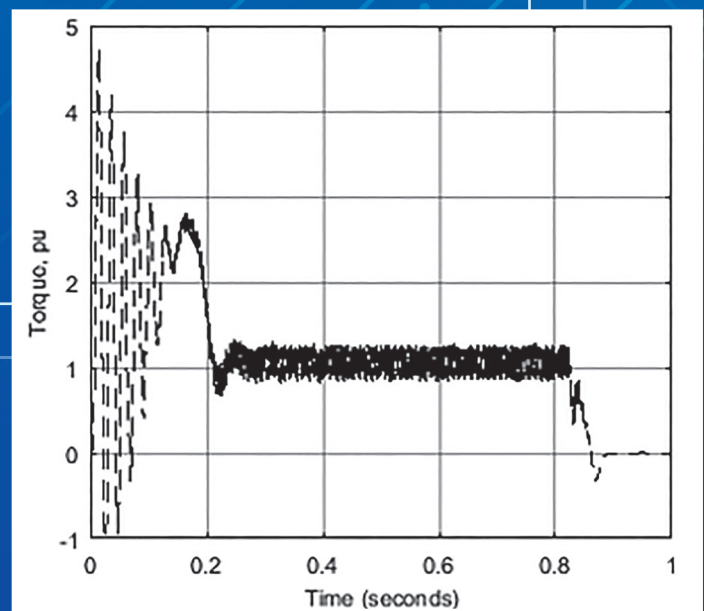
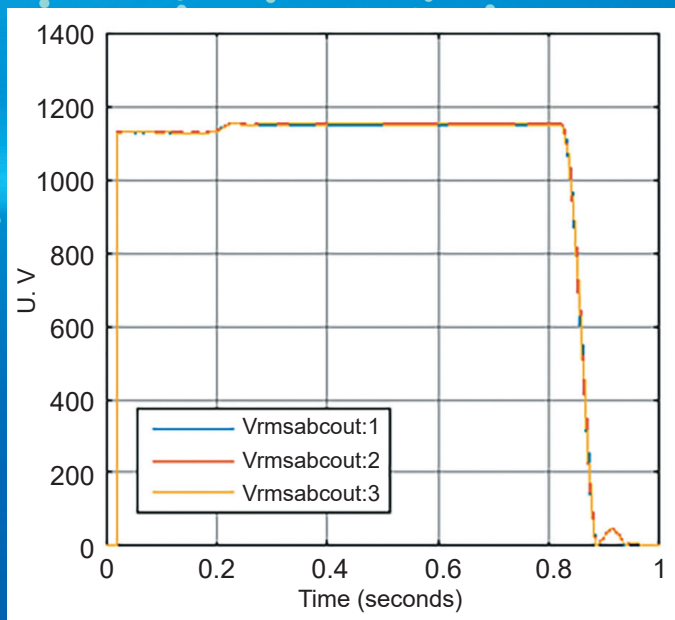


CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

<http://tapchi.hoimovietnam.vn>

NĂM THỨ XXXIII SỐ 4-2024



HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM
VIET NAM MINING SCIENCE AND TECHNOLOGY ASSOCIATION

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ

TẠ NGỌC HẢI

THƯ KÝ KIỂM TRỊ SỰ

KIỀU KIM TRÚC

BAN BIÊN TẬP

TRẦN TÚ BA

NGUYỄN BÌNH

NGUYỄN TIẾN CHÍNH

NHỮ THỊ KIM DUNG

VÕ TRỌNG HÙNG

LƯƠNG QUANG KHANG

NGUYỄN THÚY LAN

NGUYỄN HỒNG MINH

LÊ ĐỨC PHƯƠNG

ĐÀO ĐẮC TẠO

TRẦN VĂN TRẠCH

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

PHÙNG MẠNH ĐẮC

ĐINH NGỌC ĐĂNG

HỒ SĨ GIAO

TRẦN XUÂN HÀ

TRẦN XUÂN HÒA

PHÙNG QUỐC HUY

VÕ CHÍ MỸ

BÙI XUÂN NAM

NGUYỄN CẢNH NAM

PHAN NGỌC TRUNG

TÒA SOẠN

Số 226 Đường Lê Duẩn,

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 36649158; 36649159

Fax: (844) 36649159

Email: tccongnghiepmo@gmail.com

Website: <http://vinamin.vn>

Giấy phép xuất bản số

376/GP-BTTTT của Bộ Thông tin và

Truyền thông ngày 13/7/2016

In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia

Điện thoại: 02437326436

Nộp lưu chiếu:

Tháng 8 năm 2024

MỤC LỤC

❑ KHAI THÁC MỎ

- ❖ Một vài đánh giá hiện trạng và phương hướng hoàn thiện công tác khoan nổ mìn cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV 4

Lê Đức Phương

❑ TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ❖ Về tiềm năng sử dụng quặng đuôi thải nhà máy tuyển khoáng làm vật liệu xây dựng 10

Phạm Đức Phong,
Trần Thị Hiền

❑ CƠ KHÍ, ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- ❖ Xác định một số chỉ tiêu khai thác đoàn tàu metro trên tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông 19

Nguyễn Đức Toàn, Đỗ Đức Tuấn

- ❖ Đánh giá độ tin cậy của hệ gối đỡ trục khuỷu động cơ diesel Caterpillar D398 trên đầu máy D9E sử dụng trong ngành đường sắt Việt Nam trên cơ sở lý thuyết bôi trơn thủy động 41

Tào Văn Chiến
và nnk

- ❖ Ảnh hưởng của thiết bị biến tần đến dòng điện rò trong mạng điện mỏ hầm lò 56

Đỗ Như Ý

❑ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ❖ Nghiên cứu xây dựng chỉ tiêu công nghiệp phù hợp trong tính trữ lượng, tài nguyên than bể than Đông Bắc, Việt Nam 62

Nguyễn Phương
và nnk

- ❖ Đánh giá độ chính xác của mô hình số bề mặt thành lập từ ảnh máy bay không người lái 75

Đặng Tuyết Minh

❑ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Sự cấp thiết áp dụng mô hình kinh tế tuần hoàn trong khai thác và chế biến Boxit ở Tây Nguyên 83

Lưu Đức Hải

CHIEF EDITOR IN CHARGE
TA NGOC HAI

EDITORIAL SECRETARY & MANAGER
KIEU KIM TRUC

EDITORIAL BOARD
TRAN TU BA
NGUYEN BINH
NGUYEN TIEN CHINH
NHU THI KIM DUNG
VO TRONG HUNG
LUONG QUANG KHANG
NGUYEN THUY LAN
NGUYEN HONG MINH
LE DUC PHUONG
DAO DAC TAO
TRAN VAN TRACH

EDITORIAL COUNCIL
PHUNG MANH DAC
DINH NGOC DANG
HO SI GIAO
TRAN XUAN HA
TRAN XUAN HOA
PHUNG QUOC HUY
VO CHI MY
BUI XUAN NAM
NGUYEN CANH NAM
PHAN NGOC TRUNG

EDITORIAL OFFICE
226 Le Duan Rd.,
Dong Da Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: <http://vinamin.vn>

Publishing License:
No. 376/GP-BTTTT by the Ministry
of Information and Communications,
dated July 13, 2016

Printed at Tran Gia Printing and Trading
Company Ltd. Phone: 02437326436
Legally deposited:
in August 2024

CONTENTS

MINING

❖ Some assessments of the current status and orientation for perfecting drilling and blasting work for Vinacomin openpit coal mines in Quang Ninh region	4
Phuong Duc Le	

