ÁP DỤNG MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN KHAI THÁC TIỀM NĂNG TÁI SỬ DỤNG ĐÁ THẢI TỪ CÁC MỎ THAN VÙNG QUẢNG NINH

● NGUYỄN THỊ TUYẾT MAI - TRẦN QUANG HƯNG - NGUYỄN MINH HẢI

TÓM TẮT:

Khai khoáng là một trong những ngành công nghiệp mũi nhọn chiếm tỉ trọng cao trong toàn bộ cơ cấu kinh tế của tỉnh Quảng Ninh. Tỉnh Quảng Ninh và ngành Than đang nỗ lực tìm kiếm những giải pháp để vừa đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia (với sự đóng góp của ngành Than) vừa thực hiện được chiến lược khai thác chuyển từ nâu sang xanh. Thách thức lớn nhất của chiến lược này đó là các bãi thải chứa hàng trăm triệu mét khối đá sau khai thác đang chiếm dụng diện tích đất lớn, xung đột với môi trường, cảnh quan trong dài hạn. Trong bối cảnh đó, kinh tế tuần hoàn được xem là giải pháp của ngành Than trong việc quản lý và tái tạo tài nguyên theo một vòng khép kín, tránh tạo ra phế thải. Hoạt động này đem lại những lợi ích kinh tế, môi trường, cộng đồng. Bài viết phân tích việc áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn khai thác tiềm năng tái sử dụng đá thải từ các mỏ than vùng Quảng Ninh, đánh giá về mặt kỹ thuật những đặc tính của đất đá thải sau hoạt động khai thác than, từ đó tận dụng những điểm hữu ích nhằm định hướng sử dụng, tái chế cho các hoạt động kinh tế khác.

Từ khóa: kinh tế tuần hoàn, bãi thải, đất đá thải, tái chế, xung đột môi trường, mỏ than Quảng Ninh.

1. Đặt vấn đề

Than đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp năng lượng toàn cầu và đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng của xã hội, trong đó có Việt Nam [3]. Than còn là nguyên liệu để phục vụ cho các ngành công nghiệp khác như sản xuất thép, sợi công nghiệp...

Mục tiêu rộng rãi của mô hình kinh tế tuần hoàn là giảm dòng chảy tuyến tính của vật liệu thông qua việc tái chế và tái sử dụng để trẻ hóa vòng đời của vật liệu. Việc tái chế chất thải mỏ là một hoạt động chiết xuất các thành phần tài nguyên mới có giá trị hoặc sử dụng chất thải làm nguyên liệu thô và / hoặc chuyển toàn bộ dòng chất thải thành một sản phẩm mới có giá trị. Khả năng tái chế đề cập đến khả năng vật liệu phế thải có thể được thu giữ và chuyển đổi thành vật liệu mới và / hoặc tái sử dụng với cùng công suất. Kinh tế tuần hoàn không chỉ là tái sử dụng chất thải, coi chất thải là tài nguyên mà còn là sự kết nối giữa các hoạt động kinh tế đa chiều, có tính toán từ trước, tạo thành các vòng tuần hoàn trong nền kinh tế [8]. Như vậy, trong mô hình kinh tế tuần hoàn đã coi các chất thải là một nguồn tài nguyên có thể tạo ra những giá trị thặng dư, góp

phần phát triển xã hội bền vững, thân thiện với môi trường hơn.

Quảng Ninh là vùng có ngành công nghiệp sản xuất than lớn nhất Việt Nam với sản lượng năm 2022 ước tính khoảng 38 triệu tấn, hầu hết các công ty than đều có khu vực khai thác lộ thiên. Bãi thải đất đá hàng tỉ m^3 từ hoạt động khai thác than trải dọc đường quốc lộ 18A với chiều dài khoảng 100km (chiếm khoảng 45% tổng chiều dài của tỉnh). Vấn đề bãi thải ảnh hưởng tới môi trường, cảnh quan lâu dài và đang xung đột với chiến lược chuyển dịch kinh tế từ "nâu" sang xanh, đặc biệt là tác động tiêu cực đến mục tiêu biến tỉnh Quảng Ninh trở thành trung tâm du lịch, dịch vụ của miền Bắc Việt Nam.

