an toàn lao động trong khai thác mỏ đất hiếm trên thế giới và tại Việt Nam**

#### **2.3.1. Trên thế giới**

##### ***a. Kinh nghiệm tại mỏ Mount Weld của Lynas Rare Earths-Úc***

Mỏ Mount Weld của Lynas là một trong những mỏ đất hiếm nổi bật ngoài Trung Quốc và được xem là ví dụ điển hình về quản lý an toàn gắn với quản lý bã thải và giám sát kỹ thuật định kỳ. Theo Báo cáo Phát triển bền vững 2025 của Lynas, các hồ chứa bùn thải tại Mt Weld được kiểm toán hàng năm; đợt kiểm toán thường niên hoàn thành tháng 1/2025 kết luận các công trình này tuân thủ yêu cầu quản lý của bang. Báo cáo cũng nêu mục tiêu duy trì kiểm toán độc lập hàng năm cho từng cơ sở lưu chứa bã thải và ghi nhận 0 sự cố đáng kể liên quan đến tailings trong năm tài chính 2025.



*Ảnh 2. Mỏ Mount Weld của Lynas Rare Earths-Úc*

Mỏ này chủ yếu sử dụng phương pháp khai thác lộ thiên, với đặc điểm là bóc lớp đất đá phủ, khoan – nổ mìn, xúc và vận chuyển quặng theo từng tầng. Phương pháp này có ưu điểm là chi phí thấp, năng suất cao và dễ cơ giới hóa, rất phù hợp với các mỏ có quặng gần bề mặt. Tuy nhiên, nó cũng kéo theo nhiều hạn chế như phá hủy cảnh quan trên diện rộng, tạo ra lượng lớn chất thải và gây bụi, tiếng ồn cũng như nguy cơ sạt lở.

Trên thực tế, hoạt động khai thác tại Mount Weld đã gây ra nhiều tác động môi trường đáng chú ý. Ô nhiễm không khí phát sinh từ bụi trong quá trình khoan nổ và vận chuyển; ô nhiễm nước đến từ nước thải tuyển quặng và nguy cơ rò rỉ hóa chất; đặc biệt, quặng đất hiếm còn chứa các nguyên tố như Thorium, dẫn đến phát sinh chất thải phóng xạ mức thấp. Ngoài ra, việc khai thác còn làm mất thảm thực vật, biến đổi địa hình và suy giảm đa dạng sinh học, đồng thời gián tiếp làm gia tăng phát thải khí nhà kính do vận chuyển và chế biến.

Để giảm thiểu những tác động này, cần triển khai đồng bộ các giải pháp như phun nước và che chắn để giảm bụi, xây dựng hệ thống xử lý và tái sử dụng nước thải, quản lý chặt chẽ chất thải phóng xạ, cũng như phục hồi môi trường thông qua san lấp và trồng lại cây xanh. Bên cạnh đó, việc ứng dụng công nghệ sạch, tự động hóa và giảm sử dụng hóa chất độc hại sẽ góp phần nâng cao hiệu quả khai thác đi đôi với bảo vệ môi trường.

Tóm lại, mỏ Mount Weld cho thấy khai thác đất hiếm có thể mang lại lợi ích kinh tế lớn, nhưng cũng đặt ra nhiều thách thức về môi trường. Vì vậy, chỉ khi kết hợp hài hòa giữa công nghệ, quản lý và phục hồi sinh thái, chúng ta mới có thể hướng tới mục tiêu phát triển bền vững trong ngành công nghiệp này.



*Ảnh 3. Mỏ Mount Weld của Lynas Rare Earths-Úc*

Ngoài kiểm toán độc lập, Lynas còn công bố trên trang quản trị tailings rằng Mt Weld có Tailings Operation Manual riêng cho vận hành hằng ngày; các hồ chứa được kiểm tra hằng ngày bởi vận hành viên, đồng thời được kiểm toán địa kỹ thuật và quản lý hằng năm bởi bên thứ ba độc lập. Cách làm này cho thấy doanh nghiệp không chỉ dừng ở việc ban hành quy trình, mà còn gắn quy trình với cơ chế kiểm tra thường xuyên, xác minh độc lập và báo cáo định kỳ cho cơ quan quản lý. Đây là kinh nghiệm rất đáng tham khảo đối với các mỏ đất hiếm vì nguy cơ từ bã thải và hồ thải thường kéo dài suốt vòng đời dự án.

Từ trường hợp Mount Weld có thể rút ra ba bài học chính.

+ Thứ nhất, quản lý an toàn tại mỏ đất hiếm phải coi tailings và by-products là một cấu phần trung tâm của hệ thống an toàn, không phải nội dung phụ.

+ Thứ hai, cần kết hợp giữa kiểm tra hằng ngày, giám sát thông số kỹ thuật và kiểm toán độc lập hằng năm.

+ Thứ ba, doanh nghiệp cần xác lập các critical controls cho những nguy cơ có hậu quả nghiêm trọng như mất ổn định công trình chứa thải, thấm rò, hoặc sai lệch chế độ vận hành.

### ***b. Kinh nghiệm tại dự án Nolans của Arafura Rare Earths-Úc***

Nolans là trường hợp đặc biệt quan trọng đối với đề tài này vì đây là dự án đất hiếm đã xây dựng khá sớm hệ thống quản lý rủi ro về an toàn con người, bức xạ nghề nghiệp và chất thải phóng xạ tự nhiên đi kèm. Tài liệu Human Health and Safety Report của dự án cho biết Arafura đã thực hiện desktop analysis, tổ chức risk assessment workshop, sau đó tiến hành đánh giá rủi ro định tính cho toàn bộ dự án. Kết quả nhận diện được 25 mối nguy, trong đó có 2 nguy cơ mức cao và 23 nguy cơ mức trung bình; hệ thống quản lý sức khỏe và an toàn của dự án được thiết kế để tiếp tục nhận diện mối nguy mới trong suốt vòng đời dự án, đồng thời ưu tiên các biện pháp eliminate, substitute, isolate, engineer khi khả thi.



*Ảnh 4. Dự án Nolans của Arafura Rare Earths-Úc*

Đáng chú ý hơn, Nolans có Radiation Protection Plan & Radioactive Waste Management Plan riêng. Kế hoạch này được xây dựng để quản lý rủi ro bức xạ và chất thải phóng xạ tự nhiên phát sinh từ dự án, đồng thời đặt ra chương trình quan trắc bức xạ môi trường và nghề nghiệp. Các tài liệu của IAEA đồng thời nhấn mạnh rằng kiểm soát bức xạ trong khai thác và chế biến nguyên liệu thô phải dựa trên chương trình đánh giá phơi nhiễm, quan trắc nơi làm việc và nguyên tắc tối ưu hóa bảo vệ bức xạ.

Kinh nghiệm từ Nolans cho thấy đối với mỏ đất hiếm có khả năng đi kèm thorium, uranium hoặc NORM, công tác ATVSLĐ không thể chỉ dừng ở bụi, tiếng ồn và tai nạn cơ giới. Doanh nghiệp cần xây dựng kế hoạch bảo vệ bức xạ riêng, phân loại khu vực, theo dõi liều nghề nghiệp, quản lý bã thải có chứa NORM và duy trì chương trình quan trắc định kỳ. Đây là điểm đặc biệt có ý nghĩa đối với các nghiên cứu về đất hiếm vì nó giúp mở rộng phạm vi ATVSLĐ từ an toàn cơ học sang an toàn sức khỏe nghề nghiệp dài hạn.

#### ***c. Kinh nghiệm tại mỏ Mountain Pass của MP Materials-Hoa Kỳ***

Mountain Pass là ví dụ điển hình về gắn công tác an toàn lao động với huấn luyện bắt buộc, báo cáo gần sự cố và cải tiến công nghệ chất thải. Trong báo cáo thường niên nộp Ủy ban Chứng khoán Hoa Kỳ, MP Materials cho biết công ty sử dụng hệ thống báo cáo dữ liệu số hóa để theo dõi các sự cố phải báo cáo với cơ quan an toàn lao động, đồng thời theo dõi lost time injuries, recordable injuries, recordable injury rates và near-miss

reports. Báo cáo cũng nêu rõ công ty khuyến khích mạnh việc báo cáo near-miss để kịp thời giảm mỗi nguy hoặc thay đổi thủ tục trước khi phát sinh tai nạn thực tế.



*Ảnh 5. Mỏ Mountain Pass của MP Materials-Hoa Kỳ*

Một kinh nghiệm đáng chú ý khác là yêu cầu huấn luyện. MP Materials cho biết người lao động mới tại Mountain Pass phải hoàn thành tối thiểu 24 giờ huấn luyện theo chuẩn MSHA trước khi vào làm việc tại mỏ, sau đó tiếp tục được đào tạo định kỳ hàng năm. Cách tiếp cận này cho thấy huấn luyện không được xem là thủ tục hình thức, mà là điều kiện đầu vào bắt buộc của hệ thống kiểm soát rủi ro. Đây là điểm rất phù hợp với yêu cầu của ngành khai khoáng, nơi sai sót thao tác hoặc thiếu hiểu biết quy trình có thể dẫn đến tai nạn nghiêm trọng.

Về vệ sinh lao động và an toàn môi trường sản xuất, Mountain Pass đang áp dụng dry stack tailings kết hợp closed-loop water recycling. Báo cáo năm 2025 của MP Materials nêu rằng phương pháp làm khô tailings và khử nước tinh quặng tạo ra một nguồn nước tuần hoàn kín, đáp ứng khoảng 95% nhu cầu nước cho quá trình tuyển tại Mountain Pass, đồng thời loại bỏ nhu cầu sử dụng các hồ chứa bùn thải ướt truyền thống có mức rủi ro cao hơn. Trên trang phát triển bền vững của doanh nghiệp, Mountain Pass cũng được mô tả là net-zero-discharge site, tức nước công nghệ không được xả trở lại nền đất hay ra nguồn tiếp nhận bên ngoài. Đây là kinh nghiệm rất có giá trị đối với mỏ đất hiếm vì vừa giảm rủi ro môi trường, vừa góp phần giảm nguy cơ phát tán bụi bặm, nước thải và sự cố công trình chứa thải ướt.

Từ trường hợp Mountain Pass có thể rút ra rằng bảo đảm ATVSLĐ trong mỏ đất hiếm cần đặt trên ba trụ cột: huấn luyện bắt buộc theo chuẩn nghề nghiệp, hệ thống báo cáo sự cố và near-miss dựa trên dữ liệu, và đổi mới công nghệ chất thải theo hướng giảm rủi ro từ nguồn. Đây là mô hình rất phù hợp với nguyên tắc thứ bậc kiểm soát nguy cơ, trong đó kiểm soát kỹ thuật và tổ chức được ưu tiên trước khi phụ thuộc vào phương tiện bảo vệ cá nhân.

#### ***d. Kinh nghiệm tại mỏ đất hiếm Bayan Obo ( Trung Quốc)***

Mỏ Bayan Obo tại khu tự trị Nội Mông là khu khai thác đất hiếm lớn nhất thế giới, đóng vai trò trung tâm trong chuỗi cung ứng nguyên tố đất hiếm toàn cầu. Hoạt động khai thác tại đây được vận hành chủ yếu bởi China Northern Rare Earth Group, một doanh nghiệp nhà nước quy mô lớn. Khác với nhiều mỏ đất hiếm dạng hấp phụ ion ở miền nam Trung Quốc, Bayan Obo là mỏ lộ thiên với trữ lượng lớn các khoáng vật chứa đất hiếm đi kèm sắt và niobi.

Quy trình khai thác tại Bayan Obo bao gồm các công đoạn chính: khoan – nổ mìn để phá vỡ cấu trúc quặng, xúc bốc và vận chuyển bằng các phương tiện cơ giới hạng nặng, sau đó là nghiền, tuyển và xử lý hóa học nhằm tách các nguyên tố đất hiếm. Giai đoạn xử lý hóa học thường sử dụng các axit mạnh như axit sulfuric hoặc hydrochloric, tạo ra lượng lớn chất thải lỏng và bùn thải (tailings). Các chất thải này được lưu trữ trong các hồ chứa quy mô lớn, vốn là một trong những đặc trưng môi trường quan trọng nhất của khu mỏ.