MINERAL BENEFICIATION AND PROCESSING

❖ Regarding the potential of using tailings from mineral processing plants for construction materials	10
Phong Duc Pham, Hien Thi Tran	

MECHANICAL ENGINEERING, ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

❖ Determination of some operation criteria of metro trains on the Cat Linh - Ha Dong urban railway line	19
Toan Duc Nguyen, Tuan Duc Do	
❖ Reliability evaluation of the crankshaft bearing system of Caterpillar D398 diesel engine installed on D9E locomotive used in Vietnam Railways based on hydrodynamic lubrication theory	41
Chien Van Tao et al	
❖ Effect of inverter on leakage current in underground mine power network	56
Y Nhu Do	

GEOMECHANICS, GEOMATICS, GEOLOGY, GEODESY

❖ Research on establishing appropriate industrial criteria in coal reserve/resource assessment in the Dong Bac coal basin, Vietnam	62
Phuong Nguyen et al	
❖ Evaluating the accuracy of Digital Surface Models generated from imagery acquired with Unmanned Aerial Vehicles	75
Minh Tuyet Dang	

ECONOMICS, MANAGEMENT

❖ The urgency of applying the circular economy model in Bauxite mining and processing in Tay Nguyen	83
Hai Duc Luu	

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CHỈ TIÊU CÔNG NGHIỆP PHÙ HỢP TRONG TÍNH TRỮ LƯỢNG, TÀI NGUYÊN THAN BỂ THAN ĐÔNG BẮC, VIỆT NAM

Nguyễn Phương^{1*}, Trần Đại Dũng², Nguyễn Phương Đông³,
Đỗ Mạnh An³, Khương Thế Hùng³

¹Tổng hội Địa chất Việt Nam, 6 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội, Việt Nam

²Cục Khoáng sản Việt Nam, 10 Tôn Thất Thuyết, Hà Nội, Việt Nam

³Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 10/3/2024

Ngày nhận bài sửa: 30/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 10/5/2024

^{1*}Tác giả liên hệ:

Email: phuong_mdc@yahoo.com

TÓM TẮT

Than khoáng là nguồn tài nguyên không tái tạo, hiện vẫn đóng vai trò quan trọng, chưa thể thay thế trong ngành năng lượng. Vì vậy, ngoài việc mở rộng tìm kiếm, thăm dò, thách thức đặt ra là phải nâng cao hiệu quả khai thác các mỏ than hiện có. Điều này là một nhiệm vụ đầy thách thức trong đánh giá tài nguyên, đảm bảo sự bền vững trong quản lý và khai thác nguồn tài nguyên này. Các chỉ tiêu tính trữ lượng than đang áp dụng ở bể than Đông Bắc trong thời gian qua chưa thực sự phù hợp với điều kiện thực tế và nhu cầu sử dụng than cho các lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Vì vậy, việc nghiên cứu xây dựng chỉ tiêu công nghiệp phù hợp trong tính trữ lượng/tài nguyên than là cần thiết. Nghiên cứu sử dụng phối hợp phương pháp tổng hợp, đối sánh tài liệu, kết hợp phương pháp phân tích hồi quy đa chiều và phương pháp mô hình hóa để xác lập chỉ tiêu công nghiệp tính trữ lượng, tài nguyên than. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự gia tăng trữ lượng/tài nguyên than ở bể than Đông Bắc phụ thuộc chặt chẽ vào sự thay đổi chỉ tiêu chiều dày tối thiểu (M_{min}) và độ tro tối đa (A_{max}^K). Độ tro và sự biến đổi độ tro than (σ_H) không chỉ ảnh hưởng đến kết quả tính trữ lượng/tài nguyên và độ tin cậy của kết quả tính, mà còn ảnh hưởng không nhỏ đến công nghệ khai thác và sàng tuyển. Các chỉ tiêu công nghiệp sử dụng trong tính trữ lượng than nên có sự điều chỉnh, cụ thể chỉ tiêu nhiệt lượng ($Q_{gr}^d \geq 3500 \text{ cal/g}$, tương ứng độ tro tối đa kể cả độ làm bẩn ($A_{max}^K \leq 45 - 50\%$, chiều dày tối thiểu kể cả lớp kẹp $\geq 0,6 - 1,0 \text{ m}$ và cốt độ sâu tối đa đến -700 m ; với tài nguyên, độ tro tối đa kể cả độ làm bẩn ($A_{max}^K \leq 50 - 60\%$, chiều dày tối thiểu kể cả lớp kẹp $\geq 0,5 - 0,6 \text{ m}$, cốt độ sâu tối đa đến -1000 m). Kết quả nghiên cứu không chỉ giúp tối ưu hóa quản lý và khai thác than bể Đông Bắc, mà còn tạo ra cơ sở lý luận và chính sách hỗ trợ sự phát triển bền vững cho ngành công nghiệp than trong tương lai.

Từ khóa: chỉ tiêu công nghiệp, trữ lượng than, bể than Đông Bắc

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thăm dò và tính trữ lượng than (than khoáng) để khoanh nổi các vỉa than công nghiệp, ta phải dựa vào các yêu cầu về chỉ tiêu đối với chất lượng than và yêu cầu kỹ thuật khai thác mỏ, nghĩa là phải dựa vào chỉ tiêu công nghiệp. Như vậy, vỉa than hay mỏ than công nghiệp là một khái niệm

kinh tế - địa chất, do đó, để khoanh nổi vỉa than công nghiệp phải dựa vào hàng loạt chỉ tiêu được xác lập dựa trên cơ sở tính toán kinh tế - kỹ thuật. Các chỉ tiêu công nghiệp là thông số động, phụ thuộc vào điều kiện kinh tế - kỹ thuật, công nghệ khai thác, nhu cầu của thị trường và nhiều yếu tố khác tại thời điểm đánh giá. Trong thực tiễn công



tác thăm dò và khai thác mỏ, nhiều nước trên thế giới thường chia thành 3 loại chỉ tiêu có liên quan với các giai đoạn thăm dò, cụ thể:

- Chỉ tiêu tạm thời: Sử dụng ở giai đoạn thăm dò sơ bộ (trước đây), giai đoạn lập đề án thăm dò hiện nay, thường chủ đầu tư Dự án xây dựng thông qua nghiên cứu tiền khả thi hoặc áp dụng theo phương pháp tương tự;

- Chỉ tiêu chính thức: Được xác định khi kết thúc công tác thăm dò, lập Báo cáo tổng kết, được thành lập thông qua nghiên cứu khả thi, chỉ tiêu này được Hội đồng đánh giá trữ lượng phê duyệt và sử dụng để tính trữ lượng phục vụ thiết kế khai thác mỏ;

- Chỉ tiêu tác nghiệp (chỉ tiêu khai thác): Chỉ tiêu này được Tổng công ty hay công ty khai thác mỏ xác định trong quá trình khai thác và khi cần thiết do Bộ chủ quản phê duyệt, với mục đích chính xác hóa chỉ tiêu đã được phê duyệt trong Báo cáo thăm dò, để phù hợp với thay đổi diễn ra trong quá trình khai thác ở từng vỉa, khu mỏ riêng biệt, hoặc do có sự thay đổi về giá cả, nhu cầu của thị trường nguyên liệu khoáng.