Khai thác khoáng sản tạo ra một lượng lớn chất thải và các chất thải có tác động lớn đến xung quanh, chúng có nhiều khả năng được coi là mối nguy hiểm lâu dài và gây ra sự suy giảm môi trường nhiều lần. Xử lý chất thải mỏ là một thách thức, là nguy cơ ô nhiễm cho nước ngầm của các tầng chứa nước lộ thiên và nước mặt tại các vị trí đổ thải [11]. Xử lý chất thải mỏ có thể gây ra các thảm họa tiềm tàng từ nguy cơ trượt lở đất do nền bãi thải yếu, đất đá bở rời thiếu sự liên kết và thế năng vốn có của chiều cao các tầng đổ thải. [12]. Đây chính là món nợ phải trả trong tương lai khi phải xử lý các hậu quả, di chứng về mặt môi trường, đất đai [1]. Hiện nay tại Quảng Ninh đã có nhiều giải pháp được đưa ra như việc tái di chuyển đất đá thải trở lại các moong lộ thiên đã dừng hoạt động để chôn lấp. Giải pháp này rất tốn kém về mặt chi phí và không có hiệu quả cao. Ngoài ra, đã có một số thử nghiệm đưa đá thải, tro bay làm vật liệu chèn lấp khoảng trống khai thác hầm lò. Giải pháp này hiệu quả về phương diện bảo vệ bề mặt [7]. Các giải pháp chôn lấp trên tuy giải quyết được một phần nhỏ hạn chế sự phát tán dòng thải, song với chi phí lớn làm gia tăng giá thành sản xuất chính là rào cản lớn nhất đối với các công ty khai thác than, là giải pháp miễn cưỡng thiếu chủ động. Chính vì vậy, các tác giả cho rằng để giải quyết được vấn đề chất thải, cần tạo ra những giá trị kinh tế khác như đã phân tích ở trên.

2. Đánh giá tổng quan về thành phần đất đá thải khu vực Quảng Ninh

Quảng Ninh có vùng khai thác, chế biến tiêu thụ than với phạm vi rộng, trải dài từ Thị xã Đông Triều, TP. Uông Bí, huyện Hoành Bồ, TP. Hạ Long cho tới TP. Cẩm Phả với chiều dài trăm cây số, với các mỏ khai thác hầm lò, lộ thiên. Nguy cơ từ các bãi thải mỏ với hàng trăm triệu m^3 đất đá tạo thành các quả đồi với độ cao từ 200m - 300m, tiềm ẩn nhiều rủi ro vào mùa mưa lũ đối với các khu dân cư sinh sống gần đó, hàng ngày phát tán bụi, tiếng ồn ra môi trường. Lượng đá thải này càng tăng do hoạt động khai thác lộ thiên, chế biến than gây ra làm cho sự biến đổi địa hình, cảnh quan diễn ra mãnh liệt hơn. Bên cạnh đó, nhiều moong khai thác lộ thiên tạo nên địa hình âm có độ sâu từ 50 - 150m dưới mực nước tại các mỏ Cọc Sáu, Hà Tu, Núi Béo... Việc khai thác lộ thiên đã bóc đi lớp đất màu, dễ bị xói mòn, chủ yếu là đất xen lẫn đá, xít than, khiến cho việc trồng rừng cải tạo môi trường gặp không ít khó khăn [6]. Đất đá thải có nhiều cỡ hạt khác nhau, thay đổi từ dạng hạt bụi đến cát, dăm sạn rồi đến các loại đá cục và đá tảng.