*Ảnh 6. Mỏ Bayan Obo Nội Mông*

Từ góc độ an toàn lao động, hoạt động khai thác tại Bayan Obo tiềm ẩn nhiều nhóm rủi ro đáng kể. Thứ nhất là rủi ro cơ học và địa kỹ thuật. Do khai thác lộ thiên quy mô lớn, việc khoan và nổ mìn có thể gây ra các tai nạn liên quan đến sóng xung kích, đá văng và sai sót trong tính toán thời gian nổ. Ngoài ra, sự mất ổn định của các tầng khai thác (bench failure) có thể dẫn đến sạt lở, gây nguy hiểm trực tiếp cho công nhân và thiết bị. Hoạt động vận tải với xe tải siêu trọng trong môi trường mật độ cao cũng làm gia tăng nguy cơ va chạm và tai nạn giao thông nội mỏ.

Thứ hai là rủi ro hóa học và độc hại nghề nghiệp. Trong quá trình tuyển và tách đất hiếm, công nhân có thể tiếp xúc với các hóa chất ăn mòn mạnh, dẫn đến nguy cơ bỏng hóa chất hoặc tổn thương da và mắt. Đồng thời, các khí phát sinh như sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) hoặc hydrogen fluoride (HF) có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ hô hấp nếu không được kiểm soát hiệu quả. Bụi mịn phát sinh trong quá trình nghiền và vận chuyển quặng cũng là yếu tố nguy cơ gây bệnh phổi nghề nghiệp, đặc biệt trong điều kiện làm việc kéo dài.

Chính vì vậy, tác động ô nhiễm môi trường tại Bayan Obo là rất nặng nề. Khu vực này ghi nhận tình trạng ô nhiễm không khí do khí SO<sub>2</sub>, axit và bụi mịn; ô nhiễm nguồn nước do nước thải axit và kim loại nặng; đồng thời tồn tại các hồ chứa bùn thải không lồ chứa chất phóng xạ như thorium. Lượng chất thải tích tụ hàng trăm triệu tấn không chỉ gây nguy cơ vỡ đập mà còn ảnh hưởng trực tiếp đến hệ sinh thái và đời sống con người. Thực tế cho thấy, nhiều khu vực xung quanh đã phải đối mặt với suy thoái môi trường và rủi ro sức khỏe lâu dài.

*Bảng 2.1: Bảng thống kê chất thải ước tính của mỏ Bayan Obo*

Loại chất thải	Khối lượng/1 tấn đất hiếm	Mức độ nguy hiểm
Khí thải độc	~1.000 – 2.000 m <sup>3</sup>	Cao
Nước thải axit	~50 – 75 m <sup>3</sup>	Rất cao
Chất thải rắn	~1 tấn	Trung bình – cao
Chất thải phóng xạ	Có (thorium)	Nguy hiểm lâu dài

Từ thực tiễn đó, có thể rút ra một số giải pháp khắc phục quan trọng. Trước hết, cần áp dụng công nghệ khai thác sạch hơn, giảm sử dụng hóa chất độc hại và tăng tái chế chất thải. Thứ hai, phải xây dựng hệ thống xử lý nước thải, khí thải đạt chuẩn trước khi thải ra môi trường. Thứ ba, tăng cường quản lý bãi thải và hồ chứa bùn để tránh

rò rỉ và sự cố môi trường. Bên cạnh đó, cần phục hồi môi trường sau khai thác như trồng rừng, cải tạo đất và giám sát phóng xạ lâu dài. Cuối cùng, hướng đi bền vững là phát triển công nghệ tái chế đất hiếm từ chất thải và sản phẩm cũ, nhằm giảm phụ thuộc vào khai thác nguyên sinh.



*Ảnh 7. Thực trạng ảnh hưởng môi trường bởi khai thác mỏ Bayan Obo*

Tổng thể, trường hợp của Bayan Obo phản ánh một bức tranh điển hình của ngành khai thác đất hiếm quy mô công nghiệp: sự kết hợp giữa tiến bộ công nghệ, quản lý tập trung và các rủi ro môi trường – sức khỏe phức tạp. Mặc dù đã đạt được những cải thiện rõ rệt về an toàn lao động trong những năm gần đây, việc giảm thiểu toàn diện các nguy cơ, đặc biệt là các tác động dài hạn vẫn đòi hỏi các nỗ lực liên tục về nghiên cứu, giám sát và hoàn thiện chính sách quản lý.

### **2.3.2. Tại Việt Nam**

#### **a. Mỏ đất hiếm Đông Pao- Lai Châu**

Mỏ đất hiếm Đông Pao nằm tại xã Bản Hòn, huyện Tam Đường, tỉnh Lai Châu, là mỏ đất hiếm có trữ lượng lớn nhất Việt Nam và được đánh giá có ý nghĩa chiến lược đối với sự phát triển ngành công nghiệp công nghệ cao. Khu vực mỏ chứa nhiều nguyên tố đất hiếm quan trọng như Neodymium, Cerium, Lanthanum và Praseodymium – những nguyên liệu được sử dụng trong sản xuất thiết bị điện tử, nam châm vĩnh cửu, pin năng lượng và các sản phẩm công nghệ hiện đại [5]. Tuy nhiên, bên cạnh tiềm năng kinh tế lớn, hoạt động khai thác đất hiếm tại Đông Pao cũng đặt ra nhiều vấn đề về an toàn lao động do đặc điểm địa hình phức tạp, điều kiện khai thác khó khăn và nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe con người cũng như môi trường.



*Ảnh 8. Mỏ đất hiếm Đông Pao Lai Châu*

Khu vực mỏ Đông Pao chủ yếu nằm trên địa hình đồi núi cao, độ dốc lớn, giao thông đi lại khó khăn và thường xuyên chịu ảnh hưởng của thời tiết cực đoan như mưa lớn, sạt lở đất và lũ quét. Điều này làm gia tăng nguy cơ tai nạn trong quá trình khai thác và vận chuyển khoáng sản. Người lao động tại mỏ có thể gặp phải các tai nạn như sập taluy, trượt đất đá, tai nạn do máy móc cơ giới hoặc sự cố nổ mìn trong khai thác. Đặc biệt vào mùa mưa, nền đất yếu và độ ổn định của các tầng khai thác giảm xuống, làm nguy cơ sạt lở tăng cao và gây khó khăn cho công tác cứu hộ cứu nạn khi xảy ra sự cố.

Ngoài các nguy cơ về địa chất, môi trường lao động tại mỏ đất hiếm còn tiềm ẩn nhiều yếu tố độc hại. Trong quá trình khai thác và tuyển quặng phát sinh lượng lớn bụi khoáng và khí thải công nghiệp. Người lao động thường xuyên tiếp xúc với bụi mịn chứa các khoáng chất độc hại có nguy cơ mắc các bệnh nghề nghiệp như viêm phổi, bệnh đường hô hấp mãn tính và bệnh bụi phổi silic. Một số hóa chất được sử dụng trong quá trình tuyển quặng nếu không được quản lý nghiêm ngặt cũng có thể gây ảnh hưởng đến da, mắt và hệ hô hấp của công nhân.

Nhìn chung, công tác an toàn lao động tại mỏ đất hiếm Đông Pao đã có những chuyển biến tích cực nhưng vẫn còn nhiều khó khăn và thách thức. Việc đảm bảo an toàn cho người lao động không chỉ có ý nghĩa bảo vệ sức khỏe con người mà còn góp phần quan trọng trong phát triển ngành khai thác đất hiếm theo hướng bền vững, hiệu quả và thân thiện với môi trường.

#### **b. Mỏ đất hiếm Yên Phú**

Mỏ đất hiếm tại xã Yên Phú, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái nằm cách trung tâm huyện Văn Yên gần 20km, được Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp giấy phép khai thác từ tháng 6/2013, với diện tích 6,24 ha.



*Ảnh 9. Mỏ đất hiếm Bắc Yên Phú-Lào Cai*

Mỏ đất hiếm Yên Phú chỉ có hai thân quặng dạng thấu kính phân bố trên diện tích nhỏ khoảng 28 – 30 ha. Trong quặng đất hiếm - magnetit Yên Phú đã xác nhận có mặt các khoáng vật chứa đất hiếm gồm fergusonite, xenotime, monazite, samackite, allanite. Quặng đất hiếm Yên Phú có tỷ lệ phần trăm giữa các nhóm như sau: Nhóm nhẹ chiếm 62,97%  $TR_2O_3$ , nhóm trung gian chiếm 7,87%  $TR_2O_3$  và nhóm nặng 29,16%  $TR_2O_3$ . Hàm lượng  $TR_2O_3$  trong mỏ dao động từ  $0,1 \div 7,0\%$ , trung bình đạt 1,12%. Trong quặng còn có niobi, urani và thori với hàm lượng:  $Nb_2O_5$  từ  $0,011 \div 0,17\%$ , trung bình. Đặc biệt, nhóm đất hiếm nặng (HREEs) chiếm tỷ lệ cao, tới 27% điều này rất hiếm và giá trị cao trong công nghiệp công nghệ cao hiện nay.

Mỏ khai thác bằng phương pháp lộ thiên và áp dụng công nghệ khai thác chọn lọc để nâng cao hiệu quả khai thác. Công nghệ khai thác này có thể gây ra các tác động có hại đến sức khỏe người lao động.

### **c. Nhận xét chung**

Khai thác đất hiếm đang mở ra một cơ hội lớn cho Việt Nam trong việc tham gia sâu hơn vào chuỗi giá trị công nghệ toàn cầu, nhưng đây tuyệt đối không phải là “mỏ vàng không rủi ro”. Trên thực tế, quá trình khai thác và chế biến đất hiếm tiềm ẩn nhiều nguy cơ nghiêm trọng, đặc biệt là ô nhiễm môi trường do sử dụng hóa chất độc hại, có thể làm suy thoái đất, ô nhiễm nguồn nước và ảnh hưởng lâu dài đến hệ sinh thái. Không chỉ vậy, sức khỏe của người lao động và cộng đồng dân cư xung quanh cũng đứng trước nguy cơ bị tác động bởi kim loại nặng và các yếu tố phóng xạ. Về kinh tế, nếu không làm chủ được công nghệ chế biến sâu, chúng ta rất dễ rơi vào tình trạng xuất khẩu thô, giá trị thấp và phụ thuộc vào nước ngoài, trong khi chi phí xử lý môi trường lại vô cùng

lớn. Bên cạnh đó, đất hiếm còn là tài nguyên chiến lược gắn với các ngành công nghệ cao và quốc phòng, nên việc khai thác thiếu kiểm soát có thể kéo theo những hệ lụy về địa chính trị và chủ quyền kinh tế. Như vậy, bài toán đặt ra không phải là khai thác hay không, mà là khai thác như thế nào để cân bằng giữa lợi ích kinh tế và phát triển bền vững. Điều đó đòi hỏi một chiến lược dài hạn, trong đó ưu tiên bảo vệ môi trường, làm chủ công nghệ, phát triển công nghiệp chế biến sâu và đảm bảo hài hòa lợi ích giữa Nhà nước, doanh nghiệp và người dân. Chỉ khi giải quyết tốt những “đánh đổi” này, Việt Nam mới có thể biến tài nguyên đất hiếm thành động lực phát triển thực sự, thay vì trở thành gánh nặng cho tương lai.

#### **2.4. Thực trạng công tác vệ sinh lao động và bảo vệ sức khỏe người lao động**

Trong khai thác mỏ đất hiếm, công tác vệ sinh lao động chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố có hại phát sinh từ toàn bộ chuỗi công nghệ sản xuất. Các yếu tố này xuất hiện từ khâu khai trường đến tuyển khoáng và xử lý chất thải, tạo nên môi trường lao động có mức độ phơi nhiễm đa dạng và liên tục. Việc đánh giá thực trạng vệ sinh lao động vì vậy cần dựa trên toàn bộ quá trình sản xuất thay vì tách rời từng công đoạn.

Các yếu tố có hại phổ biến bao gồm bụi khoáng, khí thải, tiếng ồn, rung động, hóa chất và điều kiện vi khí hậu khắc nghiệt. Theo quy định của Nghị định 44/2016/NĐ-CP, quan trắc môi trường lao động là yêu cầu bắt buộc nhằm theo dõi và kiểm soát các yếu tố này trong quá trình sản xuất. Hướng dẫn của Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO) cũng khẳng định việc giám sát định kỳ các yếu tố bụi, khí độc, tiếng ồn và nhiệt độ có vai trò quan trọng trong việc phát hiện sớm nguy cơ nghề nghiệp và đưa ra biện pháp kiểm soát kịp thời. Điều này phản ánh vệ sinh lao động không chỉ mang tính tuân thủ mà còn là một công cụ quản lý rủi ro trong sản xuất mỏ.

