



Working paper 2026.2.1.7

Vol. 2 No. 1

**GIẢI PHÁP GIẢM PHÁT THẢI BỤI GÂY Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG TRONG
TẬP KẾT VÀ LƯU CHỨA TẠI CÁC KHO THAN CỦA CÁC DOANH
NGHIỆP NGÀNH THAN QUẢNG NINH**

Nguyễn Mai Hoà¹, Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Tiến Dũng

Sinh viên K63 Kinh doanh quốc tế - Cơ sở Quảng Ninh

Trường Đại học Ngoại Thương, Hà Nội, Việt Nam

Nguyễn Bình Minh

Giám đốc cơ sở Quảng Ninh

Trường Đại học Ngoại Thương, Hà Nội, Việt Nam

Trần Sỹ Lâm

Giảng viên Viện Kinh tế và Kinh doanh Quốc tế

Trường Đại học Ngoại Thương, Hà Nội, Việt Nam

Tóm tắt

Ngành than Quảng Ninh giữ vai trò quan trọng trong bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia nhưng cũng phát sinh nhiều vấn đề môi trường, đặc biệt là ô nhiễm bụi trong hoạt động tập kết và lưu chứa than. Bụi than phát sinh chủ yếu từ các công đoạn vận chuyển, bốc xúc, sàng tuyển và lưu chứa ngoài trời, trong đó bụi PM₁₀ và PM_{2.5} gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng không khí, sức khỏe cộng đồng và hệ sinh thái khu vực. Nghiên cứu đã hệ thống hóa cơ sở lý luận về bụi công nghiệp, cơ chế phát sinh và tác động của bụi than; đồng thời phân tích thực

¹ Tác giả liên hệ. Email: k63.2414518018@ftu.edu.vn

trạng phát thải bụi tại các kho than của doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh. Kết quả cho thấy nhiều doanh nghiệp đã triển khai các biện pháp kiểm soát bụi như phun sương cao áp, che phủ bãi than, trồng cây xanh, lắp đặt hệ thống quan trắc tự động và ứng dụng công nghệ quản lý môi trường. Tuy nhiên, hiệu quả kiểm soát bụi vẫn còn hạn chế do ảnh hưởng của điều kiện thời tiết, quy mô kho bãi ngoài trời, sự thiếu đồng bộ về công nghệ và hạn chế trong công tác quản lý vận hành. Trên cơ sở đánh giá thực trạng và tham khảo kinh nghiệm quốc tế, nghiên cứu đề xuất nhóm giải pháp theo hướng đồng bộ giữa công nghệ, quản lý vận hành, quy hoạch môi trường và chính sách hỗ trợ. Các giải pháp trọng tâm bao gồm phát triển kho than kín, ứng dụng công nghệ phun sương và lọc bụi hiện đại, tăng cường quan trắc môi trường tự động, xây dựng vành đai cây xanh, chuẩn hóa quy trình vận hành và thúc đẩy cơ chế tín dụng xanh. Đồng thời, nghiên cứu cũng đưa ra các kiến nghị đối với doanh nghiệp, cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu và cộng đồng nhằm nâng cao hiệu quả kiểm soát bụi, hướng tới phát triển bền vững ngành than Quảng Ninh trong bối cảnh chuyển đổi xanh và thích ứng với biến đổi khí hậu.

Từ khoá: Bụi than; phát thải bụi; kho than; kiểm soát bụi; Quảng Ninh

SOLUTIONS TO REDUCE DUST EMISSIONS CAUSING ENVIRONMENTAL POLLUTION DURING THE STOCKPILING AND STORAGE PROCESS AT COAL WAREHOUSES OF COAL INDUSTRY ENTERPRISES IN QUANG NINH

Abstract

The coal industry in Quang Ninh plays an important role in ensuring national energy security but also causes many environmental problems, especially dust pollution generated from coal gathering and storage activities. Coal dust mainly arises from transportation, loading, screening, and outdoor storage processes, in which PM_{10} and $PM_{2.5}$ significantly affect air quality, public health, and the surrounding ecosystem. This study systematizes the theoretical basis of industrial dust, the mechanisms of coal dust generation, and its environmental impacts, while analyzing the current situation of dust emissions at coal storage facilities of coal enterprises in Quang Ninh. The results show that many enterprises have applied dust control measures such as high-pressure mist spraying systems, coal pile covering, green belts, automatic monitoring systems, and environmental management technologies. However, the effectiveness of dust control remains limited due to weather conditions, the large scale of outdoor storage yards, technological inconsistency, and limitations in operational management. Based on the assessment of current conditions and international experiences, the study proposes

integrated solutions combining technology, operational management, environmental planning, and support policies. Key solutions include developing enclosed coal storage systems, applying advanced mist spraying and dust filtration technologies, enhancing automatic environmental monitoring, establishing green buffer zones, standardizing operational procedures, and promoting green credit mechanisms. In addition, the study provides recommendations for enterprises, authorities, research organizations, and local communities to improve dust control efficiency and promote the sustainable development of Quang Ninh's coal industry in the context of green transition and climate change adaptation.

Keywords: Coal dust; dust emissions; coal storage; dust control; Quang Ninh.

1. MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh nhu cầu năng lượng phục vụ phát triển kinh tế – xã hội ngày càng gia tăng, ngành công nghiệp than vẫn giữ vai trò quan trọng trong cơ cấu năng lượng của Việt Nam. Quảng Ninh hiện là trung tâm khai thác, chế biến và trung chuyển than lớn nhất cả nước với hệ thống mỏ, cảng và kho than phân bố rộng khắp tại Cẩm Phả, Hòn Gai, Uông Bí, Mạo Khê và Vàng Danh. Tuy nhiên, bên cạnh những đóng góp tích cực cho phát triển kinh tế và bảo đảm an ninh năng lượng, hoạt động tập kết và lưu chứa than cũng phát sinh nhiều vấn đề môi trường, trong đó nổi bật là ô nhiễm bụi than tại các kho bãi ngoài trời.

Thực tế cho thấy bụi phát sinh từ hoạt động bốc dỡ, lưu chứa và vận chuyển than tại Quảng Ninh đang trở thành nguồn gây ô nhiễm không khí đáng quan tâm. Dưới tác động của điều kiện thời tiết hanh khô, gió mùa Đông Bắc và mật độ vận tải lớn, bụi than dễ phát tán ra môi trường xung quanh, ảnh hưởng trực tiếp đến khu dân cư, hệ sinh thái và sức khỏe cộng đồng. Các hạt bụi PM₁₀ và PM_{2.5} có khả năng xâm nhập sâu vào hệ hô hấp, làm gia tăng nguy cơ mắc các bệnh hô hấp và bệnh nghề nghiệp. Theo các báo cáo môi trường giai đoạn 2020–2024, nồng độ bụi tại nhiều khu vực gần kho than và tuyến vận tải nội bộ có thời điểm vượt quy chuẩn cho phép, đặc biệt trong mùa khô và thời gian bốc xúc than với cường độ cao.

Bên cạnh tác động môi trường và sức khỏe, bụi than còn gây ảnh hưởng đến cảnh quan đô thị, hoạt động du lịch và hiệu quả kinh tế của doanh nghiệp do thất thoát tài nguyên và gia tăng chi phí xử lý môi trường. Trong khi đó, các quy định pháp luật về bảo vệ môi trường ngày càng chặt chẽ, yêu cầu các doanh nghiệp ngành than phải áp dụng các giải pháp kiểm soát bụi hiệu

quả hơn. Tuy nhiên, nhiều kho than hiện nay vẫn chủ yếu sử dụng các biện pháp truyền thống như tưới nước hoặc phun sương đơn giản, hiệu quả còn hạn chế.

Xuất phát từ thực tiễn trên, việc nghiên cứu đề tài “**Giải pháp giảm phát thải bụi gây ô nhiễm môi trường trong tập kết và lưu chứa tại các kho than của các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh**” có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng. Nghiên cứu góp phần đánh giá hiện trạng phát thải bụi, đề xuất các giải pháp kiểm soát phù hợp với điều kiện thực tế của Quảng Ninh nhằm bảo vệ môi trường, sức khỏe cộng đồng và hướng tới phát triển bền vững ngành than.