Trong thời gian qua, các chỉ tiêu sử dụng trong khoanh nổi vỉa than công nghiệp, đánh giá chất lượng và tính trữ lượng/tài nguyên than ở bể than Đông Bắc (hay bể Quảng Ninh) chủ yếu dựa vào chỉ tiêu tính trữ lượng do Ủy ban khoa học Nhà nước ban hành năm 1977. Từ thực tế thăm dò, khai thác và tiêu thụ than ở nước ta hiện nay nhận thấy, các chỉ tiêu này không còn phù hợp với nền kinh tế thị trường và nhu cầu sử dụng than nhiên liệu cho nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau, đặc biệt đối với lĩnh vực sử dụng than nhiên liệu thấp. Tùy thuộc vào lĩnh vực sử dụng, chỉ tiêu phản ánh chất lượng than có sự khác nhau, trong đó, chỉ tiêu độ tro khô theo mẫu đơn (A^k) và độ tro hàng hóa ($A^{k_{HH}}$) được sử dụng để khoanh nổi các vỉa than công nghiệp và tính trữ lượng/tài nguyên là chỉ tiêu cơ bản phụ thuộc vào lĩnh vực sử dụng, nghĩa là yêu cầu về chỉ tiêu độ tro khác nhau. Than cho sản xuất xi măng yêu cầu độ tro hàng hóa trung bình là $(16 \pm 2)\%$, nguyên liệu cho lò đúc gang là 8 - 12%, sản xuất cốc hình yêu cầu nhỏ hơn 7%, một số ngành công nghiệp có nhu cầu sử dụng than nhiệt lượng thấp, tương ứng với độ tro từ 45 - 50%, có

khi tới 55 - 60%. Ngành công nghiệp nhiệt điện và một số ngành khác có nhu cầu sử dụng khá lớn than nhiệt lượng thấp (nhiệt lượng $\leq 2.700 - 4500$ Kcal/kg, tương ứng với độ tro trên 40%); ví dụ: than vùng Alaska của Mỹ, có nhiệt lượng riêng 4.398 Kcal/kg được dùng khá thông dụng (Tex Coach Manual - 1987).

Độ tro là thành phần có hại đối với khoáng sản than, mặt khác, trữ lượng than có quan hệ khá chặt chẽ với độ tro và được xác định thông qua chỉ tiêu độ tro tối đa (A_{max}^k). Ở bể than Đông Bắc (Quảng Ninh), chỉ tiêu này được áp dụng trong khoảng thời gian khá dài là $A_{HH}^k \leq 40\%$. Trong những năm gần đây, do nhu cầu sử dụng than làm nhiên liệu ngày càng tăng và trong thực tế nhiều lĩnh vực sử dụng than có độ tro cao tới 50 - 55%, thậm chí đến 60%.

Chỉ tiêu phản ánh điều kiện khai thác mỏ là tập hợp các chỉ tiêu liên quan công nghệ và kỹ thuật khai thác, bao gồm các chỉ tiêu về độ sâu tối đa kể từ mặt đất đến trụ vỉa than, chiều dày lớp đá kẹp tối đa cho phép, chiều dày nhỏ nhất của vỉa than công nghiệp, hệ số chứa than (đối với vỉa cấu trúc phức tạp), hệ số bốc đất trong khai thác lộ thiên và chỉ tiêu trữ lượng tối thiểu (Q_{min}). Trong đó, chỉ tiêu độ sâu tối đa, chỉ tiêu chiều dày nhỏ nhất cho phép của vỉa than công nghiệp là các chỉ tiêu quan trọng và phụ thuộc vào kỹ thuật khai thác mỏ.

Giá thành khai thác không chỉ phụ thuộc vào chiều dày vỉa, mà còn phụ thuộc khá lớn vào sự dao động hay mức độ biến đổi về chiều dày và vị trí trụ vỉa than. Chiều dày và góc dốc của vỉa than giữ vai trò quyết định trong việc lựa chọn phương pháp và công nghệ khai thác than bằng phương pháp hầm lò. Việc lựa chọn chiều dày khai thác tối thiểu phụ thuộc vào việc lựa chọn công nghệ khai thác, năng suất lao động và giá thành khai thác.

Hiện nay, ở bể than Đông Bắc vẫn áp dụng chỉ tiêu chiều dày vỉa khai thác tối thiểu đối với khai thác hầm lò là 0,8 m và 1,0 m đối với khai thác lộ thiên. Thực tế trong nhiều năm qua, tại một số mỏ đã khai thác các vỉa có chiều dày $< 0,8$ m vẫn mang lại hiệu quả kinh tế. Mặt khác ở nhiều nước trên thế giới hiện đang áp dụng chỉ tiêu chiều dày khai thác tối thiểu than năng lượng đối với hầm lò là 0,5 m, các vỉa dốc có thể 0,45 m, có khi đến 0,3 m.

Theo [5], các vỉa than ở bể Đông Bắc (Quảng Ninh) có chiều dày trung bình, biến đổi ổn định, hình thái - cấu trúc đơn giản, có độ tro than nguyên khai chênh lệch không lớn so với độ tro của vỉa than tự nhiên. Ngược lại, các vỉa than mỏng, sự biến đổi chiều dày lớn và vỉa có hình thái – cấu trúc phức tạp, độ tro than nguyên khai luôn lớn hơn khá nhiều so với độ tro trung bình trong vỉa than tự nhiên. Do vậy, chiều dày vỉa và đặc điểm biến đổi của chúng là thông số quan trọng liên quan đến việc lựa chọn phương pháp và kỹ thuật khai thác, giá thành khai thác và có ảnh hưởng đến chất lượng của than nguyên khai rất lớn. Độ tro khối tối đa phụ thuộc vào độ tro của lớp than và độ tro lớp kẹp (độ làm bẩn), phụ thuộc vào cấu trúc vỉa, hình thái - cấu trúc vỉa than và công nghệ khai thác than.

Sự gia tăng trữ lượng/tài nguyên than ở bể than phụ thuộc vào sự thay đổi chỉ tiêu chiều dày tối thiểu và độ tro tối đa [5]. Cùng với sự biến đổi

chiều dày và đặc điểm cấu trúc nội bộ vỉa còn ảnh hưởng không nhỏ đến độ tro than nguyên khai.

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu và đề xuất chỉ tiêu công nghiệp (chiều dày, độ tro) tính trữ lượng, tài nguyên than trên cơ sở kết quả nghiên cứu tại một số mỏ than điển hình của bể Đông Bắc (hay bể than Quảng Ninh) với mục tiêu góp phần tăng cường công tác quản lý nhà nước và nâng cao giá trị sử dụng nguồn tài nguyên than ở bể than Đông Bắc.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan về chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than trên thế giới và ở Việt Nam

Ở một số nước phương Tây và Liên Xô (trước đây), chỉ tiêu tính trữ lượng than (coal reserve) được xác định theo luận chứng kinh tế - kỹ thuật đối với từng mỏ, dựa vào kết quả phân tích các yếu tố công nghệ, kinh tế, thị trường, môi trường và pháp luật (Bảng 1):

Bảng 1. Chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than của Liên Xô (trước đây)

Bể than	Trong cân đối		Ngoài cân đối	
	Min(m)	A_{max}^{ch} (%)	Min(m)	A_{max}^{ch} (%)
Đonhet	0,50	45	0,45	50
Kuznhet	0,45	40	0,40	45
Karagandin	0,60	45	0,45	50
Petroski	0,50	40	-	-
Lvopski	0,50	40	0,40	45

Ở Mỹ, than khoáng khi đạt chỉ tiêu chất lượng phân loại than theo tiêu chuẩn ASTM, thì tài nguyên dự báo và tính trữ lượng cơ sở (coal reserve base) được căn cứ vào chỉ tiêu độ sâu tối đa (m) và chiều dày lớp than tối thiểu (Bảng 2).