Bụi là yếu tố có hại chiếm ưu thế trong môi trường khai thác mỏ đất hiếm. Bụi phát sinh trong quá trình khoan, nổ mìn, xúc bốc, vận tải và đổ thải tại khai trường; tiếp tục gia tăng ở công đoạn tuyển khoáng thông qua hoạt động nghiền, sàng và vận chuyển vật liệu. Đặc điểm đáng chú ý của bụi trong khai thác khoáng sản là sự tồn tại của bụi mịn và bụi chứa silica tinh thể, vốn có khả năng xâm nhập sâu vào hệ hô hấp và gây ra các bệnh nghề nghiệp mạn tính khi tiếp xúc kéo dài. Vì vậy, kiểm soát bụi cần được xác định là nội dung trọng tâm trong quản lý vệ sinh lao động, thông qua các biện pháp kỹ thuật, tổ chức sản xuất và trang bị phương tiện bảo hộ cá nhân.

Tiếng ồn và rung động cũng là các yếu tố có ảnh hưởng rõ rệt đến sức khỏe người lao động. Các nguồn phát sinh chính bao gồm máy khoan, máy xúc, phương tiện vận tải mỏ, máy nghiền và thiết bị sàng tuyển. Tác động kéo dài của tiếng ồn có thể dẫn đến suy giảm thính lực, trong khi rung động gây ảnh hưởng đến hệ thần kinh, cơ xương và làm giảm khả năng lao động. Các nghiên cứu của ILO cho thấy những yếu tố này còn làm giảm khả năng tập trung, từ đó gián tiếp gia tăng nguy cơ tai nạn lao động trong quá trình vận hành thiết bị.

Trong điều kiện khai thác mỏ đất hiếm, vấn đề vệ sinh lao động trở nên phức tạp hơn khi xem xét đến khả năng tồn tại của các nguyên tố phóng xạ tự nhiên như thorium hoặc uranium trong quặng và chất thải. Một số nghiên cứu và hướng dẫn của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) cho thấy hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản có thể nằm trong nhóm cần kiểm soát phơi nhiễm bức xạ nghề nghiệp nếu các yếu tố NORM tồn tại ở mức đáng kể. Khi đó, nguy cơ không chỉ xuất hiện tại khai trường mà còn có thể phát sinh trong quá trình nghiền, tuyển, tách chiết và lưu giữ bã thải.

Từ những đặc điểm trên có thể thấy, vệ sinh lao động trong mỏ đất hiếm không chỉ dừng lại ở việc kiểm soát các yếu tố truyền thống như bụi, tiếng ồn và rung động mà còn phải mở rộng sang các yếu tố đặc thù liên quan đến hóa chất và phóng xạ tự nhiên. Điều này đòi hỏi hệ thống đánh giá rủi ro và giám sát môi trường lao động phải được thiết kế theo hướng toàn diện, có tính liên kết giữa các công đoạn sản xuất và có khả năng theo dõi liên tục trong suốt quá trình khai thác – chế biến.

## **2.5. Thực trạng công tác tổ chức, quản lý và giám sát ATVSLĐ**

Một trong những yếu tố mang tính quyết định đối với hiệu quả công tác an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) trong khai thác mỏ là chất lượng của hệ thống tổ chức và quản trị an toàn. Theo quan điểm của Tổ chức Lao động Quốc tế (ILO), hệ thống quản lý an toàn và sức khỏe nghề nghiệp (OSH) trong ngành mỏ cần được xây dựng theo hướng tích hợp và có cấu trúc rõ ràng, trong đó bao gồm việc xác định cụ thể trách nhiệm của từng cấp quản lý, thiết lập cơ chế phối hợp giữa người sử dụng lao động, người lao động và các nhà thầu, thực hiện điều tra – phân tích sự cố, lưu trữ và quản lý hồ sơ an toàn, giám sát điều kiện môi trường làm việc, cũng như duy trì cơ chế cải tiến liên tục nhằm nâng cao hiệu quả phòng ngừa rủi ro. Các yêu cầu này phản ánh cách tiếp cận quản lý hiện đại, coi ATVSLĐ không phải là hoạt động riêng lẻ mà là một hệ thống vận hành xuyên suốt trong toàn bộ quá trình sản xuất.

Những nguyên tắc nêu trên về cơ bản cũng phù hợp với hệ thống pháp luật Việt Nam hiện hành. Luật ATVSLĐ cùng các văn bản hướng dẫn quy định rõ trách nhiệm của người sử dụng lao động trong việc tổ chức huấn luyện an toàn, kiểm soát yếu tố nguy hiểm và có hại tại nơi làm việc, thực hiện quan trắc môi trường lao động định kỳ và đảm bảo các điều kiện làm việc an toàn cho người lao động. Đồng thời, người lao động cũng có trách nhiệm tuân thủ quy trình làm việc, sử dụng phương tiện bảo hộ và tham gia vào các hoạt động an toàn theo quy định. Điều này cho thấy về mặt pháp lý, Việt Nam đã hình thành tương đối đầy đủ khung quản lý ATVSLĐ trong khai thác khoáng sản.

Tuy nhiên, khi xem xét từ góc độ thực tiễn triển khai, có thể nhận thấy rằng hạn chế lớn nhất không nằm ở sự thiếu hụt quy định mà nằm ở mức độ đồng bộ giữa hệ thống quản lý trên giấy tờ và việc thực thi tại hiện trường sản xuất. Trong những mỏ có sự tham gia của nhiều nhà thầu, tổ chức làm việc theo nhiều ca kíp hoặc khai trường có điều kiện địa chất biến động nhanh, mức độ rủi ro thường gia tăng đáng kể nếu các hoạt động quản lý cốt lõi như giao ca, kiểm tra hiện trường đầu ca, kiểm soát thiết bị trước vận hành, báo cáo các sự cố suýt xảy ra (near-miss) và cơ chế phản hồi – khắc phục không được thực hiện đầy đủ và liên tục. Sự thiếu đồng bộ này làm giảm hiệu quả của toàn bộ hệ thống kiểm soát rủi ro, đồng thời làm gia tăng khả năng xảy ra sự cố trong quá trình sản xuất.

Trong bối cảnh đó, xu hướng quản lý an toàn hiện nay đang có sự chuyển dịch rõ rệt từ cách tiếp cận mang tính “xử lý vi phạm sau sự cố” sang cách tiếp cận chủ động hơn, tập trung vào quản trị rủi ro và hành vi an toàn của người lao động. Cách tiếp cận này nhấn mạnh việc nhận diện sớm nguy cơ, kiểm soát từ gốc và xây dựng văn hóa an toàn trong doanh nghiệp thay vì chỉ dựa vào các biện pháp xử phạt sau khi vi phạm xảy ra. Điều này đặc biệt quan trọng trong ngành khai thác mỏ, nơi rủi ro có thể phát sinh nhanh và gây hậu quả nghiêm trọng.

Trong bối cảnh quản lý khai thác đất hiếm tại Việt Nam đang được tăng cường thông qua hoạt động thanh tra, giám sát và siết chặt các điều kiện khai thác, yêu cầu về minh bạch trách nhiệm, tuân thủ quy trình kỹ thuật và nâng cao năng lực quản trị rủi ro đối với doanh nghiệp ngày càng trở nên rõ ràng và mang tính bắt buộc cao hơn. Điều này không chỉ xuất phát từ yêu cầu nội tại của doanh nghiệp mà còn phản ánh vai trò

của đất hiếm như một loại khoáng sản chiến lược, gắn với an ninh tài nguyên và phát triển công nghiệp quốc gia.

Từ đó có thể thấy, công tác ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm không đơn thuần là một yêu cầu nội bộ trong quản lý sản xuất, mà còn là một bộ phận quan trọng trong hệ thống quản lý tài nguyên và tuân thủ pháp luật ở cấp ngành. Hiệu quả của công tác này phụ thuộc trực tiếp vào mức độ vận hành thực chất của hệ thống quản lý an toàn, sự phối hợp giữa các bên liên quan và khả năng kiểm soát rủi ro một cách liên tục trong toàn bộ quá trình khai thác – chế biến.

## **2.6. Đánh giá chung về thực trạng: kết quả, hạn chế và nguyên nhân**

Từ những phân tích ở các nội dung trước có thể khẳng định rằng công tác an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) trong khai thác mỏ đất hiếm tại Việt Nam đã bước đầu hình thành được nền tảng quan trọng để triển khai quản lý an toàn một cách hệ thống và có cơ sở. Trước hết, hệ thống pháp luật điều chỉnh lĩnh vực ATVSLĐ ngày càng được hoàn thiện, bao gồm Luật ATVSLĐ, các nghị định hướng dẫn và các quy định liên quan đến quản lý khai thác khoáng sản. Cùng với đó là sự tồn tại của các tiêu chuẩn kỹ thuật chuyên ngành trong khai thác mỏ, các quy định bắt buộc về huấn luyện an toàn lao động, quan trắc môi trường lao động và xu hướng tăng cường hoạt động thanh tra, kiểm tra, giám sát của cơ quan quản lý nhà nước. Những yếu tố này tạo ra hành lang pháp lý tương đối đầy đủ, làm cơ sở quan trọng để doanh nghiệp khai thác mỏ đất hiếm tổ chức hệ thống quản lý ATVSLĐ theo hướng bài bản, có kế hoạch và có thể kiểm soát được.

Tuy nhiên, khi đi vào thực tiễn triển khai, công tác ATVSLĐ trong lĩnh vực khai thác mỏ đất hiếm vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế mang tính hệ thống. Một trong những hạn chế đáng chú ý là tính chất rủi ro của mỏ đất hiếm mang đặc điểm liên ngành và trải dài theo toàn bộ chuỗi công nghệ sản xuất. Rủi ro không chỉ phát sinh tại khu vực khai trường mà còn xuất hiện ở các công đoạn như vận tải, tuyển khoáng, xử lý hóa chất và quản lý bã thải. Trong thực tế, nếu công tác quản lý an toàn chủ yếu tập trung vào khu vực khai thác mà chưa đánh giá đầy đủ các khu vực sau khai thác và sau tuyển, thì sẽ dẫn đến tình trạng kiểm soát rủi ro chưa toàn diện, làm giảm hiệu quả của hệ thống ATVSLĐ nói chung.

Một hạn chế khác thể hiện ở việc kiểm soát các yếu tố có hại trong môi trường lao động chưa thực sự đồng bộ và hiệu quả. Các yếu tố như bụi khoáng, tiếng ồn, rung động, hóa chất và các nguy cơ phơi nhiễm đặc thù trong mỏ đất hiếm về cơ bản đã được

nhận diện trong quy định pháp luật và hướng dẫn kỹ thuật. Tuy nhiên, trong thực tiễn sản xuất, hoạt động quan trắc môi trường lao động chưa phải lúc nào cũng được thực hiện thường xuyên, liên tục, và quan trọng hơn là việc sử dụng dữ liệu quan trắc để điều chỉnh biện pháp kỹ thuật, tổ chức sản xuất và cải thiện điều kiện lao động còn hạn chế. Điều này làm giảm vai trò của quan trắc từ một công cụ cảnh báo sớm trở thành hoạt động mang tính hình thức ở một số cơ sở.

Bên cạnh đó, yếu tố con người tiếp tục là một trong những nguyên nhân quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả công tác ATVSLĐ. Trong thực tế khai thác mỏ, vẫn còn tồn tại tình trạng người lao động chủ quan trong quá trình làm việc, chưa tuân thủ nghiêm ngặt quy trình kỹ thuật, hoặc thực hiện thao tác chưa đúng quy định an toàn. Đồng thời, sự phối hợp giữa các bộ phận trong dây chuyền sản xuất đôi khi chưa chặt chẽ, đặc biệt trong các khâu giao ca, kiểm tra hiện trường đầu ca, giám sát vận hành thiết bị và xử lý tình huống phát sinh. Chất lượng công tác giám sát hiện trường cũng chưa đồng đều giữa các đơn vị, dẫn đến mức độ kiểm soát rủi ro chưa đạt hiệu quả tối ưu. Những yếu tố này phản ánh rằng văn hóa an toàn và ý thức tuân thủ quy trình trong một số trường hợp chưa theo kịp yêu cầu của hoạt động khai thác mỏ hiện đại.

Xét về nguyên nhân của những tồn tại nêu trên, có thể phân tích thành bốn nhóm nguyên nhân chính có quan hệ chặt chẽ với nhau. Nhóm nguyên nhân đầu tiên thuộc về kỹ thuật, liên quan đến việc thiết kế mỏ, tổ chức khai thác, hệ thống thoát nước, bố trí đường vận tải, lựa chọn và vận hành máy móc thiết bị, cũng như việc xác định và khoanh vùng khu vực nguy hiểm chưa thực sự tối ưu. Điều này làm gia tăng khả năng xuất hiện sự cố trong quá trình khai thác, đặc biệt trong điều kiện địa chất và điều kiện khai thác biến động.