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VỀ PHÁT THẢI BỤI TRONG TẬP KẾT VÀ LƯU CHỨA THAN

2.1. Những vấn đề chung về bụi công nghiệp trong ngành than

2.1.1. Khái niệm về bụi công nghiệp và bụi than

Bụi là hỗn hợp các hạt rắn và giọt chất lỏng có kích thước rất nhỏ tồn tại trong không khí. Theo World Health Organization, bụi hay vật chất dạng hạt (PM) có khả năng tồn tại lơ lửng trong khí quyển và phát tán dưới tác động của các yếu tố khí tượng như gió, nhiệt độ và độ ẩm. Dựa theo kích thước khí động học, bụi được chia thành các nhóm chính gồm bụi tổng số (TSP), PM_{10} và $PM_{2.5}$.

Trong công nghiệp, bụi phát sinh từ các hoạt động cơ học như nghiền, sàng, xúc bốc, vận chuyển và lưu trữ vật liệu rời. Theo United States Environmental Protection Agency, các hoạt động xử lý vật liệu rời là nguồn phát thải bụi đáng kể trong môi trường sản xuất công nghiệp.

Trong ngành than, bụi than phát sinh chủ yếu trong các công đoạn khai thác, vận chuyển, tập kết và lưu chứa than. Thành phần bụi than chủ yếu là cacbon mịn cùng các khoáng chất như silic dioxit (SiO_2), oxit sắt và các tạp chất khoáng khác. Do có kích thước nhỏ và khối lượng riêng thấp, bụi than dễ phát tán trong điều kiện khô nóng và có gió mạnh. Bụi than gây ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường và sức khỏe con người. Theo WHO, các hạt bụi mịn có khả năng xâm nhập sâu vào hệ hô hấp, làm gia tăng nguy cơ mắc các bệnh về hô hấp và tim mạch. Người lao động trong ngành than có nguy cơ mắc các bệnh nghề nghiệp như bụi phổi than, viêm phế quản mãn tính và suy giảm chức năng hô hấp.

2.1.2. Phân biệt bụi TSP, PM_{10} , $PM_{2.5}$ và đặc tính bụi than

Về TSP (bụi lơ lửng tổng số): gồm các hạt bụi có kích thước nhỏ hơn khoảng 100 μm . Loại bụi này thường tập trung gần nguồn phát sinh và chủ yếu ảnh hưởng đến mắt, mũi và đường hô hấp trên.

Về PM₁₀: là các hạt bụi có đường kính khí động học $\leq 10 \mu\text{m}$. PM₁₀ có khả năng phát tán xa hơn và xâm nhập vào khí quản, phế quản, gây các bệnh hô hấp như hen suyễn và viêm phế quản.

Về PM_{2.5}: là bụi mịn có đường kính $\leq 2,5 \mu\text{m}$, được xem là nguy hiểm nhất đối với sức khỏe. PM_{2.5} có thể đi sâu vào phế nang và hệ tuần hoàn máu, làm tăng nguy cơ mắc bệnh tim mạch, hô hấp mãn tính và ung thư phổi.

Trong ngành than, bụi PM₁₀ và PM_{2.5} phát sinh nhiều trong quá trình xúc bốc, vận chuyển và lưu chứa than ngoài trời. Thành phần bụi than thường chứa cacbon mịn, silic dioxit, kim loại nặng và các hợp chất vô cơ khác, làm gia tăng mức độ độc hại đối với môi trường và sức khỏe con người.

2.1.3. Cơ chế phát sinh bụi trong tập kết và lưu chứa than

Về cơ chế trực tiếp, bụi phát sinh khi cấu trúc vật liệu than bị phá vỡ thành các hạt mịn dưới tác động của lực cơ học. Các hoạt động như đổ than, xúc bốc và vận chuyển làm tăng va đập và ma sát giữa các hạt, từ đó tạo ra các hạt bụi có kích thước nhỏ và dễ phát tán. Đồng thời, sự di chuyển của phương tiện trong khu vực bãi chứa còn gây xáo trộn lớp bụi đã lắng, dẫn đến hiện tượng tái phát tán bụi.

Về cơ chế phát tán, gió là vai trò chi phối. Khi tốc độ gió đạt đến ngưỡng nhất định, lực khí động học sẽ vượt qua lực liên kết giữa các hạt bụi và bề mặt đồng than, làm cho các hạt bụi bị cuốn lên và lan truyền ra môi trường xung quanh. Mức độ phát tán phụ thuộc vào tốc độ gió, diện tích bề mặt và độ ẩm của vật liệu (U.S. Environmental Protection Agency, 1995). Ngoài ra, các yếu tố khí tượng như nhiệt độ và độ ẩm ảnh hưởng đến khả năng phát sinh bụi. Trong điều kiện khô, lực liên kết giữa các hạt giảm, làm tăng khả năng phát tán; ngược lại, độ ẩm cao làm tăng sự kết dính và giảm phát thải bụi. Quá trình phong hóa trong thời gian lưu trữ dài cũng làm gia tăng lượng bụi mịn thứ cấp. Như vậy, cơ chế phát sinh bụi trong bãi than là sự kết hợp giữa quá trình tạo hạt và quá trình phát tán, chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố.

2.2. Các nguồn phát thải bụi tại các kho than

Thứ nhất, bụi phát sinh từ quá trình vận tải và đổ than vào kho. Trong quá trình vận chuyển, than bị rung lắc và va đập làm các hạt bụi mịn phát tán vào không khí. Khi đổ than từ trên cao xuống bề mặt tiếp nhận, lực va đập làm bụi phát sinh mạnh hơn, đặc biệt trong điều kiện than khô và có gió lớn.

Thứ hai, bụi phát sinh trong quá trình xúc bốc, san gạt và chất đồng than. Các thiết bị cơ giới như máy xúc, xe gạt khi hoạt động sẽ làm xáo trộn bề mặt than, tạo ra các hạt bụi nhỏ dễ phát tán ra môi trường xung quanh.

Thứ ba, bụi phát tán do tác động của gió lên bề mặt than lưu chứa. Đối với các kho than ngoài trời, gió có thể cuốn các hạt bụi mịn trên bề mặt đồng than phát tán ra khu vực xung quanh. Khả năng phát tán phụ thuộc vào tốc độ gió, độ ẩm và kích thước hạt than.

Thứ tư, bụi phát sinh từ hoạt động giao thông nội bộ và phương tiện ra vào kho than. Xe vận chuyển di chuyển trên đường nội bộ làm bụi đất và bụi than trên mặt đường bị cuốn lên không khí, đặc biệt khi mặt đường khô và lưu lượng xe lớn.

Thứ năm, bụi phát sinh từ các công đoạn phụ trợ như nghiền, sàng và bốc xếp than. Quá trình nghiền và sàng làm than bị phá vỡ thành các hạt bụi mịn, trong khi hoạt động bốc xếp làm bụi phát sinh do vật liệu rơi và va đập với bề mặt tiếp nhận.

2.3. Tác động của bụi than đến môi trường và con người

Thứ nhất, bụi than làm suy giảm chất lượng môi trường không khí. Các hạt bụi PM10 và PM2.5 phát sinh từ hoạt động vận chuyển, xúc bốc và lưu chứa than có khả năng tồn tại lâu trong không khí và phát tán trên diện rộng. Khi nồng độ bụi vượt quy chuẩn cho phép sẽ gây ô nhiễm không khí, giảm tầm nhìn và ảnh hưởng đến môi trường khu vực xung quanh. Ngoài ra, bụi than còn có khả năng hấp phụ các chất ô nhiễm khác như SO₂, NO_x và kim loại nặng, làm gia tăng mức độ ô nhiễm môi trường.

Thứ hai, bụi than ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người lao động và cộng đồng dân cư. Các hạt bụi mịn có thể xâm nhập sâu vào hệ hô hấp, gây ra các bệnh như viêm phế quản, hen suyễn và bệnh bụi phổi than. Người lao động làm việc thường xuyên trong môi trường có nồng độ bụi cao có nguy cơ mắc bệnh nghề nghiệp lớn hơn. Đối với cộng đồng dân cư sống gần kho than, đặc biệt là trẻ em và người cao tuổi, bụi than làm gia tăng nguy cơ mắc các bệnh về hô hấp và tim mạch.