Kết quả phân thành phần khoáng hóa chủ yếu SiO_2 = 77.12%; Fe_2O_3 = 4.47%; KMn = 4.42; Al_2O_3 = 9.4%; TiO_2 = 0.26%; K_2O = 1.67%; Na_2O = 0.16%; CaO = 0.84%; MgO = 0.80%; SO_3 = 0.02%; mùn gỗ đá khác = 1,27%. Sự phân bố đất đá trong bãi thải không đồng đều. Tuy nhiên, do động năng của các hạt đất đá thải khi rơi xuống từ xe vận chuyển và từ khâu san gạt nên từ mặt bãi thải xuống tập trung chủ yếu các loại đá có kích cỡ nhỏ (bụi lắng, cát, dăm sỏi), tỷ lệ các hạt đá có kích thước nhỏ hơn 15mm chiếm 40 - 50%. Dọc theo sườn dốc trở xuống, tỷ lệ các hạt đá có kích thước nhỏ giảm dần, đến khoảng giữa sườn dốc của bãi thải tỷ lệ các hạt đá có kích thước hạt lớn hơn 500mm chiếm trên 60%. Những tảng đá có đường kính lớn tập trung ở phía dưới sườn dốc. Khi xuống dưới chân bãi thải, các tảng đá to thường lăn cách chân bãi một khoảng cách nhất định. Khu vực sát chân bãi thường là các loại đá có kích thước lớn hơn 800mm. Những cỡ hạt rất lớn thường lăn xuống dưới chân bãi thải và tách xa chân bãi thải nên tạo cho bề mặt sườn bãi thải dạng lõm với độ dốc trung bình khoảng 30 ÷ 400. Chỉ tiêu cơ lý đá như Bảng 1.

3. Một số mô hình kinh tế phổ biến trong nền kinh tế quốc dân

Hiện tại phổ biến trên thế giới có 3 mô hình kinh tế cơ bản, đó là: mô hình kinh tế tuyến tính, mô hình kinh tế tái sử dụng, mô hình kinh tế tuần hoàn.

Bảng 1. Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý đá

Tên đá	C.độ K.nén (KG/cm^2)	C.độ K.kéo (KG/cm^2)	Dung trọng (G/cm^3)	Tỷ trọng (G/cm^3)	Góc nội ma sát (φ^0)	Lực dính kết (Ck)
Sạn kết	2825 - 84 / 1193(147)	278 - 49 / 153(32)	2.95 - 1.34 / 2.58(125)	2.84 - 1.45 / 2.65(126)	34^0 - 25^0 / 29^0(2)	0.44 - 0.09 / 0.25(7)
Cát kết	2629 - 113 / 1033(344)	434 - 38.88 / 138(112)	2.95 - 1.34 / 2.58(125)	2.84 -1.45 / 2.65(126)	37^0 - 20^0 / 27^0	7.13 - 0.70 / 2.39(69)
Bột kết	2301 - 30 / 554(345)	375 - 29 / 84(97)	3.46 - 1.34 / 2.57(267)	6.66 - 1.40 / 2.68(267)	$38^0$15' - 16^0 / 24^0	0.9 - 0.15 / 1.12(56)
Sét kết	520 - 148 / 322(12)	63 - 63 / 63(1)	2.67 - 2.47 / 2.59(11)	2.77 - 257 / 2.68(11)	$36^0$30'- 14^0 / 28^0	

Nguồn: Tác giả

Các mô hình này đang tồn tại trong nhiều ngành kinh tế của Việt Nam, trong đó có lĩnh vực khai khoáng và năng lượng.