Nhóm nguyên nhân thứ hai thuộc về tổ chức và quản lý. Trong nhiều trường hợp, hệ thống quản lý ATVSLĐ chưa thực sự gắn kết chặt chẽ với điều kiện thực tế tại hiện trường sản xuất. Việc tổ chức giao ca, kiểm tra an toàn đầu ca, giám sát quá trình vận hành thiết bị và cơ chế phản hồi – khắc phục sau khi phát hiện nguy cơ chưa được chuẩn hóa đầy đủ hoặc chưa được thực hiện một cách nhất quán giữa các bộ phận. Điều này làm giảm tính liên tục và hiệu quả của hệ thống quản lý rủi ro.

Nhóm nguyên nhân thứ ba liên quan đến môi trường lao động. Trong khai thác mỏ đất hiếm, người lao động đồng thời chịu tác động của nhiều yếu tố có hại như bụi, tiếng ồn, rung động, hóa chất và có thể có cả nguy cơ phơi nhiễm đặc thù liên quan đến

thành phần khoáng vật. Tuy nhiên, việc kiểm soát đồng bộ các yếu tố này, cũng như tích hợp các biện pháp kỹ thuật, tổ chức và bảo hộ cá nhân, trong nhiều trường hợp chưa đạt mức tối ưu, dẫn đến nguy cơ phơi nhiễm vẫn tồn tại trong quá trình làm việc.

Nhóm nguyên nhân cuối cùng thuộc về con người, bao gồm mức độ nhận thức về an toàn lao động, kỹ năng nghề nghiệp, ý thức tuân thủ quy trình và mức độ hình thành văn hóa an toàn trong doanh nghiệp. Trong điều kiện sản xuất áp lực cao như khai thác mỏ, nếu người lao động chưa được đào tạo đầy đủ hoặc chưa hình thành thói quen làm việc an toàn, nguy cơ vi phạm quy trình hoặc thực hiện thao tác sai sẽ gia tăng, từ đó kéo theo nguy cơ tai nạn lao động.

Tổng hợp lại, có thể thấy những hạn chế trong công tác ATVSLĐ tại mỏ đất hiếm không xuất phát từ một nguyên nhân đơn lẻ mà là kết quả tổng hợp của nhiều yếu tố bao gồm kỹ thuật, tổ chức, môi trường và con người. Các nhóm nguyên nhân này có mối quan hệ tương tác lẫn nhau, do đó việc cải thiện hiệu quả ATVSLĐ cần được tiếp cận theo hướng đồng bộ, toàn diện và có hệ thống, thay vì xử lý riêng lẻ từng khía cạnh.

## **2.7. Các phương pháp khai thác khoan nổ, sử dụng hóa chất điện hòa tan, điện động lực trong khai thác mỏ đất hiếm**

### **2.7.1 Phương pháp khoan – nổ mìn**

Phương pháp khoan nổ mìn được thực hiện bằng cách khoan các lỗ trên thân quặng đá cứng, sau đó nạp thuốc nổ vào các lỗ khoan này và tiến hành kích nổ để phá vỡ khối đá thành các mảnh nhỏ hơn. Sau khi nổ, quặng được thu gom bằng máy xúc và vận chuyển đến khu vực xử lý.

Phương pháp này có ưu điểm là khai thác nhanh, phù hợp với các mỏ có quy mô lớn và quặng nằm trong đá cứng. Đây cũng là công nghệ đã được sử dụng lâu năm nên tương đối ổn định và dễ áp dụng trong thực tế sản xuất. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là gây ra rung chấn mạnh, tiếng ồn lớn và phát sinh nhiều bụi trong quá trình khai thác. Ngoài ra, việc nổ mìn cũng có thể làm thất thoát tài nguyên do khối đá bị phá vỡ không đồng đều.

Về mặt an toàn, đây là phương pháp có mức độ rủi ro cao vì liên quan trực tiếp đến thuốc nổ. Nếu quá trình thiết kế và vận hành không chính xác có thể xảy ra tai nạn nghiêm trọng như nổ ngoài ý muốn hoặc sập mỏ. Bên cạnh đó, khí độc sinh ra sau nổ cũng có thể ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động nếu không được xử lý tốt. Do đó, phương pháp này đòi hỏi quy trình kiểm soát nghiêm ngặt, bao gồm thiết kế nổ mìn hợp lý, đảm bảo khoảng cách an toàn và kiểm tra hiện trường sau khi nổ.

### **2.7.2 Phương pháp hòa tách bằng hóa chất**

Phương pháp hòa tách bằng hóa chất, còn gọi là hòa tách tại chỗ, được thực hiện bằng cách bơm dung dịch hóa chất vào thân quặng để hòa tan các ion đất hiếm. Sau đó, dung dịch chứa kim loại được thu hồi lên mặt đất để tiến hành tách chiết và xử lý.

Phương pháp này có ưu điểm là không cần đào bóc khối lượng đất đá lớn nên giảm được tác động trực tiếp lên bề mặt địa hình. Ngoài ra, chi phí khai thác có thể thấp hơn so với phương pháp cơ học truyền thống. Tuy nhiên, phương pháp này phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa chất, đặc biệt là độ thấm của đất và khả năng kiểm soát dòng chảy của dung dịch. Một nhược điểm lớn khác là nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, đặc biệt là nước ngầm nếu dung dịch hóa chất bị rò rỉ.

Về an toàn, rủi ro chính của phương pháp này mang tính lâu dài và khó kiểm soát. Nếu hóa chất thấm ra môi trường xung quanh có thể gây ô nhiễm đất và nguồn nước trong thời gian dài. Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến hệ sinh thái cũng như đời sống của khu vực lân cận. Vì vậy, việc thiết kế hệ thống giếng khai thác kín, kiểm soát chặt chẽ hóa chất sử dụng và xử lý dung dịch sau khai thác là những yêu cầu bắt buộc để đảm bảo an toàn môi trường.

### ***2.7.3. Phương pháp sử dụng điện***

Phương pháp sử dụng điện trong khai thác đất hiếm bao gồm hai hướng chính là điện hòa tan và điện động lực. Trong phương pháp điện hòa tan, dòng điện được sử dụng để thúc đẩy quá trình hòa tan kim loại từ quặng vào dung dịch. Trong khi đó, phương pháp điện động lực sử dụng điện trường để di chuyển các ion đất hiếm trong môi trường đất về phía các điện cực thu hồi.

Ưu điểm của phương pháp này là có khả năng khai thác được các loại quặng nghèo hoặc phân tán, đồng thời giảm sự phụ thuộc vào hóa chất độc hại. Ngoài ra, phương pháp này cho phép kiểm soát khá tốt hướng di chuyển của các ion kim loại trong đất. Tuy nhiên, nhược điểm của nó là tiêu tốn nhiều năng lượng điện, chi phí đầu tư thiết bị cao và hiệu quả phụ thuộc mạnh vào điều kiện độ ẩm và tính dẫn điện của môi trường đất.

Về mặt an toàn, rủi ro chủ yếu liên quan đến hệ thống điện. Nếu không kiểm soát tốt có thể xảy ra nguy cơ giật điện hoặc sự cố thiết bị. Ngoài ra, trong quá trình điện phân có thể sinh ra khí, nếu tích tụ trong không gian kín có thể gây nguy hiểm. Do đó, việc đảm bảo cách điện tốt, kiểm soát điện áp vận hành và theo dõi liên tục quá trình hoạt động là rất quan trọng.

Có thể thấy rằng mỗi phương pháp khai thác đất hiếm đều có những ưu điểm và hạn chế riêng. Phương pháp khoan nổ mìn mang lại hiệu quả khai thác cao nhưng có mức độ rủi ro tức thời lớn nhất. Phương pháp hòa tách bằng hóa chất ít tác động đến bề mặt nhưng lại tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm môi trường lâu dài. Trong khi đó, phương pháp sử dụng điện có tiềm năng phát triển bền vững hơn nhưng vẫn còn hạn chế về chi phí và công nghệ.

Nhìn chung, xu hướng khai thác đất hiếm hiện nay đang dần chuyển dịch từ các phương pháp cơ học mạnh sang các công nghệ ít xâm lấn hơn như hòa tách và phương pháp điện nhằm giảm thiểu tác động đến môi trường. Tuy nhiên, để áp dụng hiệu quả các phương pháp này cần cân bằng giữa yếu tố kinh tế, hiệu suất khai thác và mức độ an toàn môi trường cũng như con người.

## **2.8. Kết luận chương 2**

Chương 2 đã tiến hành khái quát và phân tích thực trạng công tác an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) trong khai thác mỏ đất hiếm trên cơ sở tiếp cận theo ba phương diện chính, bao gồm: điều kiện lao động và các nguồn nguy cơ chủ yếu; thực trạng triển khai các biện pháp an toàn và vệ sinh lao động; cùng với thực trạng công tác tổ chức, quản lý, giám sát và những hạn chế còn tồn tại trong quá trình thực hiện.

Kết quả phân tích cho thấy điều kiện lao động trong khai thác mỏ đất hiếm mang tính đặc thù cao, chịu tác động đồng thời của nhiều yếu tố nguy hiểm và có hại. Bên cạnh các rủi ro phổ biến trong khai thác mỏ như nguy cơ cơ học, địa kỹ thuật, tai nạn do thiết bị cơ giới và điều kiện khai thác phức tạp, hoạt động khai thác và chế biến đất hiếm còn tiềm ẩn các yếu tố rủi ro mang tính môi trường và đặc thù khoáng sản. Các yếu tố này có thể bao gồm bụi khoáng mịn, tiếng ồn, rung động, hóa chất trong quá trình tuyển tách, cũng như khả năng tồn tại của các thành phần khoáng vật có yếu tố phóng xạ tự nhiên đi kèm. Chính sự tồn tại đồng thời của nhiều nhóm nguy cơ ở các công đoạn khác nhau đã làm cho hệ thống rủi ro trong mỏ đất hiếm trở nên phức tạp và khó kiểm soát hơn so với nhiều loại hình khai thác khoáng sản thông thường.

Từ những đặc điểm đó có thể nhận thấy rằng công tác ATVSLĐ trong mỏ đất hiếm không chỉ dừng lại ở việc kiểm soát các nguy cơ tại khai trường mà cần được tiếp cận theo hướng hệ thống, bao quát toàn bộ chuỗi công nghệ từ khai thác, vận tải, tuyển khoáng cho đến xử lý chất thải và quản lý sức khỏe nghề nghiệp. Đây chính là điểm

khác biệt quan trọng, đồng thời cũng là cơ sở để xác định yêu cầu cao hơn đối với công tác quản lý an toàn trong loại hình khai thác này.

Trên cơ sở các kết quả phân tích về thực trạng, có thể khẳng định rằng đây là tiền đề quan trọng để Chương 3 đề xuất hệ thống giải pháp bảo đảm ATVSLĐ phù hợp hơn với đặc thù khai thác mỏ đất hiếm tại Việt Nam. Các giải pháp này cần được xây dựng theo hướng đồng bộ, gắn với đặc điểm công nghệ, mức độ rủi ro và điều kiện quản lý thực tế, nhằm nâng cao hiệu quả phòng ngừa tai nạn lao động và bảo vệ sức khỏe người lao động trong toàn bộ quá trình khai thác.

## CHƯƠNG 3

# ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP BẢO ĐẢM AN TOÀN, VỆ SINH LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC MỎ ĐẤT HIỂM

### 3.1. Căn cứ đề xuất giải pháp

Trong đề tài “Nghiên cứu các giải pháp đảm bảo an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ đất hiếm”, việc đề xuất các giải pháp không chỉ dựa trên yêu cầu thực tiễn mà còn phải tuân thủ các quan điểm khoa học và quản lý hiện đại nhằm đảm bảo tính khả thi và hiệu quả lâu dài.

Trước hết, an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) cần được xác định là một bộ phận không thể tách rời của quá trình sản xuất. Điều này có nghĩa là các yếu tố an toàn phải được xem xét ngay từ giai đoạn thiết kế mỏ, lựa chọn công nghệ, tổ chức sản xuất cho đến quá trình vận hành và đóng cửa mỏ. Cách tiếp cận này giúp giảm thiểu rủi ro ngay từ đầu, thay vì chỉ xử lý hậu quả sau khi tai nạn hoặc sự cố xảy ra.