Thứ ba, bụi than gây ảnh hưởng đến cảnh quan, sinh hoạt và đời sống địa phương. Bụi phát tán và lắng đọng trên nhà cửa, cây xanh, đường giao thông và công trình công cộng làm mất mỹ quan môi trường và ảnh hưởng đến chất lượng sống của người dân. Ngoài ra, bụi bám trên lá cây còn cản trở quá trình quang hợp, ảnh hưởng đến sự phát triển của thực vật và hệ sinh thái khu vực.

Thứ tư, bụi than gây ra nhiều hệ lụy kinh tế do thất thoát tài nguyên và chi phí xử lý ô nhiễm. Trong quá trình vận chuyển và lưu chứa, một phần than bị phát tán dưới dạng bụi làm giảm hiệu quả kinh tế của doanh nghiệp. Đồng thời, doanh nghiệp phải đầu tư chi phí lớn cho các biện pháp kiểm soát bụi và khắc phục ô nhiễm môi trường. Ô nhiễm bụi còn làm gia tăng chi phí y tế và ảnh hưởng đến hoạt động kinh tế – xã hội của địa phương.

2.4. Kinh nghiệm trong việc kiểm soát và giảm phát thải bụi gây ô nhiễm môi trường

2.4.1. Kinh nghiệm của các quốc gia châu Á có quy mô khai thác lớn: Trung Quốc và Ấn Độ

Trung Quốc là quốc gia có quy mô khai thác, vận chuyển và lưu chứa than lớn nhất thế giới nên cũng phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm bụi than nghiêm trọng, đặc biệt là bụi PM_{10} và $PM_{2.5}$ tại các khu vực khai thác và kho chứa than ngoài trời. Để kiểm soát vấn đề này, Trung Quốc đã triển khai nhiều giải pháp đồng bộ về công nghệ và quản lý môi trường. Thứ nhất, Trung Quốc chú trọng kiểm soát bụi ngay tại nguồn phát sinh bằng hệ thống phun sương dập bụi hiện đại. Các hệ thống phun sương áp lực cao và phun sương siêu âm được lắp đặt tại khu vực đổ than, băng tải, máy nghiền và kho chứa nhằm làm các hạt bụi nhanh chóng lắng xuống. Ngoài ra, nhiều doanh nghiệp còn bổ sung chất hoạt động bề mặt vào nước phun để tăng khả năng bám dính và nâng cao hiệu quả xử lý bụi mịn $PM_{2.5}$. Thứ hai, Trung Quốc đẩy mạnh xây dựng hệ thống vận chuyển và lưu chứa than theo hướng khép kín. Nhiều doanh nghiệp sử dụng băng tải kín, kho than mái vòm và hệ thống phun sương tự động quanh bãi chứa để hạn chế bụi phát tán dưới tác động của gió. Việc kết hợp kho kín với hệ thống dập bụi tự động giúp giảm đáng kể lượng bụi PM_{10} và bụi lơ lửng trong không khí. Thứ ba, Trung Quốc tăng cường quan trắc môi trường và siết chặt quản lý phát thải bụi. Các khu khai thác và kho than lớn đều được lắp đặt hệ thống quan trắc PM_{10} , $PM_{2.5}$ tự động theo thời gian thực kết hợp với cảm biến khí tượng và camera giám sát môi trường. Đồng thời, chính phủ Trung Quốc ban hành nhiều quy định nghiêm ngặt về che phủ vật liệu, kiểm soát bụi và xử phạt doanh nghiệp vi phạm. Nhờ đó, chất lượng môi trường không khí tại nhiều khu vực khai thác than đã được cải thiện đáng kể trong những năm gần đây.

Ấn Độ là một trong những quốc gia khai thác và tiêu thụ than lớn nhất châu Á nên cũng phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm bụi nghiêm trọng tại các khu vực khai thác và lưu chứa than. Theo nghiên cứu của Ghose và Majee (2007), bụi phát sinh từ khai thác lộ thiên, vận tải và lưu chứa than làm nồng độ PM_{10} tại nhiều khu vực mô vượt xa giới hạn cho phép, ảnh hưởng lớn đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Thứ nhất, Ấn Độ tập trung kiểm soát bụi từ hoạt động vận tải than và giao thông nội bộ. Nhiều doanh nghiệp khai thác than áp dụng biện pháp tưới nước định kỳ trên các tuyến đường vận tải để duy trì độ ẩm và hạn chế bụi phát tán. Ngoài ra, các mỏ than còn thực hiện che phủ xe tải chở than, giới hạn tốc độ phương tiện và vệ sinh mặt đường thường xuyên nhằm giảm bụi thứ cấp phát sinh trong quá trình vận chuyển. Thứ hai, Ấn Độ chú trọng xây dựng vành đai cây xanh quanh khu vực khai thác và kho chứa than. Theo Singh, Kumar và Mishra (2018), các hàng cây xanh giúp giảm tốc độ gió, hạn chế bụi lan truyền đến khu dân cư, đồng thời cải thiện cảnh quan môi trường và chất lượng sống của người dân địa phương. Thứ ba, Ấn Độ tăng cường quan trắc môi trường và quản lý chất

lượng không khí tại các khu vực khai thác than. Theo Central Pollution Control Board (2020), nhiều mỏ than lớn đã lắp đặt hệ thống quan trắc PM₁₀ và PM_{2.5} tự động để giám sát liên tục chất lượng không khí. Đồng thời, các doanh nghiệp khai thác than phải thực hiện đánh giá tác động môi trường định kỳ, xây dựng kế hoạch kiểm soát bụi và báo cáo dữ liệu môi trường cho cơ quan quản lý nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ môi trường trong ngành than.

2.4.2. Kinh nghiệm của các quốc gia có công nghệ và cơ chế quản lý môi trường tiên tiến: Liên Bang Nga và Hoa Kỳ

Liên bang Nga là một trong những quốc gia có trữ lượng và sản lượng khai thác than lớn nhất thế giới, tập trung chủ yếu tại vùng Kuzbass, Siberia và Viễn Đông. Tuy nhiên, hoạt động khai thác và lưu chứa than quy mô lớn cũng khiến Nga phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm bụi nghiêm trọng, đặc biệt là bụi PM₁₀ phát sinh từ khai thác lộ thiên, vận tải và bãi chứa than ngoài trời. Theo Burmatova, Loginova và Zolotarev (2020), nhiều khu vực khai thác than tại Nga thường ghi nhận nồng độ bụi vượt tiêu chuẩn môi trường cho phép, ảnh hưởng lớn đến sức khỏe cộng đồng và môi trường không khí. Thứ nhất, Liên bang Nga tập trung kiểm soát bụi tại các mỏ than lộ thiên và tuyến vận tải nội bộ. Các doanh nghiệp khai thác than sử dụng xe tưới nước, hệ thống phun sương áp lực cao và duy trì độ ẩm mặt đường nhằm hạn chế bụi phát sinh từ hoạt động khoan nổ, xúc bốc và vận chuyển than. Ngoài ra, Nga còn áp dụng công nghệ phun hóa chất kết dính bề mặt như polymer và nhũ tương sinh học để tạo lớp màng giữ bụi trên đồng than và tuyến đường vận tải, giúp nâng cao hiệu quả kiểm soát bụi trong điều kiện khí hậu lạnh và khô. Thứ hai, Nga tăng cường che chắn bãi chứa than và phục hồi môi trường sau khai thác. Nhiều doanh nghiệp xây dựng tường chắn gió quanh bãi chứa, kết hợp hệ thống phun nước và giữ ẩm bề mặt nhằm hạn chế bụi phát tán do gió. Đồng thời, các khu vực bãi thải sau khai thác được phủ đất, trồng cây và phục hồi thảm thực vật để giảm bụi thứ cấp, chống xói mòn và cải thiện cảnh quan môi trường. Nga cũng kiểm soát bụi trong vận chuyển than đường sắt bằng biện pháp che phủ toa tàu và phun chất giữ ẩm lên bề mặt than trước khi vận chuyển. Thứ ba, Liên bang Nga đẩy mạnh quan trắc môi trường và quản lý phát thải bụi trong ngành than. Theo Abramov, Petrov và Sokolov (2022), nhiều khu vực khai thác than lớn tại Nga đã lắp đặt hệ thống quan trắc PM₁₀ và PM_{2.5} tự động để giám sát liên tục chất lượng không khí tại khu khai trường, bãi chứa và khu dân cư lân cận. Đồng thời, các doanh nghiệp khai thác than phải thực hiện kế hoạch giảm phát thải bụi, báo cáo dữ liệu môi trường định kỳ và tuân thủ nghiêm các quy định quản lý môi trường của chính quyền địa phương.