3.1. Mô hình kinh tế tuyến tính

Mô hình kinh tế tuyến tính (Linear Economy), coi khai thác tài nguyên làm đầu vào cho hệ thống kinh tế, để sản xuất → phân phối → tiêu dùng → cuối cùng là thải loại. Một cách ngắn gọn, có thể nói đây chính là quá trình biến tài nguyên thành chất thải, do đó tất yếu sẽ dẫn tới cạn kiệt tài nguyên và ô nhiễm môi trường. Kinh tế tuyến tính, dựa vào thác tài nguyên để tạo ra các sản phẩm đáp ứng nhu cầu tiêu dùng, là cách thức đem đến sự tăng trưởng của kinh tế toàn cầu. Kinh tế tuyến tính đã và đang gây ra những áp lực về suy giảm tài nguyên và gia tăng lượng thải. Vì lấy tài nguyên là trung tâm, khi các nền kinh tế ngày càng mở rộng và tài nguyên dần cạn kiệt thì cách thức phát triển ấy không thể duy trì. Hơn nữa, môi trường suy thoái do chất thải gia tăng thì bản thân chất lượng cuộc sống của con người cũng bị ảnh hưởng tiêu cực, các thành tựu của phát triển kinh tế vì thế cũng bị làm mờ bởi những tác động lâu dài về môi trường môi sinh, sức khỏe con người trong dài hạn.

3.2. Mô hình kinh tế tái sử dụng

Mô hình kinh tế tái sử dụng trong hoạt động khai thác than có thể được hiểu là tận dụng và tái sử dụng các sản phẩm phụ và chất thải của quá trình khai thác than. Ví dụ đá thải có thể tái sử dụng làm vật liệu san lấp, tận dụng nguồn nhiệt còn tồn dư trong các sản phẩm bã xít, bã sàng... phối trộn cùng với đất để làm gốm, gạch đất nung... Mô hình kinh tế này góp phần giảm áp lực tiêu thụ tài nguyên, tận dụng được một số tài nguyên có ích còn tồn đọng trong các sản phẩm thải. Mô hình này có ưu điểm là giảm bớt áp lực bảo vệ môi trường nhưng chưa khẳng định được ranh giới rõ ràng giữa tái sử dụng và khả năng phát thải ở các sản phẩm thứ sinh. Tính lặp lại của chu kỳ, vòng đời sản phẩm chưa được phân tách rõ ràng.

3.3. Mô hình kinh tế tuần hoàn

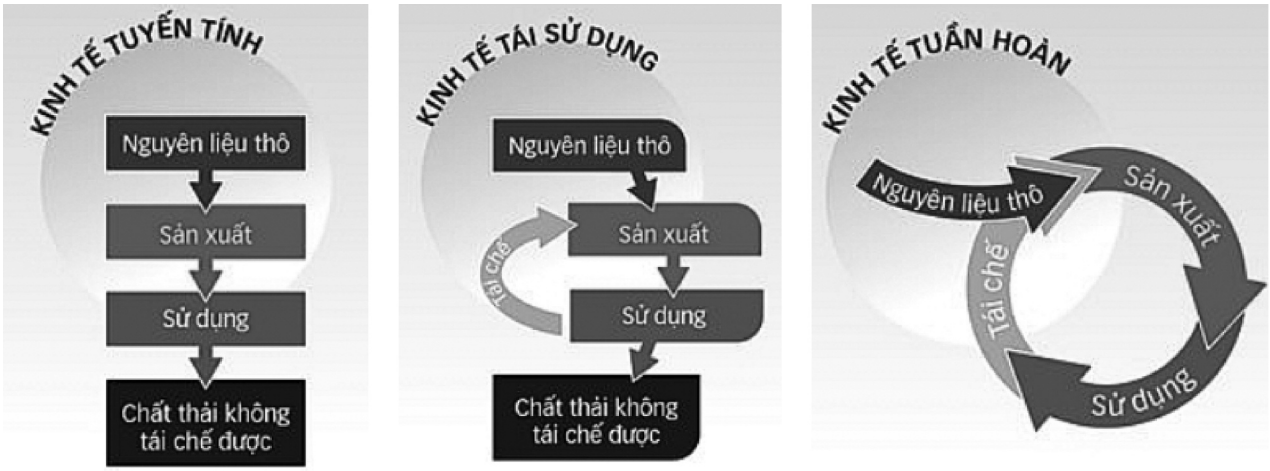
Mô hình kinh tế tuần hoàn được coi là chìa khóa để giải quyết yêu cầu về sử dụng tiết kiệm các nguồn tài nguyên, trong đó các hoạt động thiết kế, sản xuất, tiêu dùng và dịch vụ nhằm giảm khai thác nguyên vật liệu, kéo dài vòng đời sản phẩm, hạn chế chất thải phát sinh và giảm thiểu tác động xấu đến môi trường. Các giai đoạn trong hoạt động kinh tế tuần hoàn trong khai thác than: phục hồi → đỉnh điểm → suy thoái → đáy phục hồi, đây là một chu kì lặp đi lặp lại. Các sản phẩm tận dụng lại hoặc tái chế từ đá thải, tro xỉ của hoạt động khai thác than, nhiệt điện tạo ra các loại vật liệu mới, sản phẩm mới. Đồng thời sau khi hết tuổi thọ vòng đời sản phẩm lại được tái chế thành một sản phẩm khác có tính năng tương tự. (Hình 1)