Bảng 2. Chỉ tiêu tính trữ lượng than của Mỹ

Loại tài nguyên - trữ lượng	Độ sâu Max (m)	Chiều dày lớp than Min (m)
1. Tài nguyên xác định và chưa xác định		
Anthracite và Bituminous	1800	0,35
Subbituminous và lignite	1800	0,75
2. Tài nguyên cận kinh tế		
- Anthracite và Bituminous	0 - 300; 300 -1800	0,35 - 0,70; 0,35
- Subbituminous	0 - 300; 300 - 1800	0,75 - 1,50; 0,75
- Lignit	0 - 150; 150 - 1800	0,75 - 1,50; 0,75
3. Trữ lượng cơ sở		
- Anthracit và Bituminous	300	0,70
- Subbituminous	300	1,50
- Lignit	150	1,50

(Nguồn Geological Subvery Bulletin 1450B và Circula 891)



Ở Việt Nam, hầu hết các Báo cáo thăm dò than trước năm 2006 đều sử dụng chỉ tiêu tạm thời do Ủy ban Kế hoạch Nhà nước ban hành theo quyết định số 1132/UB/CAN của UBKHNN ngày 9 tháng 6 năm 1977 (Bảng 3).

Bảng 3. Chỉ tiêu tính trữ lượng than khoáng (than đá) theo quyết định số 1132/UB/CAN

Chỉ tiêu tính trữ lượng	Đơn vị	Trữ lượng trong cân đối	Trữ lượng ngoài cân đối
1. Khai thác lộ thiên			
- Chiều dày tối thiểu	m	1,0	0,8
- Độ tro tối đa kể cả độ làm bẩn	%	≤40	≤45
- Hệ số bốc đất trung bình	m ³ /T	6/1	
2. Khai thác hầm lò			
- Chiều dày tối thiểu	m	0,8	0,6
- Độ tro tối đa kể cả độ làm bẩn	%	≤ 40	≤ 45

Sau khi Quyết định 2034/QĐ - ĐC được ban hành, Tổng Công ty Than Việt Nam nay là Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã tiến hành tính trữ lượng, tài nguyên cho một số mỏ theo chỉ tiêu: chiều dày tối thiểu ≥ 0,3 m, độ tro tối đa $A_{K_{Max}}^K$ là 60% (PA II) và so sánh với kết quả tính theo chỉ tiêu tính trữ lượng than khoáng trong quyết định số 1132/UB/CAN (PA II) được tổng hợp trong Bảng 4 [9].

Bảng 4. Kết quả tính trữ lượng một số mỏ than bể Đông Bắc theo phương án I và II

T T	Tên mỏ	TL - TN theo phương án, 10 ³ T		Trữ lượng gia tăng	
		PA.I	PA.II	10 ³ T	%
1	Báo cáo kết quả TDKT mỏ Kế Bào	18.271	22.702	4.431	24,25
2	Báo cáo tổng hợp và tính lại TL mỏ Tây Khe Sim	7.779	8.746	957	12,30
3	Báo cáo kết quả TDKT Vĩa Lộ Trí mỏ Thống Nhất	4.062	4.479	415	10,30
4	Báo cáo tổng hợp và tính lại TL mỏ Đông Ngã Hai	47.965	53.510	5.545	11,56
5	Báo cáo kết quả TDKT mỏ Tây Bắc Khe Chàm	2.650	2.917	267	10,00
6	Báo cáo kết quả TDKT mỏ Đông Bắc Khe Chàm	3.967	4.817	850	21,45
7	Báo cáo kết quả TDKT mỏ Khe Chuối	22.360	29.436	7.076	31,65
8	Báo cáo tổng hợp và tính lại TL Khu Trung tâm Khe Tam	23.437	24.833	1.396	5,96
9	Báo cáo kết quả TDKT mỏ Đông Bắc Mông Dương	3.141	3.351	210	6,70
10	Báo cáo tổng hợp và tính lại TL Khu Suối Lại	50.041	62.478	12.437	24,85
11	Báo cáo kết quả TDKT mỏ Đông Bình Minh	6.061	7.056	995	16,40

Từ bảng 4 cho thấy nếu giảm chỉ tiêu chiều dày từ 0,8 m xuống 0,3 m và tăng độ tro tối đa theo mẫu đơn từ 40% lên 60%, thì trữ lượng/tài nguyên than của các mỏ tăng lên khá lớn, từ ~ 7% đến 31,65%.

Năm 2004, Tổng Công ty Than Việt Nam đã thực hiện đề tài “Xác lập các luận cứ khoa học, xây

dựng các chỉ tiêu tính trữ lượng - tài nguyên các mỏ than khoáng Việt Nam” do TS Lê Ái Thụ làm chủ biên [9]. Kết quả nghiên cứu đã đề xuất 04 phương án về chiều dày tối thiểu: 0,8 m; 0,6 m; 0,4 m và 0,2 m. Đối với chỉ tiêu độ tro tối đa không tính độ làm bẩn, tác giả đề xuất 03 phương án: ≤ 40%; ≤ 45% và ≤ 50%.

Hiện nay, các Báo cáo thăm dò thường sử dụng chỉ tiêu tạm thời do Chủ đầu tư đề xuất và được Hội đồng đánh giá trữ lượng khoáng sản quốc gia công nhận. Nhìn chung, các chỉ tiêu công nghiệp (chiều dày, độ tro) sử dụng trong các Báo cáo thăm dò hiện nay vẫn còn mang nặng tính chủ quan, chưa được nghiên cứu luận giải bởi luận chứng kinh tế - kỹ thuật, về cơ bản vẫn theo chỉ tiêu tính trữ lượng than khoáng (than đá) trong quyết định số 1132/UB/CAN năm 1977, chỉ khác là bổ sung thêm chỉ tiêu độ tro tối đa theo mẫu đơn (A^k_{Max}) dùng làm điểm tựa để khoanh nổi vỉa than công nghiệp.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp thu thập tổng hợp tài liệu*: Thu thập tài liệu từ các Báo cáo kết quả thăm dò, hiện trạng khai thác và các kết quả nghiên cứu từ các công trình nghiên cứu trước [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 15], từ đó, lựa chọn tài liệu bảo đảm độ tin cậy và phù hợp với mục tiêu nghiên cứu để tổng hợp, xử lý.

- *Phương pháp tương tự*: Sử dụng phương pháp tương tự trong thăm dò khoáng sản rắn để đánh giá tính và luận giải sự phù hợp của các chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên đang được sử dụng trong khoanh nổi vỉa than công nghiệp và tính trữ lượng/tài nguyên than ở bể Đông Bắc.

- *Phương pháp toán thống kê*: Áp dụng phương pháp toán thống kê một chiều [1, 10] để xác lập hàm phân bố thống kê của các thông số chiều dày, độ tro; từ đó xác định các thông số thống kê đặc trưng (giá trị trung bình, phương sai, hệ số biến thiên) của thông số nghiên cứu; sử dụng phương pháp toán thống kê [14] để dự báo khả năng gia tăng trữ lượng/tài nguyên của các vỉa than theo ngưỡng chiều dày tối thiểu hoặc độ tro tối đa được lựa chọn.