Hoa Kỳ là quốc gia có ngành công nghiệp khai thác than phát triển với hệ thống kiểm soát bụi tương đối hiện đại và chặt chẽ. Để giảm ô nhiễm bụi trong khai thác và lưu chứa than, Hoa

Kỳ áp dụng đồng bộ nhiều giải pháp kỹ thuật và quản lý môi trường. Thứ nhất, Hoa Kỳ tập trung kiểm soát bụi ngay tại nguồn phát sinh bằng hệ thống thông gió và phun sương tự động. Tại các mỏ hầm lò, hệ thống thông gió công suất lớn được sử dụng để giảm bụi hô hấp trong khu vực làm việc. Đối với mỏ lộ thiên và khu chế biến than, hệ thống phun sương áp lực cao được lắp đặt tại các vị trí như máy nghiền, băng tải và khu vực đổ than nhằm giảm phát tán bụi PM10 và PM2.5. Thứ hai, Hoa Kỳ tăng cường kiểm soát bụi trong quá trình vận chuyển và lưu chứa than. Các doanh nghiệp áp dụng biện pháp che phủ toa tàu, duy trì độ ẩm đồng than, tưới nước đường nội bộ và sử dụng băng tải kín, tường chắn gió tại kho chứa than nhằm hạn chế bụi phát tán ra môi trường. Thứ ba, Hoa Kỳ xây dựng hệ thống quản lý môi trường nghiêm ngặt. Các doanh nghiệp khai thác than phải quan trắc bụi tự động, kiểm soát nồng độ bụi hô hấp và thực hiện các biện pháp phục hồi môi trường như phủ đất, trồng cây và tái tạo thảm thực vật sau khai thác. Việc kết hợp giữa công nghệ hiện đại và quy định môi trường chặt chẽ đã giúp Hoa Kỳ giảm đáng kể ô nhiễm bụi tại các khu vực khai thác than.

2.4.3. Kinh nghiệm của quốc gia chú trọng phát triển bền vững và trách nhiệm xã hội: Nam Phi

Nam Phi là quốc gia có ngành khai thác than phát triển mạnh tại châu Phi nhưng cũng đối mặt với tình trạng ô nhiễm bụi nghiêm trọng từ hoạt động khai thác, vận chuyển và lưu chứa than. Để giảm phát thải bụi, Nam Phi áp dụng đồng thời các giải pháp kỹ thuật, sinh thái và quản lý cộng đồng theo hướng phát triển bền vững. Thứ nhất, Nam Phi tăng cường kiểm soát bụi tại khu vực khai thác và vận chuyển than. Các doanh nghiệp sử dụng hệ thống phun nước, phun sương tại khai trường, tuyến đường vận tải và điểm chuyển tải than nhằm duy trì độ ẩm và giảm bụi phát tán. Ngoài ra, biện pháp che phủ xe tải, xây dựng tường chắn gió và vệ sinh đường nội bộ cũng được áp dụng để hạn chế bụi PM10 và PM2.5. Thứ hai, Nam Phi chú trọng phục hồi môi trường và xây dựng vành đai cây xanh quanh khu vực khai thác. Các bãi thải và khu vực sau khai thác được phủ đất, trồng cây nhằm giảm bụi thứ cấp và cải thiện hệ sinh thái. Đồng thời, vành đai cây xanh giúp giảm tốc độ gió và hạn chế bụi lan truyền đến khu dân cư. Thứ ba, Nam Phi tăng cường trách nhiệm xã hội và giám sát môi trường. Các doanh nghiệp khai thác than phải quan trắc chất lượng không khí định kỳ tại khu dân cư, trường học và cơ sở y tế gần mỏ; đồng thời triển khai các chương trình hỗ trợ sức khỏe cộng đồng và công khai thông tin môi trường. Việc kết hợp giữa kiểm soát bụi, phục hồi môi trường và trách nhiệm xã hội đã góp phần nâng cao hiệu quả quản lý môi trường tại các khu vực khai thác than ở Nam Phi.

3. THỰC TRẠNG PHÁT THẢI BỤI TRONG TẬP KẾT VÀ LƯU CHỨA TẠI CÁC KHO THAN CỦA CÁC DOANH NGHIỆP NGÀNH THAN QUẢNG NINH

3.1. Tổng quan về các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh và hệ thống kho than

Ngành than Quảng Ninh giữ vai trò trung tâm trong chuỗi cung ứng năng lượng quốc gia, đặc biệt đối với sản xuất điện và các ngành công nghiệp sử dụng than. Với lợi thế về trữ lượng, vị trí địa lý và hệ thống cảng chuyên dụng, Quảng Ninh hiện là khu vực khai thác, lưu trữ và trung chuyển than lớn nhất cả nước. Theo Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV), quý I năm 2025 sản lượng than nguyên khai đạt khoảng 10,5 triệu tấn và tiêu thụ trên 12,7 triệu tấn, trong đó khoảng 80% phục vụ các nhà máy nhiệt điện. Điều này cho thấy vai trò quan trọng của ngành than trong bảo đảm an ninh năng lượng và ổn định hệ thống điện quốc gia.

Hệ thống kho than tại Quảng Ninh tập trung chủ yếu ở Cẩm Phả, Hòn Gai và Uông Bí, gắn với các mỏ khai thác và cảng than lớn như kho G9, cảng Km6, cảng Cửa Ông và trung tâm kho than vùng Hòn Gai. Các kho than hiện đại được tích hợp hệ thống băng tải liên hoàn, thiết bị bốc rót tự động và công nghệ phối trộn than nhằm nâng cao hiệu quả logistics và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của các nhà máy nhiệt điện. Xu hướng chuyển đổi từ vận tải đường bộ sang băng tải khép kín giúp giảm thất thoát vật liệu, giảm chi phí vận hành và hạn chế phát tán bụi. Trong hoạt động lưu chứa, các doanh nghiệp đã từng bước đầu tư kho kín nhằm giảm ảnh hưởng của thời tiết và hạn chế phát sinh bụi thứ cấp. Tuy nhiên, phần lớn than hiện vẫn được lưu trữ tại các bãi chứa ngoài trời do ưu thế về chi phí và khả năng lưu chứa khối lượng lớn. Đây là nguồn phát sinh bụi đáng kể dưới tác động của gió, thời tiết khô hanh và hoạt động cơ giới hóa liên tục.

Bụi phát sinh xuyên suốt quá trình logistics than, từ khâu vận chuyển, chuyển tải, lưu chứa đến bốc xếp và xuất hàng. Các nguồn phát thải chủ yếu gồm bụi do rung lắc trong vận chuyển, bụi do rơi tự do tại điểm rót than, bụi phát tán do gió tại bãi chứa ngoài trời và bụi thứ cấp từ hoạt động cơ giới. Để kiểm soát phát thải, nhiều doanh nghiệp đã triển khai hệ thống phun sương, tưới ẩm bề mặt bãi chứa, che chắn khu vực chuyển tải và ứng dụng công nghệ số trong giám sát môi trường.

Nhìn chung, hệ thống kho than tại Quảng Ninh đang chuyển dịch theo hướng cơ giới hóa, tự động hóa và số hóa nhằm nâng cao hiệu quả vận hành và giảm thiểu tác động môi trường. Tuy nhiên, do đặc thù tồn tại nhiều bãi chứa ngoài trời và cường độ vận hành lớn, vấn đề kiểm soát phát thải bụi vẫn là thách thức đáng kể đối với ngành than trong quá trình phát triển bền vững.

3.2. Thực trạng phát sinh bụi tại các kho than

Trong điều kiện vận hành bình thường, các kho than tại Quảng Ninh vẫn phát sinh lượng bụi lớn do đặc thù lưu chứa ngoài trời và cường độ hoạt động cơ giới cao. Nguồn bụi chủ yếu phát sinh từ xúc bốc than, vận chuyển nội bộ, sàng tuyển và tập kết vật liệu. Trong đó, vận chuyển nội bộ được xác định là nguồn phát thải bụi lớn nhất, với nồng độ bụi có thể đạt tới 2.257 mg/m^3 , cao hơn nhiều lần so với giới hạn cho phép theo QCVN 02:2019/BYT về môi trường lao động. Các công đoạn xúc bốc và sàng tuyển cũng tạo ra lượng bụi đáng kể do tác động cơ học trực tiếp lên vật liệu rời.