4. Xây dựng mô hình sử dụng vật liệu đá thải, tro xỉ than nhiệt điện làm vật liệu

Các kết quả thí nghiệm và phân tích chỉ tiêu cơ lý đá, thành phần hóa học cho thấy có thể tận dụng đá thải, tro bay nhiệt điện như một loại vật liệu phục vụ công trình xây dựng, giao thông... Từ kết

Hình 1: Các mô hình kinh tế

a. Mô hình kinh tế tuyến tính *b. Mô hình kinh tế tái sử dụng* *c. Mô hình kinh tế tuần hoàn*



Nguồn: https://congnghiepmoitruong.vn/tu-kinh-te-tuyen-tinh-den-kinh-te-tuan-hoan-7230.html

quả phân tích tại Bảng 1 mở ra khả năng tạo ra các sản phẩm hữu ích gồm gạch không nung, vật liệu cấp phối khi thi công đường giao thông cấp thấp, sử dụng trong các công trình tiêu năng... Để kiểm tra thực tế chất lượng, các tác giả thực hiện một số thử nghiệm theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) và ra kết quả như sau:

Thử nghiệm chế tạo gạch không nung (Hình 2)

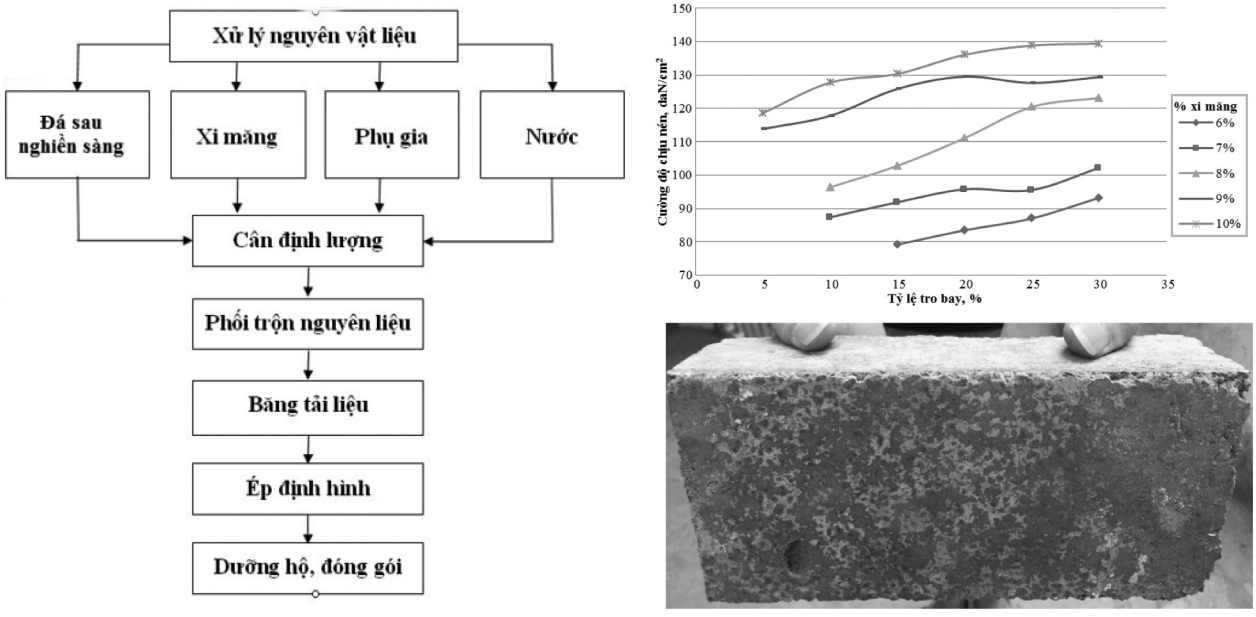
Tận dụng làm rọ đá các công trình tiêu năng (Hình 3)