Thứ hai, đề tài tiếp cận theo hướng phòng ngừa chủ động, trong đó ưu tiên kiểm soát nguy cơ tại nguồn phát sinh. Quan điểm này phù hợp với thứ bậc kiểm soát nguy cơ của NIOSH, bao gồm các biện pháp như loại bỏ, thay thế, kiểm soát kỹ thuật và kiểm soát hành chính trước khi sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân. Việc áp dụng đúng thứ bậc kiểm soát sẽ giúp nâng cao hiệu quả phòng ngừa và giảm sự phụ thuộc vào ý thức chủ quan của người lao động.

Thứ ba, các giải pháp được đề xuất phải phù hợp với đặc điểm riêng của hoạt động khai thác mỏ đất hiếm. Đây là loại hình khai thác có nhiều yếu tố nguy hiểm và độc hại, bao gồm nguy cơ mất ổn định địa kỹ thuật (sạt lở, trượt bờ mỏ), tai nạn do thiết bị cơ giới, rủi ro trong công tác khoan – nổ mìn, cũng như các yếu tố môi trường như bụi, tiếng ồn, rung động và hóa chất trong quá trình tuyển khoáng. Ngoài ra, một số mỏ đất hiếm còn có khả năng phát sinh các yếu tố phơi nhiễm đặc thù liên quan đến thành phần khoáng vật đi kèm, đòi hỏi các biện pháp kiểm soát phù hợp và chuyên sâu hơn.

Thứ tư, việc đề xuất giải pháp cần đảm bảo tính hệ thống và đồng bộ giữa nhiều yếu tố khác nhau. Cụ thể, các giải pháp không chỉ dừng lại ở khía cạnh kỹ thuật mà còn phải bao gồm tổ chức quản lý, đào tạo – huấn luyện an toàn, giám sát môi trường lao động và chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp cho người lao động. Quan điểm này phù hợp với cách tiếp cận của hệ thống quản lý an toàn và sức khỏe nghề nghiệp theo tiêu chuẩn ISO

45001, trong đó nhấn mạnh chu trình cải tiến liên tục và sự tham gia của tất cả các cấp trong tổ chức.

Bên cạnh các quan điểm nêu trên, việc đề xuất giải pháp trong đề tài còn được xây dựng dựa trên các căn cứ khoa học và thực tiễn sau:

- **Căn cứ pháp lý:** Bao gồm Luật An toàn, vệ sinh lao động năm 2015; Luật Địa chất và khoáng sản năm 2024; các nghị định, thông tư hướng dẫn thi hành và các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan đến an toàn trong khai thác khoáng sản. Đây là cơ sở quan trọng nhằm đảm bảo các giải pháp đề xuất phù hợp với quy định của pháp luật và có khả năng áp dụng trong thực tế.
- **Căn cứ thực tiễn:** Dựa trên việc phân tích các yếu tố nguy hiểm, có hại trong hoạt động khai thác mỏ đất hiếm, bao gồm nguy cơ địa kỹ thuật, tai nạn lao động do thiết bị, nổ mìn, cũng như các yếu tố môi trường như bụi, tiếng ồn, rung động và hóa chất độc hại. Những rủi ro này có ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe và an toàn của người lao động, do đó cần được xem xét đầy đủ trong quá trình đề xuất giải pháp.
- **Căn cứ phương pháp luận:** Đề tài tham khảo và vận dụng các mô hình quản lý an toàn tiên tiến trên thế giới, bao gồm thứ bậc kiểm soát nguy cơ của NIOSH, hệ thống quản lý ATVSLĐ theo ISO 45001, hướng dẫn về quản lý an toàn của ILO và phương pháp kiểm soát rủi ro trọng yếu (critical controls) trong ngành khai khoáng của ICMM. Việc áp dụng các phương pháp này giúp nâng cao tính khoa học, hệ thống và khả năng hội nhập quốc tế của các giải pháp đề xuất.

Từ các quan điểm và căn cứ trên, đề tài hướng tới việc xây dựng hệ thống giải pháp đảm bảo ATVSLĐ có tính khả thi, phù hợp với điều kiện thực tế tại các mỏ đất hiếm ở Việt Nam, đồng thời đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững của ngành khai khoáng.

### **3.2. Cơ sở định lượng cho việc đề xuất giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ đất hiếm**

#### **3.2.1. Đánh giá mức rủi ro đối với một số mối nguy chủ yếu**

Để xác định thứ tự ưu tiên trong kiểm soát nguy cơ, đề tài sử dụng công thức đánh giá mức rủi ro:

$$R = L \times C \quad (3.1)$$

Trong đó:  $R$ : mức rủi ro;  $L$ : khả năng xảy ra;  $C$ : mức độ hậu quả.

Kết quả tính toán minh họa được trình bày tại Bảng 3.1.

*Bảng 3.1. Tính toán mức rủi ro đối với một số mối nguy chủ yếu trong khai thác mỏ đất hiếm*

STT	Mối nguy chủ yếu	Khả năng xảy ra (L)	Mức độ hậu quả (C)	Mức rủi ro (R = L × C)	Mức đánh giá
1	Sạt lở cục bộ bờ tầng khai thác	3	5	15	Cao
2	Va chạm giữa ô tô tải và máy xúc	4	4	16	Cao
3	Bụi hô hấp tại khu vực nghiền, sàng	4	3	12	Trung bình cao
4	Phơi nhiễm tiếng ồn tại khu vực máy nghiền	5	3	15	Cao
5	Tiếp xúc với bã thải có yếu tố NORM đi kèm	2	4	8	Trung bình

Qua Bảng 3.1 có thể thấy các mối nguy liên quan đến giao thông mỏ, sạt lở bờ tầng và phơi nhiễm tiếng ồn đều có mức rủi ro cao. Điều này cho thấy trong hệ thống giải pháp cần ưu tiên trước hết cho các nguy cơ có hậu quả lớn và khả năng xảy ra tương đối cao. Bên cạnh đó, bụi hô hấp và yếu tố NORM tuy có mức rủi ro thấp hơn nhưng vẫn cần được kiểm soát chặt vì có thể ảnh hưởng lâu dài đến sức khỏe người lao động. Kết quả này là cơ sở để định hướng các nhóm giải pháp kỹ thuật, vệ sinh lao động và giám sát nghề nghiệp ở các mục tiếp theo.

### **3.2.2. Đánh giá mức phơi nhiễm tiếng ồn tại một số vị trí làm việc chủ yếu**

Tiếng ồn là yếu tố có hại điển hình trong khai thác mỏ đất hiếm, đặc biệt tại các vị trí sử dụng thiết bị công suất lớn như máy khoan, máy nghiền, sàng rung và xe tải mỏ. Để đánh giá mức phơi nhiễm tiếng ồn trung bình theo thời gian làm việc, đề tài sử dụng công thức:

$$TWA = 16.61 \log_{10}(D/100) + 90 \quad (3.2)$$

Trong đó: *TWA*- mức ồn trung bình theo thời gian làm việc; *D*- liều tiếng ồn tích lũy trong ca làm việc (%).

Kết quả tính toán minh họa được trình bày tại Bảng 3.2.

*Bảng 3.2. Tính toán mức phơi nhiễm tiếng ồn tại một số vị trí làm việc chủ yếu*

STT	Vị trí làm việc	Thiết bị chính	Liều tiếng ồn D (%)	Công thức tính	TWA (dBA)
1	Khu vực khoan	Máy khoan xoay cầu	180	$16.61 \log_{10}(180/100) + 90$	94.2
2	Khu vực nghiền	Máy nghiền hàm	250	$16.61 \log_{10}(250/100) + 90$	96.6
3	Lái xe tải mỏ	Xe tải 40–60 tấn	110	$16.61 \log_{10}(110/100) + 90$	90.7
4	Khu vực sàng	Sàng rung	140	$16.61 \log_{10}(140/100) + 90$	92.4

Kết quả ở Bảng 3.2 cho thấy tiếng ồn tại các vị trí khảo sát đều ở mức cao, trong đó khu vực nghiền và khu vực khoan là hai vị trí có mức phơi nhiễm lớn nhất. Điều này chứng tỏ rằng các giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động không thể chỉ tập trung vào phòng ngừa tai nạn, mà phải chú trọng đồng thời đến kiểm soát môi trường lao động, đặc biệt là tiếng ồn nghề nghiệp. Từ kết quả trên, có thể xác định rằng giải pháp ưu tiên cần tập trung vào giảm ồn tại nguồn, cải thiện tình trạng kỹ thuật của thiết bị, tổ chức ca làm việc hợp lý và tăng cường bảo vệ thính giác cho người lao động.

### **3.2.3. Đánh giá nồng độ bụi/silica hô hấp trung bình trong ca lao động 8 giờ**

Trong khai thác mỏ đất hiếm, bụi phát sinh nhiều tại các công đoạn khoan, nổ mìn, xúc bốc, vận tải, nghiền và sàng. Để đánh giá mức phơi nhiễm bụi hoặc silica hô hấp trong ca lao động, đề tài sử dụng công thức:

$$TWA_{8h} = \frac{\sum C_i t_i}{8} \quad (3.3)$$

Trong đó:  $TWA_{8h}$  - nồng độ trung bình theo thời gian trong ca 8 giờ;  $C_i$  - nồng độ bụi hoặc silica tại khoảng thời gian thứ  $i$ ;  $t_i$  - thời gian tiếp xúc tương ứng.

Kết quả tính toán minh họa được trình bày tại Bảng 3.3.

*Bảng 3.3. Tính toán nồng độ bụi/silica hô hấp trung bình trong ca lao động 8 giờ*

Khoảng thời gian	Công đoạn làm việc	Nồng độ $C_i(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	Thời gian $t_i(\text{giờ})$	Tích số $C_i \times t_i$
1	Khoan lỗ mìn	80	2.0	160.0
2	Xúc bốc	35	2.5	87.5
3	Vận tải	20	2.0	40.0
4	Nghiên, sàng	60	1.5	90.0
	Tổng		8.0	377.5

$$TWA_{8h} = \frac{377.5}{8} = 47.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Kết quả tại Bảng 3.3 cho thấy nồng độ bụi/silica hô hấp trung bình trong ca 8 giờ ở mức 47,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , phản ánh nguy cơ phơi nhiễm bụi nghề nghiệp đáng kể đối với người lao động. Đáng chú ý, các công đoạn khoan lỗ mìn và nghiên, sàng là các vị trí có mức đóng góp lớn nhất vào tổng phơi nhiễm bụi trong ca làm việc. Từ đó có thể thấy rằng giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động trong mỏ đất hiếm cần đặc biệt ưu tiên cho kiểm soát bụi tại nguồn phát sinh, hạn chế phát tán bụi trên đường lan truyền và giảm thời gian tiếp xúc của người lao động ở các vị trí có nồng độ bụi cao.

#### **3.2.4. Đánh giá liều tập thể đối với nhóm lao động có nguy cơ phơi nhiễm yếu tố phóng xạ tự nhiên đi kèm**

Đối với mỏ đất hiếm, trong trường hợp quặng hoặc bã thải có chứa thorium, uranium hoặc vật liệu phóng xạ tự nhiên tăng cường, việc đề xuất giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động cần tính thêm khả năng phơi nhiễm bức xạ nghề nghiệp. Để minh họa cho cách tiếp cận này, đề tài sử dụng công thức:

$$S = \bar{E} \times N \quad (3.4)$$

Trong đó:  $S$  – liều tập thể;  $\bar{E}$ - liều hiệu dụng trung bình của một người lao động;  $N$ - số người lao động trong nhóm phơi nhiễm.

Kết quả tính toán minh họa được trình bày tại Bảng 3.4.

*Bảng 3.4. Tính toán liều tập thể của một số nhóm lao động trong mỏ đất hiếm*

STT	Nhóm lao động	Số lao động $N$	Liều trung bình $\bar{E}$ (mSv/người/năm)	Liều tập thể $S = \bar{E} \times N$ (người·mSv/năm)
1	Công nhân khai trường	20	0.8	16.0
2	Công nhân khu nghiên cứu	15	1.2	18.0
3	Công nhân quản lý bã thải	8	1.5	12.0
4	Nhân viên phòng thí nghiệm, quản lý mẫu	5	0.4	2.0
	Tổng	48		48.0

Kết quả tại Bảng 3.4 cho thấy nhóm công nhân khu nghiên cứu – tuyển có liều tập thể lớn nhất, trong khi nhóm công nhân quản lý bã thải có mức liều trung bình trên mỗi người cao hơn. Điều này cho thấy nếu mỏ đất hiếm có yếu tố NORM đi kèm, thì khu nghiên cứu – tuyển và khu bã thải là hai khu vực cần được ưu tiên trong chương trình giám sát và kiểm soát phơi nhiễm. Kết quả này cũng khẳng định rằng giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động trong mỏ đất hiếm cần tính đến cả yếu tố sức khỏe nghề nghiệp đặc thù, chứ không chỉ dừng ở kiểm soát tai nạn cơ học và môi trường lao động thông thường.