Mức độ phát tán bụi tại kho than chịu ảnh hưởng mạnh của điều kiện khí tượng, đặc biệt là gió, độ ẩm không khí và nhiệt độ. Trong mùa khô từ tháng 10 đến tháng 4, điều kiện ít mưa, độ ẩm thấp và tác động của gió mùa Đông Bắc làm gia tăng đáng kể nồng độ bụi PM_{10} và $\text{PM}_{2.5}$ trong không khí. Gió mạnh làm bụi trên bề mặt bãi than và đường vận chuyển bị cuốn lên và lan truyền ra khu dân cư lân cận, với phạm vi ảnh hưởng có thể từ 500 m đến trên 1 km. Tại các khu vực như Mông Dương, Cẩm Sơn và Cẩm Thịnh, tình trạng bụi phát tán mạnh thường xuất hiện vào buổi trưa và đầu giờ chiều khi nhiệt độ cao và độ ẩm thấp.

Ngoài yếu tố gió, nhiệt độ và nắng nóng kéo dài cũng làm gia tăng nguy cơ phát tán bụi. Bề mặt than và đường vận chuyển nhanh chóng khô hóa dưới tác động của bức xạ mặt trời, làm giảm khả năng liên kết giữa các hạt vật liệu. Đồng thời, hiện tượng đối lưu không khí trong điều kiện nhiệt độ cao tạo điều kiện cho bụi lan truyền mạnh hơn trong không gian. Kết quả quan trắc cho thấy nồng độ bụi PM_{10} trong không khí xung quanh có thể dao động từ 25–133 $\mu\text{g/m}^3$ tùy theo điều kiện thời tiết và cường độ hoạt động của kho than.

Các “điểm nóng” phát sinh bụi tập trung chủ yếu tại khu vực bốc xếp và điểm rót than, tuyến vận tải nội bộ và các bãi chứa than ngoài trời. Tại các điểm rót than, hiện tượng rơi tự do của vật liệu tạo ra lượng bụi cục bộ lớn, đặc biệt khi chiều cao rót lớn hoặc gió mạnh. Trong khi đó, các tuyến vận tải nội bộ phát sinh bụi do xe tải trọng lớn cuốn bụi từ mặt đường và vật liệu rơi vãi. Đây được xem là nguồn phát thải khó kiểm soát nhất trong toàn bộ chuỗi logistics than hiện nay.

Đối với các bãi chứa than lộ thiên, bụi phát tán chủ yếu dưới tác động của gió và điều kiện thời tiết khô nóng. Nhiều doanh nghiệp đã triển khai biện pháp phun sương, tưới ẩm, lấp đặt hàng rào chắn bụi và trồng cây xanh nhằm giảm phát tán bụi ra môi trường xung quanh. Tuy nhiên, hiệu quả kiểm soát còn hạn chế trong điều kiện thời tiết cực đoan hoặc tại các bãi chứa có quy mô lớn.

Nhìn chung, phát thải bụi tại các kho than Quảng Ninh vẫn ở mức đáng lo ngại, đặc biệt tại các khu vực vận chuyển và lưu chứa ngoài trời gần khu dân cư. Thực trạng này cho thấy nhu cầu cấp thiết phải nâng cao hiệu quả công nghệ kiểm soát bụi, kết hợp quản lý vận hành và quy hoạch không gian kho than theo hướng giảm thiểu tác động môi trường và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

3.3. Thực trạng các biện pháp kiểm soát bụi đang được áp dụng

Hiện nay, các doanh nghiệp ngành than tại Quảng Ninh đã triển khai nhiều biện pháp kiểm soát bụi nhằm giảm phát tán bụi trong quá trình tập kết, vận chuyển và lưu chứa than. Các giải pháp được áp dụng theo hướng kết hợp kiểm soát tại nguồn, kiểm soát lan truyền và kiểm soát bụi thứ cấp trong vận hành.

Biện pháp phổ biến nhất là phun nước dập bụi và hệ thống phun sương cao áp. Phun nước truyền thống chủ yếu được sử dụng tại tuyến đường vận chuyển và bãi chứa than nhờ ưu điểm chi phí đầu tư thấp, dễ triển khai và hiệu quả tức thời. Tuy nhiên, hiệu quả phụ thuộc lớn vào điều kiện thời tiết; trong mùa khô, nước bốc hơi nhanh khiến việc tưới phải thực hiện liên tục, làm gia tăng chi phí vận hành và tiêu hao tài nguyên nước. Ngoài ra, tưới nước quá mức có thể gây phát sinh bùn than và nước thải chứa cặn.

Để nâng cao hiệu quả kiểm soát bụi, nhiều doanh nghiệp đã đầu tư hệ thống phun sương cao áp tự động tại các khu vực phát sinh bụi lớn như băng tải, máng rót than và khu sàng tuyển. Hệ thống này tạo hạt sương mịn giúp tăng khả năng bám dính bụi, đặc biệt hiệu quả đối với bụi mịn PM_{10} và $PM_{2.5}$. Một số đơn vị như Công ty Than Cao Sơn, Than Đèo Nai – Cọc Sáu và Than Mạo Khê đã tích hợp hệ thống phun sương với cảm biến môi trường và điều khiển tự động nhằm tối ưu hiệu quả vận hành. Tuy nhiên, chi phí đầu tư ban đầu cao và hiệu quả giảm trong điều kiện gió mạnh vẫn là những hạn chế đáng kể.

Bên cạnh đó, các biện pháp che phủ bãi than bằng bạt HDPE hoặc lưới chống bụi cũng được áp dụng tương đối phổ biến nhằm hạn chế bụi phát tán do gió. Bạt phủ giúp cách ly trực tiếp bề mặt than với môi trường bên ngoài, trong khi lưới chống bụi có tác dụng giảm tốc độ gió và giữ lại một phần bụi phát tán. Đây là giải pháp có hiệu quả tốt đối với các bãi lưu chứa dài hạn, tuy nhiên việc che phủ gặp khó khăn tại các khu vực có tần suất xuất – nhập than liên tục hoặc trong điều kiện gió mạnh.

Ngoài kiểm soát tại nguồn, nhiều doanh nghiệp đã xây dựng hệ thống tường chắn bụi và băng cây xanh quanh khu vực kho than nhằm giảm lan truyền bụi ra môi trường xung quanh. Tường chắn bụi hoạt động theo nguyên lý giảm tốc độ gió và hạn chế hiện tượng cuốn bụi từ bề mặt đống than. Trong khi đó, cây xanh đóng vai trò như “hàng rào sinh học”, giúp giữ bụi

trên bề mặt lá và cải thiện vi khí hậu khu vực kho than. Việc kết hợp giải pháp công trình với giải pháp sinh thái đang trở thành xu hướng quản lý môi trường bền vững tại các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh.

Các biện pháp kiểm soát bụi thứ cấp như rửa xe, rửa đường và vệ sinh mặt bằng cũng được triển khai thường xuyên. Hệ thống rửa xe tại cổng kho than giúp hạn chế bụi và bùn than bám trên phương tiện trước khi ra khỏi khu vực sản xuất, qua đó giảm phát tán bụi lên đường dân sinh. Đồng thời, xe tưới nước và xe quét hút bụi công nghiệp được sử dụng để làm sạch tuyến đường nội bộ và hạn chế bụi tái phát sinh do phương tiện vận tải.

Song song với các giải pháp kỹ thuật, công tác giám sát và quản lý phát thải bụi cũng từng bước được hiện đại hóa. Nhiều doanh nghiệp đã lắp đặt hệ thống quan trắc tự động PM₁₀ và PM_{2.5} kết nối dữ liệu trực tuyến nhằm theo dõi liên tục chất lượng không khí trong khu vực kho than. Dữ liệu quan trắc được sử dụng để điều chỉnh tần suất phun nước, kiểm soát tốc độ phương tiện và tăng cường các biện pháp giảm bụi trong điều kiện thời tiết bất lợi.