Làm cấp phối áo đường giao thông (Bảng 2)

5. Kết quả và thảo luận

Tận thu tài nguyên than trong đất đá thải: Trong quá trình phân loại đất đá thải có thể tái tận dụng

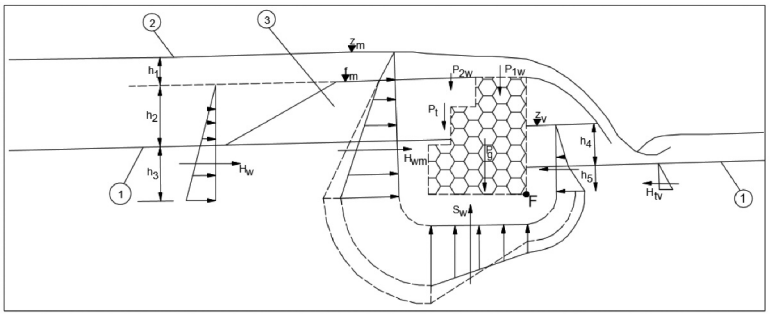
Hình 2: Mô hình Quy trình và kết quả thử nghiệm chế tạo gạch không nung



a. Quy trình chế tạo gạch *b. Kết quả tỉ lệ phối trộn với tỉ lệ xi măng khác nhau*

Nguồn: Tác giả

Hình 3: Cơ sở lý thuyết và thực tế tận dụng đá thải làm công trình tiêu năng



a. Sơ đồ phân tích ổn định (theo Maccaferi 1990)
1. Đáy dòng chảy; 2. Mặt nước; 3. Đất đắp

b. Sử dụng đá thải làm rọ đá trong công trình tiêu năng ngoài thực tế

Nguồn: Tác giả

Bảng 2. Một số kết quả thí nghiệm cơ bản khi sử dụng đá thải làm áo đường giao thông

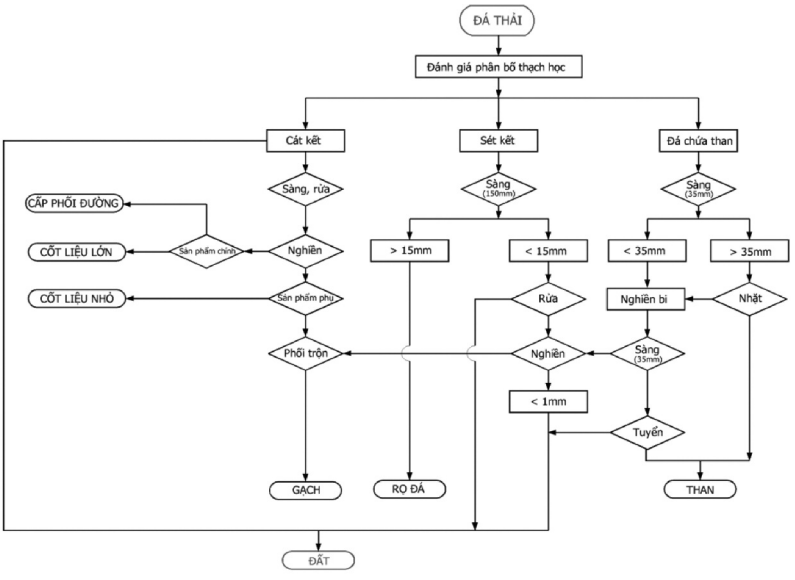
Chỉ tiêu CBR tương ứng độ chặt % TCVN 8821 : 2011	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Đánh giá kết quả
K = 1.00	68.9	69.4	67.7	Đạt
K = 0.98	61.1	62.5	58.6	Đạt
K = 0.95	48.2	49.7	45.9	Đạt
Độ hao mòn Los - Angeles TCVN 7572-12 : 2006	38 %	34 %	37 %	Đạt
Chỉ tiêu chảy - dẻo TCVN 4196:2012				
Giới hạn chảy, %	18.3	18.1	18.4	Đạt
Giới hạn dẻo, %	14.3	14.1	14.6	Đạt
Chỉ số dẻo, %	4.0	4.0	4.1	Đạt