- *Phương pháp hồi quy đa chiều*: Trong bài báo, tác giả sử dụng các phương pháp để giải quyết các nội dung sau:

+ *Xác định mức độ ảnh hưởng của độ tro đến chất lượng than*: Đối với than năng lượng, độ tro ảnh hưởng rõ nét nhất đến nhiệt lượng của than. Giữa độ tro và nhiệt năng của than đã được V. V. Kiriakov (1989) xác lập khi nghiên cứu khả năng sử dụng than có độ tro rất cao (than bẩn hay sét

than), giữa Q^{ch} và A^k của lớp đá chứa than (sét than) ở bể Donbat (Liên Xô) được xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$Q^{ch} = 8065 - 88 \cdot A^k; \text{ khi } A^k \geq 60\% \quad (1)$$

+ *Đánh giá ảnh hưởng độ tro đến giá cả của than*: Theo Đồng Văn Nhì, Nguyễn Phương và nnk. [4]; Nguyễn Phương, Lê Đỗ Bình, Nguyễn Sỹ Quý [5], sự phụ thuộc của giá cả (M) vào độ tro than hàng hóa trung bình ($\overline{A^k}$) và mức độ biến hóa của độ tro than (σ_H^2) xác định theo công thức tổng quát sau:

$$M = a + b\overline{A^k} - c(A^k)^2 - d\sigma_H^2 \quad (2)$$

Trong đó: a, b, c, d là các hệ số thực nghiệm; $\overline{A^k}$ - Độ tro trung bình của than hàng hóa.

σ_H^2 - Phương sai độ tro than hàng hóa được xác định theo công thức:

$$\sigma_H = \alpha + \beta\overline{A^k} + \theta(\overline{A^k})^2 \quad (3)$$

Với α, β, θ là hệ số xác định theo tài liệu thực nghiệm (thực tế).

- *Quan hệ giữa chiều dày công nghiệp tối thiểu với giá trị nhiệt lượng và chiều dày lớp than, lớp đá kẹp*: Khi chọn chỉ tiêu chiều dày tính trữ lượng cần chú ý tỷ lệ giữa chiều dày các lớp kẹp và chiều dày riêng than được đưa vào tính trữ lượng/tài nguyên phải thỏa mãn điều kiện theo hệ phương trình thực nghiệm sau [9]:

$$\frac{M_K}{M_{RT}} \leq \frac{Q_{gh}^d}{30} - 0,5 \quad (4)$$

$$M_{CN} \geq M_K + M_{RT}$$

Trong đó:

M_K - Chiều dày các lớp kẹp, m;

M_{RT} - Chiều dày lớp than, m;

Q_{gh}^d - Giá trị nhiệt năng của than, MJ.

Từ (4), cho thấy chỉ tiêu chiều dày vỉa không chỉ phụ thuộc vào công nghệ khai thác, mà còn có mối quan hệ chặt chẽ với chỉ tiêu giá trị nhiệt năng tối thiểu và chỉ tiêu độ tro tối đa cho phép.

- *Phương pháp mô hình hóa*: Sử dụng phối hợp hệ thống mặt cắt địa chất liên hợp và phương pháp hình học mô (thành lập bình đồ đồng chiều dày, đồng độ tro) nhằm làm sáng tỏ đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than và đặc điểm phân bố của các thông số địa chất công nghiệp vỉa than [11, 12, 13].



3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác lập cơ sở khoa học xây dựng chỉ tiêu tính trữ lượng than bể Đông Bắc

Các chỉ tiêu tính trữ lượng than là giới hạn nhỏ nhất hoặc lớn nhất được sử dụng để khoanh nổi vỉa than công nghiệp tại thời điểm đánh giá. Do đó, giá trị kinh tế của vỉa than (mỏ than) phụ thuộc vào các chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên được lựa chọn. Song, các chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên lại phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, đặc điểm địa chất mỏ và các điều kiện phát triển kinh tế xã hội [1, 4, 9]. Mức độ phức tạp về điều kiện địa chất mỏ, đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than, công nghệ khai thác và nhu cầu về chất lượng than của thị trường là các yếu tố cơ bản, có tính tiên quyết phải xây dựng các phương án chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than. Chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than được xây dựng phải tuân theo 02 nguyên tắc cơ bản sau:

- Đánh giá tối đa tài nguyên than trong lòng đất; bởi lẽ, trong thăm dò cần phải tiến hành nghiên cứu toàn diện và đầy đủ các thông tin để xác định được tiềm năng tài nguyên than tối đa có thể có trong khu vực đánh giá.

- Các chỉ tiêu cần được lựa chọn trên cơ sở phân tích, tính toán theo các phương án khác nhau. Đây là cơ sở khoa học và thực tế để lựa chọn phương án khai thác phù hợp.

Từ 02 nguyên tắc cơ bản trên, đối với bể than Đông Bắc, để khoanh nổi vỉa than công nghiệp, đánh giá chất lượng và tính trữ lượng/tài nguyên cần xác định được 02 nhóm chỉ tiêu cơ bản sau:

- Độ tro khối tối đa (A_{max}^K) cho từng lớp than và độ tro kể cả độ làm bẩn cho từng vỉa than (A_{HH}^K). Theo V. R. Kler (1975) [1, 5] chỉ tiêu giới hạn để phân biệt giữa than và đá vôi quanh được giới hạn độ tro theo mẫu đơn là 60% và giới hạn tối đa về độ tro A_{max}^K ở từng mỏ than hoặc bể than cũng khác nhau, do đó phải được luận giải tương tự chỉ tiêu hàm lượng biên trong khoanh nổi thân quặng công nghiệp và tính trữ lượng/tài nguyên khoáng sản kim loại. Để xác định độ tro tối đa, trong thăm dò, phổ biến là sử dụng phương án tối ưu; nghĩa là trên một vỉa than, dùng nhiều phương án về chỉ tiêu A^K tối đa để khoanh nổi vỉa than, thường sử dụng 2 - 3 phương án hàm lượng A^K khác nhau;

- Chỉ tiêu về điều kiện khai thác mỏ: Chỉ tiêu phản ánh điều kiện khai thác mỏ là tập hợp các chỉ tiêu liên quan công nghệ và kỹ thuật khai thác, bao gồm các chỉ tiêu về chiều dày lớp đá kẹp tối đa cho phép, chiều dày nhỏ nhất của vỉa than công nghiệp, hệ số bốc đất (khai thác lộ thiên), độ sâu tối đa kể từ mặt đất đến trụ vỉa than. Trong đó, chỉ tiêu chiều dày lớp than tối thiểu và chiều dày lớp kẹp tối đa là những thông số quan trọng. Khi thay đổi chiều dày tối thiểu tính trữ lượng và chiều dày lớp kẹp tối đa sẽ dẫn đến hình thái - cấu trúc vỉa than thay đổi. Nếu giảm chỉ tiêu chiều dày tối thiểu, thì tổng chiều dày của vỉa than và diện phân bố thường tăng lên đáng kể, khi đó trữ lượng/tài nguyên than của vỉa sẽ tăng, đặc biệt với vỉa cấu trúc phức tạp.