Nhìn chung, các doanh nghiệp ngành than tại Quảng Ninh đang chuyển dần từ mô hình kiểm soát bụi thủ công sang mô hình quản lý môi trường đa tầng, kết hợp giải pháp kỹ thuật, công trình và công nghệ số. Tuy nhiên, hiệu quả kiểm soát bụi vẫn chịu ảnh hưởng lớn bởi điều kiện khí tượng, quy mô kho than và mức độ đầu tư công nghệ của từng doanh nghiệp. Điều này cho thấy nhu cầu tiếp tục hoàn thiện hệ thống kiểm soát bụi theo hướng đồng bộ, hiện đại và bền vững hơn trong thời gian tới.

3.4. Đánh giá thực trạng giảm phát thải bụi gây ô nhiễm môi trường trong tập kết và lưu chứa tại các kho than của các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh

3.4.1. Thành công

Trong những năm gần đây, công tác giảm phát thải bụi tại các kho than Quảng Ninh đã đạt được nhiều kết quả tích cực. Nhận thức của các doanh nghiệp ngành than về bảo vệ môi trường có sự chuyển biến rõ rệt, từ cách tiếp cận mang tính đối phó sang định hướng quản lý môi trường gắn với phát triển bền vững. Nhiều doanh nghiệp đã tăng cường đầu tư hệ thống phun sương cao áp, băng tải kín, tường chắn bụi và thiết bị quan trắc môi trường tự động nhằm nâng cao hiệu quả kiểm soát bụi.

Việc áp dụng hệ thống phun sương cao áp tại khu vực bốc rót và lưu chứa than mang lại hiệu quả giảm bụi tương đối rõ rệt, đặc biệt trong mùa khô. Theo đánh giá thực tế tại một số đơn vị, lượng bụi phát sinh tại các khu vực cục bộ có thể giảm khoảng 60–70% khi hệ thống vận hành ổn định. Đồng thời, việc sử dụng băng tải kín và che chắn kho than đã góp phần hạn

chế đáng kể hiện tượng bụi phát tán theo hướng gió so với phương thức lưu chứa và vận chuyển lộ thiên trước đây.

Bên cạnh các giải pháp kỹ thuật, công tác phủ xanh khai trường và xây dựng vành đai cây xanh quanh kho than cũng đạt kết quả tích cực. Hệ thống cây xanh giúp giảm tốc độ gió mặt đất, hạn chế lan truyền bụi và cải thiện cảnh quan môi trường tại khu vực khai thác và lưu chứa than. Tại một số khu vực gần khu dân cư, mức độ phản ánh về ô nhiễm bụi đã giảm sau khi triển khai đồng bộ các giải pháp kiểm soát môi trường. Ngoài ra, nhiều doanh nghiệp đã từng bước hiện đại hóa công tác giám sát môi trường thông qua lắp đặt hệ thống quan trắc tự động PM₁₀ và PM_{2.5} kết nối dữ liệu trực tuyến. Việc theo dõi liên tục diễn biến chất lượng không khí giúp doanh nghiệp chủ động điều chỉnh biện pháp giảm bụi và nâng cao hiệu quả quản lý môi trường. Song song với đó, ý thức của người lao động trong việc thực hiện quy trình kiểm soát bụi như che phủ phương tiện, vệ sinh tuyến đường và vận hành thiết bị giảm bụi cũng được cải thiện đáng kể.

Nhìn chung, các biện pháp giảm phát thải bụi tại các kho than Quảng Ninh đã góp phần cải thiện môi trường lao động, giảm tác động đến khu dân cư xung quanh và thúc đẩy quá trình hiện đại hóa quản lý môi trường trong ngành than.

3.4.2. Tồn tại và nguyên nhân

Mặc dù đạt được nhiều kết quả tích cực, công tác kiểm soát bụi tại các kho than Quảng Ninh vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế. Hiệu quả của các hệ thống giảm bụi hiện nay chưa thực sự ổn định trong điều kiện thời tiết bất lợi như gió mạnh, nắng nóng kéo dài và độ ẩm thấp. Trong nhiều trường hợp, hạt sương bị gió cuốn hoặc bay hơi nhanh trước khi tiếp xúc với bụi, làm giảm hiệu quả dập bụi thực tế. Đối với các kho than có diện tích lớn, việc phân bố hệ thống phun sương chưa đồng đều dẫn đến vẫn tồn tại các “điểm nóng” phát sinh bụi.

Sự thiếu đồng bộ về công nghệ giữa các doanh nghiệp cũng là hạn chế đáng kể. Trong khi các đơn vị quy mô lớn đã đầu tư hệ thống băng tải kín, tường chắn bụi và quan trắc tự động, nhiều kho than nhỏ và vừa vẫn chủ yếu sử dụng phương pháp phun nước thủ công truyền thống với hiệu quả kiểm soát còn hạn chế. Chênh lệch về năng lực đầu tư dẫn đến khác biệt lớn về khả năng kiểm soát bụi giữa các doanh nghiệp.

Chi phí đầu tư và vận hành cao cũng ảnh hưởng đến việc triển khai đồng bộ các giải pháp giảm bụi. Các hệ thống phun sương cao áp, hóa chất cố định bụi hoặc công nghệ nén chặt đồng than đòi hỏi nguồn kinh phí lớn, trong khi nhiều doanh nghiệp còn lo ngại ảnh hưởng đến chất lượng than và chi phí sản xuất. Ngoài ra, việc duy trì hình dạng đồng than phù hợp để hạn chế phát tán bụi cũng gặp khó khăn do yêu cầu tối đa hóa diện tích lưu chứa và công suất bốc xúc.

Công tác quản lý vận tải than tại một số khu vực vẫn chưa chặt chẽ. Tình trạng xe chở than che phủ không đảm bảo, rơi vãi vật liệu và phát sinh bụi trên tuyến đường nội bộ vẫn còn xảy ra, tạo ra nguồn bụi thứ cấp khó kiểm soát. Đồng thời, biến đổi khí hậu với hiện tượng nắng nóng kéo dài, gió mạnh và thời tiết cực đoan đang làm gia tăng áp lực đối với các hệ thống kiểm soát bụi hiện có. Bên cạnh đó, hoạt động quản lý môi trường tại một số doanh nghiệp vẫn mang tính cục bộ, chủ yếu xử lý tình huống trước mắt thay vì dự báo dài hạn. Việc ứng dụng mô hình hóa phát tán bụi, xây dựng cơ sở dữ liệu môi trường và kết nối giữa quan trắc – dự báo – điều chỉnh vận hành còn hạn chế, làm giảm tính chủ động trong kiểm soát ô nhiễm.

Từ thực trạng trên có thể thấy, công tác giám phát thải bụi tại các kho than Quảng Ninh cần tiếp tục được hoàn thiện theo hướng đồng bộ hơn về công nghệ, quản lý và quy hoạch không gian lưu chứa. Việc tăng cường đầu tư kho than kín, tự động hóa quan trắc môi trường và áp dụng các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu sẽ là yêu cầu quan trọng trong quá trình phát triển bền vững của ngành than thời gian tới.

4. GIẢI PHÁP GIẢM PHÁT THẢI BỤI TRONG TẬP KẾT VÀ LƯU CHỨA TẠI CÁC KHO THAN CỦA CÁC DOANH NGHIỆP NGÀNH THAN QUẢNG NINH

4.1. Định hướng và mục tiêu kiểm soát bụi trong tập kết và lưu chứa tại các kho than của các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh

Về định hướng, định hướng chiến lược trong việc kiểm soát phát thải bụi tại các kho than trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh hiện nay được đặt trong bối cảnh chuyển dịch mô hình tăng trưởng từ "Nâu" sang "Xanh" theo các nghị quyết chuyên đề của Tỉnh ủy Quảng Ninh (2021). Theo đó, các doanh nghiệp ngành than, trọng tâm là Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) và Tổng công ty Đông Bắc, xác định việc giảm thiểu phát thải bụi không chỉ là nghĩa vụ tuân thủ pháp luật môi trường mà còn là yếu tố sống còn để duy trì sự đồng thuận của cộng đồng trong hoạt động khai thác và kinh doanh than. Định hướng chủ đạo là thiết lập hệ thống kiểm soát bụi đa tầng, kết hợp giữa việc sử dụng hóa chất chuyên dụng để bao phủ bề mặt đồng than và xây dựng hệ thống hàng rào chắn gió, chắn bụi thông minh. Đồng thời, việc kiểm soát bụi phải gắn liền với chuyển đổi số và hiện đại hóa hạ tầng logistics, áp dụng các nền tảng quản trị thông minh để giám sát và phản ứng kịp thời với các điều kiện thời tiết cực đoan gây ô nhiễm không khí cục bộ tại các khu vực trọng điểm như Hạ Long, Cẩm Phả và Uông Bí.