### 3.3. Nhóm giải pháp kỹ thuật trong khai thác mỏ đất hiếm

Từ kết quả đánh giá rủi ro đã trình bày, có thể thấy rằng các giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động cần được ưu tiên triển khai ngay từ khâu thiết kế và tổ chức khai thác. Đối với mỏ đất hiếm, việc rà soát và hoàn thiện thiết kế khai trường đóng vai trò đặc biệt quan trọng, bao gồm các yếu tố như chiều cao tầng khai thác, góc dốc bờ mỏ, bề rộng berm, hệ thống đường vận tải, bãi thải, hệ thống thoát nước, cũng như hệ chiếu khoan – nổ mìn và phạm vi vùng nguy hiểm.

Các yêu cầu về an toàn cần được lồng ghép ngay từ giai đoạn thiết kế ban đầu và phải được cập nhật kịp thời khi có sự thay đổi về điều kiện địa chất, thủy văn, thời tiết hoặc tổ chức sản xuất. Cách tiếp cận này phù hợp với nguyên tắc “kiểm soát từ gốc” trong thứ bậc kiểm soát nguy cơ của NIOSH, theo đó việc loại trừ hoặc giảm thiểu nguy cơ bằng giải pháp thiết kế và kỹ thuật luôn mang lại hiệu quả cao hơn so với các biện pháp hành chính hoặc chỉ sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân.

Đối với nguy cơ mất ổn định bờ mỏ – một trong những rủi ro nghiêm trọng nhất trong khai thác lộ thiên – cần áp dụng đồng bộ nhiều biện pháp kỹ thuật. Cụ thể, cần thực hiện kiểm tra địa kỹ thuật định kỳ; quan trắc các dấu hiệu nứt nẻ, dịch chuyển của mái dốc; theo dõi và kiểm soát hệ thống thoát nước bề mặt và nước ngầm trong mỏ. Đồng thời, cần có phương án xử lý kịp thời như dừng khai thác cục bộ, gia cố mái dốc hoặc điều chỉnh thiết kế khi phát hiện các dấu hiệu mất ổn định.

Tại các khu vực có nguy cơ cao, cần thiết lập vùng cấm, lắp đặt biển báo cảnh báo, quy định rõ bán kính an toàn và xây dựng quy trình kiểm tra hiện trường trước mỗi ca làm việc. Đối với hệ thống đường vận tải trong mỏ, các yếu tố như độ dốc, bán kính cong, chất lượng nền đường, rãnh thoát nước và gờ chắn bánh cần được thiết kế và duy trì đúng tiêu chuẩn kỹ thuật. Đồng thời, cần tổ chức giao thông nội mỏ một cách hợp lý nhằm giảm thiểu nguy cơ va chạm, lật xe hoặc tai nạn do tầm nhìn hạn chế. Theo khuyến nghị của ILO và ICM, ổn định mái dốc và quản lý giao thông mỏ là các “biện pháp kiểm soát trọng yếu” (critical controls) đối với các sự cố có hậu quả nghiêm trọng trong ngành khai khoáng.

Đối với công tác khoan – nổ mìn, cần tăng cường kiểm soát chặt chẽ các thông số kỹ thuật và quy trình thực hiện. Việc lập và tuân thủ hộ chiếu nổ mìn phải đảm bảo đầy đủ các thông số như chiều sâu lỗ khoan, lượng thuốc nổ, khoảng cách giữa các lỗ, thời gian nổ và phạm vi ảnh hưởng. Ngoài ra, cần thực hiện nghiêm các quy định về cảnh giới, sơ tán người và thiết bị ra khỏi khu vực nguy hiểm, cũng như quy trình kiểm tra hiện trường sau nổ và xử lý mìn câm.

Đối với thiết bị cơ giới và khu vực tuyển khoáng, cần ưu tiên áp dụng các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm thiểu tiếp xúc trực tiếp của người lao động với nguồn nguy hiểm. Các biện pháp cụ thể bao gồm: lắp đặt che chắn an toàn cho các bộ phận chuyển động; sử dụng hệ thống liên động an toàn; áp dụng quy trình khóa – treo (lockout/tagout) khi sửa chữa, bảo trì thiết bị; tăng cường tự động hóa hoặc điều khiển từ xa tại các công đoạn có nguy cơ cao.

Bên cạnh đó, cần cải thiện điều kiện môi trường lao động thông qua việc lắp đặt hệ thống thông gió, hút bụi cục bộ tại nguồn phát sinh, đặc biệt tại các khu vực đập nghiền, sàng, tuyển và xử lý bã thải. Theo NIOSH, các biện pháp kiểm soát kỹ thuật có hiệu quả cao trong việc giảm phơi nhiễm vì tác động trực tiếp vào nguồn phát sinh hoặc đường lan truyền của yếu tố nguy hiểm. Điều này đặc biệt quan trọng đối với mỏ đất

hiếm, nơi có nguy cơ phát sinh bụi mịn, hóa chất và các yếu tố độc hại ảnh hưởng lâu dài đến sức khỏe người lao động.

Tổng thể, nhóm giải pháp kỹ thuật đóng vai trò nền tảng trong hệ thống đảm bảo ATVSLĐ, góp phần kiểm soát rủi ro một cách chủ động, bền vững và phù hợp với đặc thù của hoạt động khai thác mỏ đất hiếm.

### **3.4. Nhóm giải pháp về vệ sinh lao động và kiểm soát môi trường làm việc**

Trong khai thác mỏ đất hiếm, công tác vệ sinh lao động và kiểm soát môi trường làm việc giữ vai trò đặc biệt quan trọng do sự hiện diện của nhiều yếu tố có hại như bụi, tiếng ồn, rung động, hóa chất và khả năng phơi nhiễm các yếu tố đặc thù. Vì vậy, các giải pháp trong nhóm này cần được triển khai theo hướng chủ động, dựa trên kiểm soát nguồn phát sinh và giám sát liên tục điều kiện lao động.

Trước hết, kiểm soát bụi cần được xác định là giải pháp ưu tiên hàng đầu. Trong quá trình khai thác và chế biến đất hiếm, bụi phát sinh từ các công đoạn như khoan, nổ mìn, vận chuyển, đập nghiền và sàng tuyển có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ hô hấp của người lao động. Do đó, cần áp dụng đồng bộ các biện pháp kỹ thuật như phun sương tại vị trí khoan, tưới nước đường vận tải, che chắn các điểm rơi vật liệu, giảm chiều cao đổ vật liệu và tăng cường vệ sinh công nghiệp.

Tại khu vực nghiền – sàng, cần lắp đặt hệ thống hút bụi cục bộ nhằm thu gom bụi ngay tại nguồn phát sinh. Đối với bụi hô hấp, đặc biệt là bụi mịn và các thành phần khoáng có khả năng gây bệnh nghề nghiệp lâu dài, cần thực hiện quan trắc định kỳ để đánh giá mức độ và xu hướng phơi nhiễm theo từng vị trí việc làm. Theo khuyến nghị của ILO, các biện pháp kỹ thuật luôn cần được ưu tiên trước khi sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân, nhằm giảm thiểu nguy cơ ngay từ nguồn.

Đối với yếu tố tiếng ồn và rung động, cần tiến hành đánh giá mức độ ảnh hưởng theo từng khu vực sản xuất và từng loại thiết bị. Trên cơ sở đó, áp dụng các biện pháp như lắp đặt vật liệu cách âm, giảm rung, bảo dưỡng và thay thế thiết bị định kỳ để giảm phát sinh tiếng ồn. Đồng thời, cần tổ chức thời gian làm việc hợp lý, hạn chế thời gian tiếp xúc liên tục với môi trường có mức ồn cao.

Người lao động làm việc trong khu vực có nguy cơ cao cần được trang bị phương tiện bảo vệ thính giác phù hợp, kết hợp với việc thiết lập biển cảnh báo và xây dựng hồ sơ theo dõi sức khỏe thính lực. Việc khám sức khỏe định kỳ, đặc biệt là kiểm tra chuyên sâu về thính lực, cần được thực hiện nhằm phát hiện sớm các dấu hiệu suy giảm chức

năng. Cách tiếp cận này phù hợp với yêu cầu của hệ thống quản lý theo ISO 45001, trong đó nhấn mạnh việc nhận diện mối nguy, đánh giá rủi ro, triển khai kiểm soát và theo dõi để cải tiến liên tục.

Đối với các mỏ đất hiếm có khả năng tồn tại vật liệu phóng xạ tự nhiên (NORM) trong quặng hoặc chất thải, cần bổ sung các giải pháp kiểm soát chuyên sâu hơn. Cụ thể, cần xây dựng chương trình đánh giá phơi nhiễm nghề nghiệp đối với bụi chứa NORM; thực hiện lấy mẫu, đo đạc và phân tích thành phần phóng xạ; đồng thời đánh giá khả năng xuất hiện khí radon hoặc thoron trong điều kiện địa chất phù hợp.

Ngoài ra, cần áp dụng các biện pháp kiểm soát như phân vùng khu vực làm việc theo mức độ nguy cơ, hạn chế thời gian tiếp xúc, tăng khoảng cách an toàn và sử dụng các biện pháp che chắn hoặc cô lập khi cần thiết. Việc quản lý bã thải chứa yếu tố nguy hại cũng cần được thực hiện theo quy trình chặt chẽ hơn nhằm giảm thiểu tác động đến môi trường và sức khỏe người lao động. Theo khuyến nghị của IAEA, việc kiểm soát phơi nhiễm trong khai thác và chế biến nguyên liệu có yếu tố phóng xạ phải dựa trên số liệu đo đạc thực tế, không nên suy đoán đơn giản dựa trên loại quặng.

Bên cạnh đó, công tác quan trắc môi trường lao động cần được tăng cường như một công cụ quản lý chủ động và hiệu quả. Các thông số như nồng độ bụi, mức ồn, rung động, vi khí hậu, khí độc và các yếu tố đặc thù khác cần được đo đạc định kỳ và lưu trữ có hệ thống. Quan trọng hơn, các số liệu này phải được phân tích và sử dụng để điều chỉnh các biện pháp kỹ thuật, cải tiến quy trình làm việc và hoàn thiện chế độ bảo hộ lao động.

Tổng thể, nhóm giải pháp về vệ sinh lao động và kiểm soát môi trường làm việc không chỉ góp phần bảo vệ sức khỏe người lao động mà còn nâng cao hiệu quả sản xuất và hướng tới phát triển bền vững trong khai thác mỏ đất hiếm.

### **3.5. Nhóm giải pháp về tổ chức quản lý ATVSLĐ**

Bên cạnh các giải pháp kỹ thuật và kiểm soát môi trường, công tác tổ chức quản lý ATVSLĐ giữ vai trò then chốt trong việc duy trì và nâng cao hiệu quả phòng ngừa rủi ro trong khai thác mỏ đất hiếm. Các giải pháp quản lý cần được xây dựng theo hướng hệ thống, có cấu trúc rõ ràng và dựa trên nguyên tắc quản lý hiện đại.

Trước hết, doanh nghiệp khai thác mỏ đất hiếm cần thiết lập và vận hành hệ thống quản lý ATVSLĐ theo chu trình liên tục gồm: xây dựng chính sách – lập kế hoạch – tổ chức thực hiện – kiểm tra, giám sát – cải tiến. Chu trình này tương thích với hướng dẫn

của ILO-OSH 2001 và tiêu chuẩn ISO 45001. Việc áp dụng cách tiếp cận này giúp chuyển đổi từ phương thức quản lý mang tính phản ứng, xử lý sự cố sang quản lý chủ động dựa trên nhận diện nguy cơ, đánh giá rủi ro và bằng chứng thực tiễn.

Trong môi trường khai thác mỏ, việc phân định rõ trách nhiệm của từng cấp, từng vị trí công việc là yêu cầu bắt buộc. Cụ thể, cần xác định rõ vai trò của người đứng đầu doanh nghiệp, cán bộ kỹ thuật, quản đốc phân xưởng, an toàn viên, tổ trưởng sản xuất và người lao động trong từng công đoạn sản xuất. Trách nhiệm này không chỉ dừng ở việc tuân thủ quy định mà còn phải gắn với việc chủ động phát hiện, báo cáo và xử lý các nguy cơ mất an toàn.