Mức độ khó dễ đối với khai thác và giá thành khai thác không chỉ phụ thuộc vào giá trị trung bình về chiều dày, mà còn phụ thuộc rất lớn vào sự biến đổi chiều dày và độ tro của vỉa than. Kết quả nghiên cứu sự biến hóa về chiều dày vỉa than [1, 8, 9] chỉ rõ, chiều dày riêng than thường biến hóa phức tạp hơn chiều dày tự nhiên và chiều dày công nghiệp. Hệ số biến thiên (V_m) chiều dày riêng than biến đổi trong khoảng rộng ($V_m = 40 - 185\%$), chiều dày tự nhiên (M_{TN}) và chiều dày tính trữ lượng (M_{CN}) trong khoảng hẹp hơn ($V_m = 40 - 110\%$). Điều đáng lưu ý là sự phân bố thống kê chiều dày công nghiệp và chiều dày tự nhiên có sự khác nhau và không có quy luật. Đặc điểm này có lẽ do việc lựa chọn chỉ tiêu chiều dày công nghiệp tối thiểu chưa phù hợp với đặc điểm địa chất tự nhiên của các vỉa than ở từng khu vực mỏ và trên toàn bể than.

Khi chọn chỉ tiêu chiều dày tính trữ lượng cần chú ý tỷ lệ giữa chiều dày các lớp kẹp và chiều dày riêng than được đưa vào tính trữ lượng/tài nguyên phải thỏa mãn điều kiện theo phương trình (6). Để xác định chỉ tiêu chiều dày vỉa hợp lý nhất, cần tiến hành xác định cho từng khu mỏ, thậm chí cho từng tầng vỉa.

Tổng hợp tài liệu thăm dò và khai thác than đã tiến hành ở bể than Đông Bắc trong nhiều năm qua [3, 8], theo tác giả hợp lý nhất là kết hợp đồng thời 02 bước sau để luận giải chỉ tiêu chiều dày tính trữ lượng đối với các mỏ than ở bể Đông Bắc:

- *Bước 1:* Áp dụng phương pháp toán thống kê để xác lập quy luật phân bố thống kê chiều dày vỉa

và dự báo mức độ gia tăng trữ lượng/tài nguyên của các vỉa than theo ngưỡng chiều dày khác nhau. Dựa vào đồ thị diễn đạt sự phụ thuộc mức độ gia tăng trữ lượng ứng với ngưỡng chiều dày lựa chọn sơ bộ 2 - 3 phương án chiều dày tối thiểu, tương ứng vị trí có sự gia tăng trữ lượng đột biến;

- **Bước 2:** Đánh giá tính phù hợp của chỉ tiêu chiều dày tối thiểu đã lựa chọn ở bước 1 trên cơ sở phân tích mô hình công nghệ (theo phương pháp tương tự khu vực đã khai thác hoặc thiết kế sơ bộ quy trình khai thác đối với đối tượng chưa khai thác). Trên cơ sở mô hình công nghệ đã chọn, tiến hành đánh giá các chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế; từ kết quả này, lựa chọn chỉ tiêu chiều dày tối thiểu (M_{CN}).

3.2. Kết quả nghiên cứu một số mỏ than đặc trưng ở bể than Đông Bắc

➤ **Chỉ tiêu nhiệt lượng riêng làm việc:** Hiện nay do nhu cầu thị trường trong nước và xuất khẩu than nhiệt lượng thấp, TKV đã đưa ra tiêu chí than nhiệt lượng thấp là than khoáng có độ tro từ 40 - 50% và nhiệt lượng riêng làm việc thấp (Q_t^{lv}) từ 3500 đến 4000 Kcal/kg. Chỉ tiêu này tương đối phù hợp với tiêu chuẩn ASTM D388 - 92 của Mỹ quy định than LigniteB có nhiệt lượng riêng thấp trong trạng thái ẩm, không chất khoáng < 6300 Btu/Lb (3500 Kcal/kg), Ba Lan đối với than nâu có nhiệt lượng tối thiểu khi độ ẩm 50% là 6,5 MJ/kg (1550 kcal/kg) và Ấn Độ là 3400 kcal/kg.

Ở Việt Nam, than cám anthracit Mạo Khê (MK-11B) là 4250 Kcal/kg và Cẩm Phả - Hòn Gai (HG-11B) là 4400 Kcal/kg, tương ứng A^k là 40 - 50% [1, 4, 5].

Từ các dẫn liệu trên, để sử dụng tối đa nguồn tài nguyên than của bể Đông Bắc, nên chọn chỉ tiêu nhiệt lượng (Q_t^{lv}) ≥ 3500 cal/g làm ranh giới phân định than khoáng với đá vôi quanh, là chỉ tiêu nhiệt lượng làm việc thấp nhất cho phép để khoanh định các vỉa than tính trữ lượng, tài nguyên ở bể than Đông Bắc;

➤ **Chỉ tiêu độ tro tối đa:** Chỉ tiêu độ tro tối đa cho phép được luận giải phải thỏa mãn các điều kiện: i) Độ tro trung bình vỉa than (kể cả độ làm bẩn) tính trữ lượng/tài nguyên phải thỏa mãn điều kiện không làm giảm nhiệt lượng riêng làm việc của than nhiệt lượng thấp dưới mức tối thiểu cho phép đã đề cập ở trên (Q_t^{lv}) ≥ 3500 cal/g; ii) Phù hợp công nghệ sàng tuyển, nhằm bảo đảm than nguyên khai có độ tro cao, nhưng sau khi làm giàu vẫn thu được than hàng hóa đạt tiêu chuẩn theo yêu cầu đối với từng lĩnh vực sử dụng và phù hợp thị trường tiêu thụ trong nước và trên thế giới tại thời điểm đánh giá và iii) Giá thành khai thác kể cả sàng tuyển < giá bán than hàng hóa.

Sử dụng công thức (1) tính Q^{ch} theo $\overline{A^k}$ cho một số vỉa than, tương ứng với chỉ tiêu độ tro mẫu đơn A^k_{max} khác nhau, kết quả tổng hợp ở Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả xác định Q^{ch} theo $\overline{A^k}$ cho một số vỉa than ở bể Đông Bắc

TT	A^k (%)		Số hiệu vỉa than - mỏ than					
			V10- MK	VD- LT	V14- NH	V10- NH	V7- NH	V5- CG
1	40	$\overline{A^k}$ (%) Q_{ch} (Kcal/kg)	21,20 6040	20,20 6138				
2	45	$\overline{A^k}$ (%) Q_{ch} (Kcal/kg)	27,10 5490	21,50 6010				
3	50	$\overline{A^k}$ (%) Q_{ch} (Kcal/kg)	30,30 5072	21,70 5991				
4	55	$\overline{A^k}$ (%) Q_{ch} (Kcal/kg)	33,20 4734	22,20 5941	25,90 5557	24,01 5756	18,81 6270	20,70 6089
5	60	$\overline{A^k}$ (%) Q_{ch} (Kcal/kg)	44,70 3250	22,50 5110	27,59 5735	20,49 6110	27,59 5735	22,98 5862

Ghi chú: LT: Mỏ Lộ Trí; NH: Mỏ Ngã Hai; CG- Mỏ Cánh Gà



Từ Bảng 5, rút ra một số nhận xét sau:

- Nếu chọn chỉ tiêu A_{max}^K là 55%, thì giá trị trung bình độ tro toàn vỉa kể cả độ làm bẩn (\bar{A}^K) của các vỉa nghiên cứu tăng lên khá nhiều so với chỉ tiêu độ tro (A_{max}^K) là 40% hoặc 45%. Song, giá trị trung bình độ tro của vỉa kể cả độ làm bẩn (\bar{A}^K) đều nhỏ hơn 30% trừ V1- MK có $\bar{A}^K > 30\%$. Khi chọn chỉ tiêu độ tro A_{max}^K là 60%, giá trị độ tro trung bình của các vỉa tăng lên từ 1 - 2%, riêng V1- MK tăng lên 11,5%;