Nguồn: Tác giả

được lượng than còn sót lại trong bãi chứa. Giải pháp này phản ánh trong mô hình kinh tế tái sử dụng.

Sử dụng đất đá thải như một loại vật liệu xây dựng, hoặc làm nguyên liệu cho các loại vật liệu xây dựng gồm: + Vật liệu cho các công trình phòng chống xói mòn, trượt lở đất đá bằng rọ đá; + Cấp phối trong kết cấu áo đường; + Cốt liệu cho bê tông và vữa; + Nguyên liệu chế tạo gạch xây dựng; + Vật liệu chèn trong khai thác hầm lò. Vòng lặp liên tục được tạo ra, lặp lại theo tuổi thọ của sản phẩm, điều này phản ánh trong mô hình kinh tế tuần hoàn. Sơ đồ phương pháp xử lý đất đá thải dự kiến như sau:

Hình 4: Mô hình kinh tế tuần hoàn áp dụng cho đất đá thải của hoạt động khai thác than



Nguồn: Tác giả

Các kết quả phân tích và thử nghiệm cho thấy, khả năng tái sử dụng đất đá thải và tro xỉ nhiệt điện có thể áp dụng vào thực tế tại vùng Quảng Ninh. Tuần tự có thể áp dụng theo mô hình kinh tế tuần hoàn đang là xu hướng phát triển bền vững trên thế giới.

6. Kết luận

Xu hướng vận hành hiện tại của các nền kinh tế dựa trên cả 3 mô hình kinh tế là kinh tế tuyến tính, tái sử dụng và tuần hoàn. Mô hình kinh tế tuần và tái sử dụng có thể tận dụng những tài nguyên mà mô hình kinh tế tuyến tính không sử dụng được để tạo ra các giá trị khác về kinh tế, cộng đồng, môi trường.

Quy trình công nghệ tái sử dụng đá thải trong các công trình giao thông, công trình tiêu năng hoặc cao hơn nữa là tái chế thành các vật liệu mới, vật liệu hữu ích phục vụ cho các ngành xây dựng, tái chế khác. Kết quả nghiên cứu đã chứng minh những nhận định trên là có cơ sở khoa học, có khả năng ứng dụng trong thực tế tại Việt Nam ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. A Straupnik. An overview of the environmental impact of coal industry waste. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 1070,V International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of the Energy Complex: Physical Proceses, Mining, Production, Transmission, Processing and Environmental Protection" 12/06/2022 - 15/06/2022 Dushanbe, Tajikistan. https://doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012004

2. ASGHAR, Zahid. Energy-gdp relationship: A causal analysis for the five countries of south asia. Resources, Conservation and Recycling Volume 83,February 2014, Pages 24-33. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.12.0041

3. Callie W.Babbitt, Angela S.Lindner. A life cycle inventory of coal used for electricity production in Florida. Journal of Cleaner Production Volume 13, Issue 9,July 2005, Pages 903-912. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.04.007

4. Franks, D.M.; Boger, D.V.; Côte, C.M.; Mulligan, D.R. Sustainable development principles for the disposal of mining and mineral processing wastes. Resour. Policy 2011, 36, 114–122.