Đối với từng ca sản xuất, cần xây dựng và thực hiện nghiêm túc quy trình giao ca và kiểm tra đầu ca. Nội dung kiểm tra cần bao gồm đánh giá điều kiện làm việc thực tế, nhận diện các nguy cơ phát sinh trong công việc của ca làm việc, cũng như xem xét các yếu tố bất thường như thời tiết xấu (mưa lớn), dấu hiệu sạt lở, nứt bờ mỏ, sự cố thiết bị, hệ thống điện hoặc giao thông nội mỏ.

Đặc biệt, đối với các nguy cơ có khả năng dẫn đến hậu quả nghiêm trọng hoặc tai nạn chết người, cần xác định và quản lý dưới dạng các “biện pháp kiểm soát trọng yếu” (critical controls). Theo khuyến nghị của ICMM, các biện pháp này phải được mô tả rõ ràng, gắn với trách nhiệm cụ thể của từng cá nhân hoặc bộ phận, đồng thời được kiểm tra, xác minh hiệu lực trong thực tế thay vì chỉ tồn tại trên văn bản.

Một nội dung quan trọng khác trong quản lý ATVSLĐ là xây dựng cơ chế báo cáo và học hỏi từ sự cố. Doanh nghiệp cần thiết lập hệ thống báo cáo gần sự cố (near-miss), báo cáo hành vi không an toàn và điều kiện không an toàn một cách thuận tiện, minh bạch. Trong thực tế khai thác mỏ đất hiếm, nhiều sự cố nhỏ hoặc dấu hiệu bất thường nếu được phát hiện và xử lý kịp thời có thể ngăn chặn các tai nạn nghiêm trọng xảy ra sau đó.

### **3.6. Nhóm giải pháp về huấn luyện, tuyên truyền và xây dựng văn hóa an toàn**

Trong hoạt động khai thác mỏ đất hiếm, yếu tố con người đóng vai trò quyết định đến hiệu quả của toàn bộ hệ thống an toàn, vệ sinh lao động. Do đó, công tác huấn luyện, tuyên truyền và xây dựng văn hóa an toàn cần được xem là một trong những nhóm giải pháp trọng tâm, có tính lâu dài và bền vững.

Trước hết, công tác huấn luyện an toàn cần được đổi mới theo hướng gắn với thực tiễn sản xuất, thay vì chỉ dừng lại ở việc phổ biến quy định mang tính lý thuyết.

Nội dung huấn luyện phải dựa trên các tình huống cụ thể tại hiện trường, đặc điểm thiết bị và các nguy cơ đặc thù của từng công việc. Ví dụ, người lao động làm việc trong các lĩnh vực như khoan – nổ mìn, vận tải mỏ, xúc bốc, điện, tuyển khoáng, sử dụng hóa chất hoặc quản lý bãi thải cần được xây dựng chương trình huấn luyện riêng biệt, phù hợp với mức độ rủi ro và yêu cầu kỹ thuật của từng vị trí.

Bên cạnh đó, cần tổ chức kiểm tra, đánh giá kết quả sau huấn luyện nhằm đảm bảo người lao động thực sự nắm vững kiến thức và kỹ năng an toàn. Việc huấn luyện lại cũng cần được thực hiện khi có sự thay đổi về công nghệ, thiết bị, quy trình sản xuất hoặc khi người lao động chuyển đổi vị trí làm việc. Theo khuyến nghị của ILO, đào tạo phải gắn với nguy cơ thực tế và có sự tham gia tích cực của người lao động thì mới có thể chuyển hóa kiến thức thành hành vi an toàn trong thực tiễn.

Một nội dung quan trọng khác là tăng cường công tác diễn tập ứng cứu khẩn cấp. Trong khai thác mỏ đất hiếm, có thể phát sinh nhiều tình huống sự cố nghiêm trọng như sạt lở bờ mỏ, tai nạn nổ mìn, cháy nổ, sự cố hóa chất, tai nạn do thiết bị cơ giới, tràn bùn thải hoặc các dấu hiệu phơi nhiễm bất thường. Vì vậy, cần xây dựng các kịch bản ứng cứu cụ thể và tổ chức diễn tập định kỳ.

Hoạt động diễn tập không chỉ nhằm nâng cao kỹ năng xử lý tình huống của người lao động mà còn giúp kiểm tra khả năng phối hợp giữa các bộ phận như chỉ huy hiện trường, đội ứng cứu, y tế, bảo vệ, bộ phận điện – cơ khí và các lực lượng bên ngoài khi cần thiết. Mức độ sẵn sàng ứng cứu được xem là một chỉ báo quan trọng phản ánh hiệu quả của hệ thống quản lý an toàn trong doanh nghiệp khai thác mỏ.

Song song với công tác huấn luyện, việc xây dựng và duy trì văn hóa an toàn trong doanh nghiệp là yếu tố mang tính nền tảng. Văn hóa an toàn không chỉ thể hiện ở việc tuân thủ quy định mà còn ở nhận thức và hành vi tự giác của người lao động trong việc bảo vệ bản thân và đồng nghiệp. Một môi trường làm việc có văn hóa an toàn là nơi người lao động chủ động nhận diện nguy cơ, sẵn sàng dừng công việc khi phát hiện điều kiện không an toàn, tuân thủ nghiêm các quy trình và coi an toàn là điều kiện tiên quyết của sản xuất.

Để xây dựng văn hóa an toàn, doanh nghiệp cần đẩy mạnh công tác tuyên truyền thông qua nhiều hình thức như bảng tin, áp phích, hộp an toàn đầu ca, chia sẻ bài học kinh nghiệm từ các sự cố và gần sự cố. Đồng thời, cần có cơ chế khuyến khích và ghi

nhận các hành vi an toàn tích cực, qua đó tạo động lực cho người lao động tham gia vào hệ thống quản lý an toàn.

Tổng thể, nhóm giải pháp về huấn luyện, tuyên truyền và xây dựng văn hóa an toàn góp phần nâng cao nhận thức, thay đổi hành vi và tạo nền tảng bền vững cho việc thực hiện hiệu quả các biện pháp kỹ thuật và quản lý trong khai thác mỏ đất hiếm.

### **3.7. Nhóm giải pháp về chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp và chính sách đối với người lao động**

Trong khai thác mỏ đất hiếm, người lao động thường xuyên phải tiếp xúc với nhiều yếu tố nguy hại như bụi, tiếng ồn, rung động, khí thải, hóa chất và các thành phần đặc thù của quặng. Do đó, công tác chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp cần được triển khai theo hướng phòng ngừa sớm, chủ động phát hiện và kiểm soát các nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động trong suốt quá trình làm việc.

Trước hết, doanh nghiệp cần tổ chức khám sức khỏe định kỳ và khám phát hiện bệnh nghề nghiệp theo đúng quy định, đồng thời nâng cao chất lượng khám thông qua việc lựa chọn các danh mục kiểm tra phù hợp với đặc điểm nguy cơ tại mỏ đất hiếm. Trên cơ sở kết quả khám sức khỏe, cần thực hiện phân loại sức khỏe người lao động để bố trí công việc phù hợp, hạn chế việc bố trí người lao động có sức khỏe không đáp ứng yêu cầu vào các vị trí có nguy cơ cao.

Đặc biệt, cần theo dõi riêng các nhóm lao động có nguy cơ cao như công nhân làm việc tại khu vực khoan – nổ mìn, đập nghiền, tuyển khoáng hoặc tiếp xúc với hóa chất. Khi có số liệu quan trắc môi trường lao động hoặc dấu hiệu cho thấy mức phơi nhiễm vượt ngưỡng cho phép, doanh nghiệp phải kịp thời điều chỉnh điều kiện làm việc, giảm thời gian tiếp xúc, cải thiện biện pháp kỹ thuật kiểm soát nguy cơ, thay vì chỉ tăng cường sử dụng phương tiện bảo vệ cá nhân. Cách tiếp cận này phù hợp với thứ bậc kiểm soát nguy cơ của NIOSH và nguyên tắc quản lý an toàn, sức khỏe nghề nghiệp hiện đại.

Đối với các vị trí có nguy cơ phơi nhiễm đặc thù, đặc biệt trong công đoạn tuyển khoáng, sử dụng hóa chất hoặc quản lý bã thải, cần xây dựng hồ sơ sức khỏe nghề nghiệp chi tiết và đầy đủ hơn. Hồ sơ này cần bao gồm lịch sử tiếp xúc nghề nghiệp, kết quả quan trắc môi trường làm việc và các chỉ số sức khỏe liên quan. Trên cơ sở đánh giá rủi ro, doanh nghiệp có thể triển khai các chương trình giám sát y tế chuyên biệt nhằm phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường và can thiệp kịp thời.

Bên cạnh công tác chăm sóc sức khỏe, doanh nghiệp cần thực hiện đầy đủ các chính sách đối với người lao động theo quy định của pháp luật. Điều này bao gồm việc đảm bảo quyền lợi cho người lao động bị tai nạn lao động hoặc mắc bệnh nghề nghiệp; thực hiện chế độ bồi thường, trợ cấp và hỗ trợ điều trị; đồng thời tạo điều kiện cho người lao động được phục hồi chức năng và tái hòa nhập công việc khi đủ điều kiện.

Ngoài ra, cần đảm bảo cung cấp đầy đủ và minh bạch thông tin về các yếu tố nguy hiểm, có hại tại nơi làm việc để người lao động nhận thức rõ rủi ro và chủ động phòng tránh. Đây cũng là một nội dung quan trọng trong hệ thống quản lý theo tiêu chuẩn ISO 45001, trong đó nhấn mạnh quyền được biết và sự tham gia của người lao động.

Tổng thể, nhóm giải pháp về chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp và chính sách đối với người lao động không chỉ góp phần giảm thiểu bệnh nghề nghiệp và tai nạn lao động mà còn bảo vệ sức khỏe lâu dài, duy trì khả năng làm việc và nâng cao chất lượng nguồn nhân lực trong ngành khai thác mỏ đất hiếm. Đây là yếu tố quan trọng hướng tới mục tiêu phát triển bền vững và đảm bảo trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp.

### **3.8. Kết luận chương 3**

Trên cơ sở lý luận đã trình bày ở Chương 1 và kết quả phân tích thực trạng tại Chương 2, Chương 3 của đề tài đã đề xuất hệ thống giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động (ATVSLĐ) trong khai thác mỏ đất hiếm theo hướng đồng bộ, có hệ thống và nhấn mạnh tính phòng ngừa chủ động. Các giải pháp được xây dựng không tách rời mà có sự liên kết chặt chẽ giữa các yếu tố kỹ thuật, tổ chức quản lý và con người, nhằm kiểm soát hiệu quả các nguy cơ phát sinh trong toàn bộ quá trình khai thác và chế biến. Cụ thể, đề tài đã đề xuất nhóm giải pháp kỹ thuật tập trung vào việc hoàn thiện thiết kế mỏ, tổ chức khai thác hợp lý và kiểm soát các nguy cơ ngay từ nguồn phát sinh. Đồng thời, các giải pháp về vệ sinh lao động được nhấn mạnh với việc tăng cường kiểm soát bụi, tiếng ồn, rung động và các yếu tố phơi nhiễm đặc thù, góp phần cải thiện điều kiện làm việc và giảm thiểu tác động lâu dài đến sức khỏe người lao động. Bên cạnh đó, đề tài đề xuất xây dựng hệ thống quản lý an toàn, sức khỏe nghề nghiệp theo hướng tiếp cận dựa trên rủi ro, phù hợp với tiêu chuẩn ISO 45001, kết hợp với việc áp dụng mô hình quản lý “biện pháp kiểm soát trọng yếu” (critical controls) theo khuyến nghị của ICMM đối với các nguy cơ có thể dẫn đến hậu quả nghiêm trọng.

Ngoài ra, đề tài cũng nhấn mạnh vai trò của công tác huấn luyện, tuyên truyền và xây dựng văn hóa an toàn trong việc nâng cao nhận thức và thay đổi hành vi của người lao động. Song song với đó, các giải pháp về chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp được đề xuất nhằm theo dõi, phát hiện sớm và phòng ngừa các bệnh nghề nghiệp, góp phần bảo vệ sức khỏe lâu dài và duy trì năng lực làm việc của người lao động.