- Khi tăng chỉ tiêu độ tro mẫu đơn tối đa (A_{max}^K) từ 40% lên 55- 60%, độ tro trung bình của các vỉa than kể cả độ làm bẩn đều nhỏ hơn 30%. Nhiệt năng Q^{ch} tương ứng với độ tro (A_{max}^K) 55%, hoặc 60% đều lớn hơn Q_{min}^{ch} ($Q_{min}^{\text{ch}} \geq 3500$ Kcal/kg); riêng V10 - MK, chọn A_{max}^K là 55%, thì Q^{ch} tương ứng là 4730 Kcal/kg lớn hơn Q_{min}^{ch} , nếu chọn A_{max}^K bằng 60% thì Q^{ch} nhỏ hơn Q_{min}^{ch} , nhưng không nhiều;

- Nếu dựa vào chỉ tiêu Q^{ch} của than nhiệt năng thấp ≥ 3500 Kcal/kg, thì việc lựa chọn độ tro tối đa (A_{max}^K) là 55% hoặc 60% cho các vỉa than ở Đông Bắc (Quảng Ninh), cơ bản vẫn đảm bảo yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt năng đối với than năng lượng thấp ($Q_{min}^{\text{ch}} \geq 3500$ Kcal/kg), riêng các vỉa than thuộc mỏ Mạo Khê chỉ tiêu độ tro tối đa đáp ứng yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt lượng tối thiểu hợp lý là $A_{min}^K \leq 55\%$ ($Q_{min}^{\text{ch}} \geq 3500$ Kcal/kg);

➤ **Ảnh hưởng của độ tro đến việc đánh giá trữ lượng mỏ:** Độ tro có ảnh hưởng trực tiếp đến thể trọng (D) của than và do đó chỉ tiêu độ tro có ảnh hưởng trực tiếp đến trữ lượng than; đồng thời là thông số quan trọng trong đánh giá kinh tế mỏ.

Ở các mỏ than bể Đông Bắc (Quảng Ninh) mối quan hệ giữa D và độ tro (A^K) đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu [1, 4, 5]. Dưới đây trích dẫn kết quả xác định phương trình hồi quy diễn đạt sự phụ thuộc của thể trọng vào A^K ở một số mỏ than tiêu biểu:

- Vỉa dày Lộ Trí - mỏ Lộ Trí: $D = 1,35 + 0,0032 (\bar{A}^K)^2$ (5);

- Vỉa 10 – Mạo Khê: $D = 1,4501 + 0,0051 \bar{A}^K + 0,0001 (\bar{A}^K)^2$ (6).

Kết quả dự tính thể trọng than theo chỉ tiêu A^K lựa chọn cho các vỉa theo phương trình (5) hoặc (6) được tổng hợp ở Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả dự tính thể trọng than theo chỉ tiêu A_{max}^K lựa chọn

TT	Vỉa than	A_{max}^K (%)	D tính toán (T/m ³)
1	Vỉa dày - Lộ Trí	40	1,455
		45	1,465
		50	1,466
		55	1,470
		60	1,473
2	V 10 - Mạo Khê	40	1,603
		45	1,627
		50	1,696
		55	1,730
		60	1,878

Từ Bảng 6 cho thấy nếu tăng độ tro A_{max}^K tăng từ 40% lên 60% đối với các vỉa có độ tro trung bình thì D tăng lên không đáng kể (vỉa dày - Lộ Trí tăng 1,24%), ngược lại đối với các vỉa có độ tro cao thể trọng tăng lên khá lớn (vỉa 10 - Mạo Khê tăng 11,71%). Sự tăng D đồng nghĩa với tăng trữ lượng/tài nguyên, nhưng làm giảm chất lượng của than.

Khi thay đổi A_{max}^K , chiều dày và diện tích của vỉa tham gia tính trữ lượng sẽ thay đổi. Áp dụng mô hình tính toán thống kê do P.A.Rujov và V.M.Gudcov (П.А. Рыжов, В.М.Гудков) đề xuất năm 1966 [14] để dự báo trữ lượng than khi thay đổi chỉ tiêu A_{max}^K . Dưới đây trích dẫn kết quả tính toán thử nghiệm vỉa dày Lộ Trí và vỉa V10 - Mạo Khê:

- Vỉa dày Lộ Trí theo chỉ tiêu độ tro tối đa lựa chọn $A_{max}^K = 60\%$, chiều dày tối thiểu 0,8 m, trữ lượng than được khoanh nổi có diện tích trên bình đồ là 8.679×10^3 m².

Trữ lượng tính theo phương pháp Sêcăng:

$$Q_0 = S_{bd} \cdot M_{TN} \cdot K_t \cdot D_0 \cdot \text{Sec} \alpha \quad (7)$$

Trong đó: S_{bd} - Diện tích đo trên bình đồ đẳng trụ khoanh nổi theo chỉ tiêu lựa chọn $A_{max}^K = 60\%$, $M_{CN} = 0,8\text{m}$; M_{TN} - Tổng chiều dày tự nhiên trung bình của vỉa (83,7 m); K_t - Hệ số chứa than ($k_t = 0,37$); D

Thể trọng than ($D = 1,45$ T/m³); $\text{Sec} \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$; α - Góc dốc trung bình của vỉa than ($\alpha = 35^\circ$) [3, 8].

Trữ lượng/tài nguyên vỉa dày Lộ Trí tính toán theo thông số nêu trên đạt là 475,488 nghìn tấn.

Trữ lượng/tài nguyên than tương ứng với các ngưỡng A_{max}^K lựa chọn tính theo hàm phân bố gamma [1, 6] tổng hợp ở Bảng 7.

Bảng 7. Dự tính trữ lượng vỉa dày Lộ Trí theo chỉ tiêu A_{max}^K lựa chọn

TL/TN tính theo chỉ tiêu $A_{max}^K = 60\%$	A_{max}^K (%)	α	β	$\gamma (z)$	$Q_i(A_{max}^K) (10^3T)$
$Q_0 = 32306.10^3$	40	0,144	10,70	0,972	462.175
	45	"	"	0,978	465.028
	50	"	"	0,983	467.406
	55	"	"	0,991	471.209
	60	"	"	0,994	475.488

Từ Bảng 7 cho thấy nếu nâng chỉ tiêu độ tro (A_{max}^K) từ 40% lên 50%, trữ lượng/tài nguyên than tăng lên 5.231 ngàn tấn (tăng 1.13%) nếu nâng chỉ tiêu A_{max}^K lên 60%, trữ lượng/tài nguyên gia tăng 13.313 ngàn tấn (tăng 2,88%)

- Vĩa 10 Mạo Khê: Kết quả dự tính trữ lượng/tài nguyên than ở vĩa 10 - Mạo Khê theo nguyên tắc trên được tổng hợp ở Bảng 8.

Bảng 8. Dự tính trữ lượng/tài nguyên vĩa 10 - Mạo Khê theo chỉ tiêu A_{max}^K lựa chọn

TL/TN tính theo chỉ tiêu $A_{max}^K = 60\%$	A_{max}^K (%)	α	β	$\gamma (z)$	$Q_i(A_{max}^K) (10^3T)$
$Q_0 = 32306.10^3$	40	2,43	11,80	0,571	18.446,7
	45	"	"	0,650	20.998,9
	50	"	"	0,718	23.195,7
	55	"	"	0,776	25.069,5
	60	"	"	1,00	32.306,0

Từ Bảng 8 nhận thấy, khi tăng chỉ tiêu A_{max}^K từ 40% lên 50%, trữ lượng/tài nguyên tăng lên 25,74%, nếu tăng A_{max}^K lên 60%, trữ lượng/tài nguyên than tăng lên khá lớn 75,13%).