5. Gangwei Fan, Dongsheng Zhang, XufengWang. Reduction and utilization of coal mine waste rock in China: A case study in Tiefa coalfield. Resources, Conservation and Recycling Volume 83,February 2014, Pages 24-33.

6. Hoàng Nga - Việt Hoa. Xung quanh tình trạng sạt lở bãi thải của ngành Than: Hiểm họa từ những quả núi nhân tạo. Báo điện tử Quảng Ninh. https://baoquangninh.vn/bai-1-xung-quanh-tinh-trang-sat-lo-bai-thai-cua-nganh-than-hiem-hoa-tu-nhung-qua-nui-nhan-tao-2292014.html

7. ICMM. Icmm Sustainable Development Framework; International Council on Mining and Metals: London, UK

8. Julian Kirchherr, Nan-Hua Nadja Yang, Frederik Schulze-Spüntrup, Maarten J.Heerink, Kris Hartley. Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. Resources, Conservation and Recycling. Volume 194,July 2023, 107001.https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001

9. Lockie, S.; Franettovich, M.; Petkova-Timmer, V.; Rolfe, J.; Ivanova, G. Coal mining and the resource community cycle: A longitudinal assessment of the social impacts of the coppabella coal mine. Environ. Impact Assess. Rev. 2009, 29, 330-339.

10. Lottermoser, B.G. Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts, third edition; Springer: Berlin, Germany, 2010.

11. Meng Li, Jixiong Zhang, Ailing Li, Nan Zhou. Reutilisation of coal gangue and fly ash as underground backfill materials for surface subsidence control. Journal of Cleaner Production Volume 254,1 May 2020, 120113. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120113

12. Siva Prasad Dontala, T. Byragi Reddy, Ramesh Vadde. Environmental aspects and impacts its mitigation measures of corporate coal mining. Procedia Earth and Planetary Science Volume 11,2015, Pages 2-7. https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.06.002.

Ngày nhận bài: 12/9/2023
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 27/9/2023
Ngày chấp nhận đăng bài: 12/10/2023

Thông tin tác giả:
1. NGUYỄN THỊ TUYẾT MAI[1]
2. TRẦN QUANG HƯNG[2]
3. NGUYỄN MINH HẢI 3
[1] Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
[2] Công ty TNHH MTV Vôi Việt Nam
[3] Tổng công ty Đông Bắc

APPLYING THE CIRCULAR ECONOMY TO RECYCLE COAL MINING WASTE ROCK AND SOIL IN QUANG NINH PROVINCE

● **NGUYEN THI TUYET MAI[1]**
● **TRAN QUANG HUNG[2]**
● **NGUYEN MINH HAI[3]**
[1]Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology
[2]Vietnam Lime Company Limited
[3]Dong Bac Corporation

ABSTRACT:

Mining is one of the key industries, accounting for a high proportion of the entire economic structure of Quang Ninh province. Quang Ninh province and the coal industry are seeking solutions to both ensure national energy security and shift from a brown to a green economy. The biggest challenge of this strategy is that waste dumps containing hundreds of millions of cubic meters of post-mined rock are taking up large areas of land, conflicting with the environment and landscape in the long term. In that context, the circular economy is considered the coal industry's solution to managing and regenerating resources in a closed loop, avoiding waste generation. The circular economy brings economic, environmental, and community benefits. This paper analyzed the application of a circular economy model to exploit the potential for reuse of waste rock from coal mines in Quang Ninh province, and technically evaluates the characteristics of coal mining waste rock and soil. Based on the paper's findings, some solutions were proposed to recycle coal mining waste rock and soil for other economic activities.

Keywords: circular economy, landfill, waste rock, recycling, environmental conflict, Quang Ninh province's coal mines.