Tổng thể, hệ thống giải pháp được đề xuất trong đề tài phù hợp với thứ bậc kiểm soát nguy cơ của NIOSH, khung quản lý của ISO 45001, hướng dẫn ILO-OSH 2001 và các khuyến nghị của ICMM trong ngành khai khoáng.

Việc triển khai đồng bộ các giải pháp này không chỉ góp phần giảm thiểu tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp mà còn nâng cao hiệu quả sản xuất, đảm bảo sự phát triển bền vững của hoạt động khai thác mỏ đất hiếm trong điều kiện thực tế tại Việt Nam.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

Đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên “Nghiên cứu các giải pháp đảm bảo an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ đất hiếm” đã tiếp cận vấn đề một cách toàn diện trên cả hai phương diện lý luận và thực tiễn, từ đó xây dựng được hệ thống giải pháp có cơ sở khoa học và phù hợp với đặc thù của loại hình khai thác khoáng sản này.

Trên cơ sở tổng hợp và phân tích các tài liệu khoa học, quy định pháp luật và hướng dẫn kỹ thuật trong nước và quốc tế, đề tài đã làm rõ cơ sở lý luận về an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ. Đặc biệt, nghiên cứu đã nhấn mạnh những đặc điểm riêng của mỏ đất hiếm, bao gồm chuỗi công nghệ phức tạp, thành phần khoáng vật đa dạng và khả năng phát sinh các yếu tố phơi nhiễm đặc thù. Các khái niệm cơ bản như rủi ro, yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại cùng với các nguyên tắc kiểm soát như phòng ngừa tại nguồn, kiểm soát theo thứ bậc và quản lý an toàn theo hệ thống đã được hệ thống hóa một cách có hệ thống, tạo nền tảng lý luận vững chắc cho việc đề xuất giải pháp.

Thông qua phân tích thực trạng, đề tài chỉ ra rằng hoạt động khai thác mỏ đất hiếm tiềm ẩn đồng thời nhiều nhóm nguy cơ với mức độ rủi ro cao. Các nguy cơ điển hình bao gồm tai nạn do thiết bị cơ giới và giao thông mỏ, mất ổn định bờ tầng, rủi ro trong công tác khoan – nổ mìn, cũng như các yếu tố có hại như bụi, tiếng ồn, rung động và hóa chất. Trong một số trường hợp, còn tồn tại nguy cơ phơi nhiễm vật liệu phóng xạ tự nhiên (NORM) đi kèm trong quặng. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng chỉ ra những hạn chế trong công tác quản lý như hệ thống quản lý ATVSLĐ chưa đồng bộ, công tác huấn luyện chưa gắn với thực tế, việc giám sát hiện trường và kiểm soát môi trường lao động chưa thực sự hiệu quả.

Đề tài đã vận dụng các phương pháp định lượng trong đánh giá an toàn, vệ sinh lao động, bao gồm đánh giá mức độ rủi ro, xác định mức phơi nhiễm tiếng ồn, nồng độ bụi hô hấp (bao gồm silica) và liều phơi nhiễm trong trường hợp có yếu tố NORM. Các kết quả phân tích cho thấy những nhóm nguy cơ cần ưu tiên kiểm soát là tai nạn giao thông mỏ, sạt lở bờ tầng, bụi nghề nghiệp, tiếng ồn và các yếu tố phơi nhiễm đặc thù, qua đó định hướng rõ trọng tâm của các giải pháp đề xuất.

Trên cơ sở đó, đề tài đã xây dựng hệ thống giải pháp bảo đảm an toàn, vệ sinh lao động trong khai thác mỏ đất hiếm theo hướng đồng bộ và phòng ngừa chủ động. Các

giải pháp được phân thành bốn nhóm chính: (i) giải pháp kỹ thuật, tập trung vào thiết kế mỏ an toàn, kiểm soát thiết bị và tổ chức khai thác hợp lý; (ii) giải pháp vệ sinh lao động, nhằm kiểm soát các yếu tố môi trường như bụi, tiếng ồn và điều kiện làm việc; (iii) giải pháp tổ chức quản lý, bao gồm xây dựng hệ thống quản lý an toàn, tăng cường huấn luyện và giám sát hiện trường; và (iv) giải pháp chăm sóc sức khỏe nghề nghiệp, hướng tới phát hiện sớm, kiểm soát phơi nhiễm và bảo vệ sức khỏe lâu dài cho người lao động. Các giải pháp này được xây dựng trên cơ sở tiếp cận hiện đại, phù hợp với thứ bậc kiểm soát nguy cơ của NIOSH, hệ thống quản lý theo ISO 45001, hướng dẫn của ILO và kinh nghiệm thực tiễn của ICMM trong ngành khai khoáng. Đồng thời, các giải pháp cũng đã được điều chỉnh để phù hợp với điều kiện thực tế tại Việt Nam.

## **2. Kiến nghị**

### ***2.1. Đối với cơ quan quản lý nhà nước***

Thứ nhất, cần tiếp tục hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật liên quan đến hoạt động khai thác, tuyển và chế biến đất hiếm. Trong đó, cần đặc biệt chú trọng bổ sung và làm rõ các quy định về quản lý rủi ro môi trường lao động và kiểm soát các yếu tố phơi nhiễm đặc thù như vật liệu phóng xạ tự nhiên (NORM), hóa chất tuyển và bụi mịn.

Thứ hai, tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra chuyên đề đối với các doanh nghiệp khai thác đất hiếm. Nội dung kiểm tra cần tập trung vào các lĩnh vực có nguy cơ cao như thiết kế và ổn định khai trường, quản lý bã thải, kiểm soát môi trường lao động, an toàn nổ mìn và tổ chức sản xuất an toàn.

Thứ ba, cần xây dựng và ban hành các hướng dẫn kỹ thuật chuyên sâu về ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm, trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm và mô hình quản lý tiên tiến của các quốc gia có ngành công nghiệp khai khoáng phát triển, nhằm nâng cao tính thống nhất và khả năng áp dụng trong thực tiễn.

### ***2.2. Đối với doanh nghiệp khai thác mỏ đất hiếm***

Thứ nhất, doanh nghiệp cần xây dựng và vận hành hệ thống quản lý ATVSLĐ theo hướng hiện đại, dựa trên tiếp cận quản trị rủi ro và kiểm soát các nguy cơ trọng yếu (critical controls), đảm bảo tính hệ thống, liên tục và cải tiến.

Thứ hai, tăng cường đầu tư cho các giải pháp kỹ thuật nhằm kiểm soát nguy cơ ngay từ nguồn phát sinh, bao gồm cải tiến thiết kế khai trường, hoàn thiện hệ thống thoát nước, áp dụng công nghệ giảm bụi, giảm tiếng ồn và nâng cao hiệu quả quản lý bã thải.

Thứ ba, nâng cao chất lượng công tác huấn luyện ATVSLĐ theo hướng gắn với điều kiện sản xuất thực tế. Đồng thời, cần tăng cường tổ chức diễn tập ứng cứu tình huống và kiểm tra, đánh giá kỹ năng an toàn của người lao động một cách định kỳ.

Thứ tư, đẩy mạnh công tác quan trắc môi trường lao động và coi đây là công cụ quản lý quan trọng. Kết quả quan trắc cần được phân tích, đánh giá và sử dụng trực tiếp để điều chỉnh biện pháp kỹ thuật, tổ chức lao động và chính sách bảo hộ phù hợp.

### **2.3. Đối với người lao động**

Thứ nhất, người lao động cần nâng cao ý thức tự giác trong việc tuân thủ các quy trình, quy phạm kỹ thuật và các quy định về ATVSLĐ trong quá trình làm việc.

Thứ hai, chủ động tham gia đầy đủ các chương trình huấn luyện, diễn tập an toàn và tích cực phản ánh kịp thời các nguy cơ, hành vi hoặc điều kiện làm việc không an toàn tại hiện trường.

Thứ ba, sử dụng đúng và đầy đủ các phương tiện bảo vệ cá nhân được trang bị, đồng thời thực hiện đúng hướng dẫn kỹ thuật nhằm đảm bảo hiệu quả bảo vệ trong quá trình lao động.

### **2.4. Đối với công tác nghiên cứu và đào tạo**

Thứ nhất, cần tiếp tục đẩy mạnh các nghiên cứu chuyên sâu về các nguy cơ đặc thù trong khai thác mỏ đất hiếm, đặc biệt là phơi nhiễm bụi mịn, hóa chất tuyến và vật liệu phóng xạ tự nhiên.

Thứ hai, tăng cường ứng dụng công nghệ số, mô hình hóa, hệ thống dữ liệu lớn và trí tuệ nhân tạo trong giám sát an toàn mỏ, dự báo rủi ro và hỗ trợ ra quyết định trong quản lý ATVSLĐ.

Thứ ba, chú trọng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực có trình độ chuyên môn sâu về ATVSLĐ trong lĩnh vực khai thác và chế biến đất hiếm, đáp ứng yêu cầu phát triển ngành trong giai đoạn hiện nay và tương lai.

## **3. Định hướng nghiên cứu tiếp theo**

Do phạm vi và điều kiện nghiên cứu còn hạn chế, đề tài mới dừng lại ở mức tổng hợp lý thuyết, phân tích thực trạng và đề xuất giải pháp mang tính định hướng. Trong thời gian tới, cần tiếp tục triển khai các hướng nghiên cứu chuyên sâu hơn như sau:

Thứ nhất, thực hiện các nghiên cứu định lượng chi tiết dựa trên số liệu quan trắc thực tế tại các mỏ đất hiếm cụ thể ở Việt Nam, nhằm nâng cao độ tin cậy và tính thực tiễn của kết quả nghiên cứu.

Thứ hai, xây dựng các mô hình đánh giá rủi ro và hệ thống cảnh báo sớm tai nạn lao động trong khai thác mỏ, ứng dụng các phương pháp phân tích hiện đại và công nghệ số.

Thứ ba, nghiên cứu chuyên sâu về kiểm soát các yếu tố nguy hại đặc thù như bụi, tiếng ồn và phơi nhiễm phóng xạ tự nhiên trong điều kiện sản xuất thực tế, từ đó đề xuất các giải pháp kỹ thuật tối ưu.

Thứ tư, đánh giá hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của các giải pháp ATVSLĐ trong khai thác mỏ đất hiếm, nhằm đảm bảo tính khả thi và khả năng áp dụng rộng rãi trong thực tiễn sản xuất.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Trung Thuận, Nguyễn Xuân Trường, & Trần Thanh Hải. (2013). *Khảo sát tiềm năng đất hiếm tại các khu vực Tây Bắc và Bắc Trung Bộ, Việt Nam*. Tạp chí Địa chất, 4(68), 35-48.
- [2] Lê Đức An et al. (2020). *Hiện trạng phân tích và đánh giá đất hiếm tại Việt Nam*. Tạp chí Địa chất.
- [3] Lê Đức An, Trần Quốc Duy, & Nguyễn Văn Cường. (2020). *Phân tích và đánh giá tiềm năng khoáng sản đất hiếm tại Việt Nam*. Tạp chí Khoáng sản và Địa chất, 1(23), 72-81.
- [4] Nguyễn Văn Bình et al. (2022). *Xây dựng bản đồ tiềm năng đất hiếm Việt Nam tích hợp GIS*. Hội nghị KH Địa chất Toàn quốc.
- [5] Nguyễn Văn Cường, Trần Thanh Hải, & Nguyễn Văn Bình. (1999). *Kết quả thăm dò đất hiếm tại mỏ Nam Nậm Xe và Đông Pao*. Báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất Việt Nam, Hà Nội.
- [6] Quốc hội (2015), *Luật ATVSLĐ số 84/2015/QH13*.
- [7] Chính phủ (2016), *Nghị định số 39/2016/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật ATVSLĐ*.
- [8] Chính phủ (2016), *Nghị định số 44/2016/NĐ-CP quy định chi tiết một số điều của Luật ATVSLĐ về hoạt động kiểm định kỹ thuật an toàn lao động, huấn luyện ATVSLĐ và quan trắc môi trường lao động*.
- [9] Bộ Công Thương (2025), *Thông tư số 43/2025/TT-BCT quy định về kỹ thuật an toàn trong khai thác khoáng sản*.
- [10] Thanh tra Chính phủ / Công TTĐT Chính phủ (2024), *Thanh tra việc quản lý khai thác, chế biến, kinh doanh đất hiếm, vonfram, bô xít tại 3 tỉnh và một số doanh nghiệp*.
- [11] International Labour Organization (2001/2009), *Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems (ILO-OSH 2001)*.
- [12] ISO (2018), *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*.