Về mục tiêu cụ thể, các doanh nghiệp hướng tới việc đảm bảo 100% các khu vực kho bãi, điểm tập kết than đạt tiêu chuẩn về nồng độ bụi lơ lửng tổng số (TSP) và bụi mịn (PM₁₀, PM_{2.5}) theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh (Bộ Tài nguyên

và Môi trường, 2023). Mục tiêu chiến lược đến năm 2030, tầm nhìn 2045, là hoàn thiện hạ tầng kỹ thuật với hệ thống lưới chắn bụi cao tầng cho các kho diện tích lớn và lắp đặt thiết bị phun sương dập bụi cao áp tự động tại các điểm rót than, băng tải theo phê duyệt chiến lược phát triển ngành than của Chính phủ (Thủ tướng Chính phủ, 2024). Bên cạnh đó, ngành than đặt mục tiêu thiết lập hệ thống quan trắc môi trường tự động, kết nối trực tiếp dữ liệu về cơ quan quản lý nhà nước để đảm bảo tính minh bạch trong giám sát. Những mục tiêu này không chỉ dừng lại ở việc đáp ứng các chỉ số kỹ thuật mà còn hướng tới việc xây dựng một hệ thống quản trị môi trường hiện đại, giúp giảm thiểu tối đa các tác động tiêu cực của bụi than đến hệ sinh thái đặc thù của vùng di sản và sức khỏe của người dân địa phương.

4.2. Các giải pháp kiểm soát bụi trong tập kết và lưu chứa tại các kho than của các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh

4.2.1. Giải pháp về công nghệ gắn với quản lý vận hành

Thứ nhất, chuyển đổi từ kho than lộ thiên sang kho kín, kho mái vòm hoặc lắp đặt tường chắn gió, lưới chắn bụi nhằm hạn chế bụi phát tán do gió.

Thứ hai, ứng dụng hệ thống phun sương áp lực cao và phun sương siêu mịn (Dry fog) tại các khu vực phát sinh bụi để tăng hiệu quả dập bụi.

Thứ ba, lắp đặt Cyclone ly tâm và hệ thống lọc bụi túi vải tại băng tải, điểm rót than và khu vực chuyển tiếp nhằm thu hồi bụi hiệu quả.

Thứ tư, tích hợp hệ thống quan trắc bụi tự động, cảm biến môi trường và nền tảng dữ liệu thông minh để giám sát và dự báo phát tán bụi theo thời gian thực.

Thứ năm, xây dựng và chuẩn hóa quy trình vận hành (SOP) trong tiếp nhận, bốc dỡ và lưu chứa than nhằm giảm phát sinh bụi tại nguồn.

Thứ sáu, kiểm soát độ ẩm bề mặt đồng than và tuyến đường vận tải theo điều kiện thời tiết để hạn chế bụi khuếch tán.

Thứ bảy, điều chỉnh kế hoạch bốc xúc và vận chuyển theo hướng gió, tốc độ gió để giảm nguy cơ bụi lan sang khu dân cư.

Thứ tám, thực hiện bảo dưỡng định kỳ hệ thống phun sương, trạm rửa xe và lưới chắn bụi nhằm duy trì hiệu quả vận hành.

Thứ chín, nâng cao ý thức và trách nhiệm của người lao động thông qua đào tạo, kiểm tra và áp dụng KPI môi trường trong doanh nghiệp.

4.2.2. Giải pháp về môi trường gắn con người và chính sách xã hội

Thứ nhất, rà soát và quy hoạch lại mạng lưới kho than, đảm bảo khoảng cách an toàn với khu dân cư và các khu vực nhạy cảm về môi trường.

Thứ hai, xây dựng vành đai cây xanh cách ly quanh kho than nhằm giảm phát tán bụi và cải thiện cảnh quan môi trường.

Thứ ba, tối ưu hóa thiết kế mặt bằng kho than theo địa hình và hướng gió để hạn chế bụi phát tán.

Thứ tư, đầu tư đồng bộ hạ tầng kỹ thuật như bê tông hóa bãi chứa, thảm nhựa đường nội bộ và hệ thống thoát nước nhằm giảm bụi thứ cấp.

Thứ năm, triển khai các chính sách ưu đãi tài chính, tín dụng xanh và hỗ trợ đầu tư công nghệ kiểm soát bụi cho doanh nghiệp.

Thứ sáu, tăng cường thanh tra, giám sát môi trường và áp dụng chế tài nghiêm đối với các hành vi vi phạm phát thải bụi.

Thứ bảy, thúc đẩy doanh nghiệp tham gia các cơ chế kinh tế môi trường như tín chỉ carbon và sản xuất sạch hơn.

Thứ tám, tổ chức đào tạo chuyên sâu cho người lao động về vận hành hệ thống kiểm soát bụi và ứng phó sự cố môi trường.

Thứ chín, xây dựng văn hóa doanh nghiệp gắn với trách nhiệm bảo vệ môi trường và khuyến khích sáng kiến giảm phát thải bụi.

Thứ mười, đẩy mạnh truyền thông môi trường, công khai dữ liệu quan trắc và tăng cường sự tham gia giám sát của cộng đồng địa phương.

4.3. Kiến nghị nhằm nâng cao hiệu quả kiểm soát bụi trong tập kết và lưu chứa tại các kho than của các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh

4.3.1. Kiến nghị đối với các chủ thể quản lý và trực tiếp hoạt động trong ngành than

Thứ nhất, các tập đoàn và doanh nghiệp ngành than cần tăng cường đầu tư công nghệ kiểm soát bụi, hệ thống kho kín, phun sương tự động và quan trắc môi trường nhằm giảm phát thải bụi tại nguồn.

Thứ hai, các doanh nghiệp trực tiếp quản lý kho than cần chuẩn hóa quy trình vận hành, kiểm soát chặt chẽ hoạt động vận chuyển, bốc xúc và nâng cao trách nhiệm của người lao động trong công tác bảo vệ môi trường.

Thứ ba, chính quyền địa phương cần tăng cường thanh tra, giám sát môi trường, đồng thời ban hành các chính sách hỗ trợ doanh nghiệp đầu tư công nghệ xanh và phát triển kho than theo hướng bền vững.

4.3.2. Kiến nghị đối với các chủ thể hỗ trợ, nghiên cứu và cộng đồng xã hội

Thứ nhất, các cơ sở nghiên cứu, trường đại học và tổ chức khoa học cần đẩy mạnh nghiên cứu, chuyển giao công nghệ kiểm soát bụi và các giải pháp môi trường phù hợp với điều kiện thực tế của ngành than Quảng Ninh.

Thứ hai, các tổ chức tài chính và đơn vị hỗ trợ cần tạo điều kiện về nguồn vốn, tín dụng xanh và hỗ trợ kỹ thuật cho doanh nghiệp đầu tư hệ thống kiểm soát bụi hiện đại.

Thứ ba, cộng đồng dân cư và các tổ chức xã hội cần tăng cường tham gia giám sát môi trường, phối hợp với doanh nghiệp và chính quyền trong công tác bảo vệ môi trường và giảm phát thải bụi than.

5. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh nhu cầu năng lượng ngày càng gia tăng, ngành than vẫn giữ vai trò quan trọng đối với phát triển kinh tế và bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia. Tuy nhiên, hoạt động tập kết và lưu chứa than tại các kho than ở Quảng Ninh đang phát sinh lượng bụi lớn, gây ảnh hưởng đến môi trường không khí, sức khỏe cộng đồng và cảnh quan đô thị. Đặc biệt, bụi PM_{10} và $PM_{2.5}$ phát sinh từ quá trình vận chuyển, bốc xúc và lưu chứa than ngoài trời có khả năng phát tán rộng dưới tác động của điều kiện khí tượng, trở thành thách thức lớn đối với mục tiêu phát triển bền vững của ngành than. Qua quá trình nghiên cứu, đề tài đã làm rõ cơ sở lý luận về bụi công nghiệp và cơ chế phát sinh bụi trong hoạt động tập kết, lưu chứa than; đồng thời phân tích thực trạng phát thải bụi tại các kho than của các doanh nghiệp ngành than Quảng Ninh. Kết quả cho thấy mặc dù nhiều doanh nghiệp đã triển khai các biện pháp kiểm soát như phun sương cao áp, che chắn bãi than, quan trắc môi trường tự động và xây dựng vành đai cây xanh, song hiệu quả vẫn chưa đồng đều do ảnh hưởng của điều kiện thời tiết, hạn chế về công nghệ và sự thiếu đồng bộ trong quản lý vận hành.

Trên cơ sở đánh giá thực trạng và tham khảo kinh nghiệm quốc tế, đề tài đã đề xuất nhóm giải pháp theo hướng đồng bộ giữa công nghệ, quản lý vận hành, quy hoạch môi trường và chính sách hỗ trợ. Trong đó, các giải pháp trọng tâm gồm chuyển đổi sang kho than kín, ứng dụng công nghệ phun sương hiện đại, tăng cường quan trắc tự động, xây dựng vành đai cây xanh, chuẩn hóa quy trình vận hành và nâng cao nhận thức bảo vệ môi trường cho người lao động. Đồng thời, đề tài cũng đưa ra các kiến nghị đối với doanh nghiệp, cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu và cộng đồng nhằm nâng cao hiệu quả kiểm soát bụi trong thời gian tới. Nhìn chung, giảm phát thải bụi trong tập kết và lưu chứa than không chỉ là yêu cầu cấp thiết về môi trường mà còn là điều kiện quan trọng để ngành than Quảng Ninh phát triển theo hướng hiện đại, xanh và bền vững. Việc kết hợp hiệu quả giữa giải pháp công nghệ, quản trị môi trường và trách nhiệm xã hội sẽ góp phần bảo vệ sức khỏe cộng đồng, cải thiện chất lượng môi trường

không khí và nâng cao năng lực cạnh tranh của ngành than trong bối cảnh phát triển kinh tế xanh hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

*Tài liệu tiếng anh

Abramov, V., Petrov, A., & Sokolov, D. (2022). Environmental safety in coal mining regions of Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 988(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/988/1/012034>

Best-Chem. (n.d.). *Misting systems for dust control*. Retrieved from <https://insights.best-chem.co.uk/blog/misting-systems-for-dust-control>

Burmatova, O. P., Loginova, E. Y., & Zolotarev, K. V. (2020). Environmental problems of coal mining regions in Russia. *E3S Web of Conferences*, 174, 02009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017402009>

Cecala, A. B., O'Brien, A. D., Schall, J., Colinet, J. F., Fox, W. R., Franta, R. J., & Joy, G. J. (2012). Respirable dust control in U.S. mining operations. *Mining Engineering*, 64(10), 44–50.

Central Pollution Control Board. (2020). *Guidelines for air pollution control in mining areas*. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson.

Cooper, C. D., & Alley, F. C. (2011). *Air pollution control: A design approach* (4th ed.). Waveland Press.

Cypher Environmental. (2024). *The cost of water in mining*. Retrieved from <https://cypherenvironmental.com/2024/03/05/the-cost-of-water-in-mining/>

*Tài liệu tiếng việt

Bộ Công Thương. (2025). *Công nghệ giúp ngành công nghiệp than hướng tới sản xuất thông minh*. Truy cập từ <https://congthuong.vn/cong-nghe-giup-nganh-cong-nghiep-than-huong-toi-san-xuat-thong-minh-419601.html>

Bộ Công Thương. (2025). *Quyết định phê duyệt biểu đồ cấp than cho sản xuất điện năm 2025*. Truy cập từ <https://moit.gov.vn/van-ban-phap-luat/quyet-dinh-ve-viec-phe-duyet-bieu-do-cap-than-cho-san-xuat-dien-nam-2025.html>

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2016). *QCVN 19:2009/BTNMT (sửa đổi, bổ sung năm 2015) – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải công nghiệp đối với bụi và các chất vô cơ*. Hà Nội: Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2023). *QCVN 05:2023/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh*. Hà Nội: Bộ Tài nguyên và Môi trường. Truy cập từ https://sonnmt.langson.gov.vn/upload/105376/20250319/01-btnmt-qc05_c7c2a.pdf

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (n.d.). *QCVN 05:2023/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí*.

Bộ Y tế. (2019). *QCVN 02:2019/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về bụi trong môi trường lao động*. Hà Nội: Bộ Y tế.

Chính phủ Việt Nam. (2022). *Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10 tháng 01 năm 2022 quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường*. Hà Nội.

Chính phủ Việt Nam. (2025). *Quảng Ninh đặt mục tiêu tăng trưởng kinh tế năm 2025 là 14%*. Truy cập từ <https://baochinhphu.vn/quang-ninh-dat-muc-tieu-tang-truong-kinh-te-nam-2025-la-14-102250411160024808.htm>

Nguyễn Châu Mỹ Duyên, Nguyễn Hoàng Phong, & Bùi Tá Long. (2021). Ứng dụng mô hình đánh giá ô nhiễm PM10 tại TP. Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*. Truy cập từ <https://vjol.info.vn/index.php/TCKHTV/article/view/61014>

Nguyễn Phước Quý An, Nguyễn Đình Huân, & Võ Diệp Ngọc Khôi. (2023). Nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt động giao thông đến nồng độ bụi trong môi trường không khí. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ – Đại học Đà Nẵng*. Truy cập từ <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/8825>

Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. (2020). *Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14*. Hà Nội: Nhà xuất bản Chính trị Quốc gia Sự thật.

Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV). (2024). *Báo cáo mục tiêu tổng quát, kế hoạch kinh doanh năm 2024*. Truy cập từ <https://vinacomin.vn/vi/news/slug/bao-cao-muc-tieu-tong-quat-ke-hoach-kinh-doanh-nam-2024>

Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV). (2025a). *Quý I năm 2025, TKV sản xuất 10,5 triệu tấn than nguyên khai*. Truy cập từ <https://vinacomin.vn/vi/news/slug/quy-i-nam-2025-tkv-san-xuat-105-trieu-tan-than-nguyen-khai>

Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV). (2025b). *Quý I năm 2025, sản xuất điện và tiêu thụ than*. Truy cập từ <https://vneconomy.vn/quy-1-2025-tkv-san-xuat-2-81-ty-kwh-dien-tieu-thu-12-7-trieu-tan-than.htm>

Tạp chí Công Thương. (2024). *TKV kiểm tra tiến độ thi công mở rộng kho than G9*. Truy cập từ <https://tapchicongthuong.vn/tkv--kiem-tra-tien-do-thi-cong-mo-rong-kho-than-g9-kho-van-va-cang-cam-pha-130036.htm>

Thủ tướng Chính phủ. (2024). *Quyết định số 55/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chiến lược phát triển ngành công nghiệp than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045*. Hà Nội.

Tỉnh Ủy Quảng Ninh. (2021). *Nghị quyết số 05-NQ/TU của Ban Chấp hành Đảng bộ tỉnh về đẩy mạnh cải cách hành chính, cải thiện môi trường đầu tư kinh doanh, nâng cao năng lực cạnh tranh giai đoạn 2021–2025, định hướng đến năm 2030*. Quảng Ninh.

Trương Văn Tuấn, Bùi Đình Hoàn, & Nguyễn Xuân Sang. (2021). Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện khí tượng đến hàm lượng PM10 và PM2.5 trong không khí. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải*. Truy cập từ <https://vjol.info.vn/index.php/vimaru/article/view/56313>

Ủy ban Nhân dân tỉnh Quảng Ninh. (2024). *Đầu tư nâng công suất kho than G9 – Công ty Kho vận và Cảng Cẩm Phả*. Truy cập từ <https://www.quangninh.gov.vn/chuyen-de/tangtruong/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=146727>

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin. (2020). *Nghiên cứu các giải pháp giảm phát thải bụi trong hoạt động khai thác và lưu chứa than tại Quảng Ninh*. Quảng Ninh.