Từ kết quả trên, rút ra kết luận sau:

- Sự thay đổi chỉ tiêu độ tro A_{max}^K có ảnh hưởng lớn đến trữ lượng/tài nguyên than của các vĩa than nói riêng và trữ lượng/tài nguyên toàn mỏ nói chung. Sự gia tăng trữ lượng của các vĩa than phụ thuộc vào sự gia tăng chỉ tiêu độ tro tối đa; các vĩa than có độ tro trung bình $\bar{A}^K > 20\%$, khi nâng chỉ tiêu độ tro tối đa từ 40% lên 50% hoặc 55 - 60%, trữ lượng/tài nguyên gia tăng là khá lớn (V 10 - MK);

- Khi tăng chỉ tiêu độ tro A_{max}^K mẫu đơn lên 50 - 60%, chiều dày vĩa than tăng lên và cấu trúc vĩa đơn giản hơn (do loại bỏ bớt lớp kẹp), nghĩa là khai thác thuận tiện hơn, do đó năng suất lao động tăng và giá thành khai thác sẽ giảm;

- Khi nâng chỉ tiêu độ A_{max}^K lên 50 - 60 %, chất lượng than có giảm đi, nhưng hầu hết chất lượng than nguyên khai đều đáp ứng yêu cầu của than nhiệt lượng thấp, khi qua sàng tuyển vẫn đạt được than thương phẩm theo yêu cầu của thị trường.

➤ Xác lập chỉ tiêu chiều dày tối thiểu của vĩa và chiều dày tối đa của lớp đá kẹp Chỉ tiêu chiều dày vĩa than tham gia tính trữ lượng, tài nguyên hoặc lớp đá kẹp được xác định trên cơ sở phối hợp các yếu tố sau:

- Điều kiện kỹ thuật công nghệ khai thác hiện tại và tương lai;

- Kinh nghiệm và thực tế khai thác ở một số mỏ than của Việt Nam và tham khảo chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than đá ở một số nước;

- Giá thành khai thác \leq giá bán tại thời điểm đánh giá;

- Sự gia tăng trữ lượng/tài nguyên khi thay đổi chỉ tiêu chiều dày công nghiệp tối thiểu;

- Sự gia tăng trữ lượng/tài nguyên khi giảm chỉ tiêu chiều dày tối thiểu.

- Sự thay đổi trữ lượng/tài nguyên và chất lượng than khi thay đổi chỉ tiêu chiều dày tối đa của lớp kẹp.

Thông thường chỉ tiêu chiều dày tối thiểu và chiều dày lớp đá kẹp tối đa được xác định theo công nghệ khai thác và hiệu quả áp dụng công nghệ đó. Vì vậy, việc đánh giá chi tiết để lựa chọn chỉ tiêu chiều dày tối thiểu chính thức phải được tiến hành cho từng mỏ cụ thể. Trong bài báo, tác giả chỉ tiến hành luận giải về khả năng gia tăng trữ



lượng đối với các vỉa than khi giảm chỉ tiêu chiều dày tối thiểu; kết hợp với thực tế khai thác ở bể than Đông Bắc, chủ yếu tham khảo các mỏ than ở Quảng Ninh để đề xuất chỉ tiêu chiều dày tối thiểu (M_{\min}) và lựa chọn chỉ tiêu chiều dày lớp đá kẹp tối đa.

Theo Lê Đỗ Bình, Nguyễn Phương và nnk [1], thông số chiều dày vỉa than ở Quảng Ninh chủ yếu phân bố theo hàm gamma, nên có thể sử dụng mô hình thống kê dựa trên cơ sở quy nạp thông số chiều dày vỉa dưới dạng phân bố gamma không đầy đủ [14] để dự báo trữ lượng theo chỉ tiêu M_{\min} lựa chọn.

Dưới đây trích dẫn kết quả dự báo trữ lượng - tài nguyên (TN - TL) cho vỉa V7 mỏ Cánh Gà - Vàng Danh (CG - VD).

Trữ lượng/tài nguyên của V7 ứng với chỉ tiêu $A_{HH}^K \leq 40\%$. Chiều dày vỉa tự nhiên ($M_{TN} = 7,32$ m), chiều dày các lớp than ($M_{LT} = 6,7$ m) và hệ số chứa than ($K_t = 0,91$), góc dốc trung bình là 30° , S diện tích trên bình đồ 608.109 m^2 [1].

Sử dụng công thức (7) để tính trữ lượng/tài nguyên than của V7 là 7.624 ngàn tấn.

Kết quả dự tính trữ lượng/tài nguyên theo mô hình thống kê hàm gamma tương ứng với chỉ tiêu M_{\min} lựa chọn tổng hợp ở Bảng 9.

Bảng 9. Dự tính trữ lượng/tài nguyên V7 mỏ CG - VD theo chỉ tiêu M_{\min} lựa chọn

Tổng TN/TL $Q_0 = (10^3 T)$	M_{\min} (m) lựa chọn	Thông số hàm gamma			Giá trị hàm $\gamma(z)$	TN/TL tương ứng M_{\min} $Q_i = Q_0 [1 - \gamma(z)] (10^3 T)$
		α	β	$z = \frac{x}{\beta}$		
7624.10 ³ tấn	0,2	0,11	2,17	0,092	0,007	7090
	0,3	0,11	2,17	0,138	0,097	6884
	0,4	0,11	2,17	0,134	0,128	6648
	0,5	0,11	2,17	0,230	0,165	6366
	0,6	0,11	2,17	0,276	0,20	6099
	0,7	0,11	2,17	0,322	0,235	5832
	0,8	0,11	2,17	0,369	0,268	5581
	1,1	0,11	2,17	0,415	0,295	5375

Bảng 9 cho thấy, sự gia tăng trữ lượng/tài nguyên của vỉa than phụ thuộc vào sự thay đổi theo hướng giảm chiều dày tối thiểu vỉa than tham gia tính trữ lượng.

Theo [1, 5], các vỉa có chiều dày biến đổi không ổn định, mức độ gia tăng trữ lượng/tài nguyên than khi giảm chiều dày tối thiểu từ 0,8 m (hoặc 1,0 m) xuống 0,5 m tăng không quá 10%, nếu xuống 0,3 m tăng không quá 20%. Các vỉa có chiều dày biến đổi tương đối ổn định, mức độ gia tăng trữ lượng/tài nguyên khi giảm chiều dày tối thiểu là rất đáng kể. Nếu giảm chỉ tiêu chiều dày từ 0,8 m đến 0,5 m, thì trữ lượng/tài nguyên than tăng trung bình 10 - 20%, cá biệt có vỉa gia tăng 39 đến 40% (V10 - Mạo Khê); khi giảm chỉ tiêu chiều dày xuống 0,3 m thì trữ lượng gia tăng là rất đáng kể, trung bình 15 - 30%, có vỉa tới 74% (V10 - Mạo Khê). Như vậy, nếu giảm chỉ tiêu xuống 0,5 m hoặc 0,3 m thì tài nguyên than (tài nguyên xác định) và trữ lượng

cơ sở (trữ lượng địa chất) tăng lên khá lớn; tuy nhiên, chỉ tiêu chiều dày này chưa phù hợp với điều kiện công nghệ và kỹ thuật khai thác than ở bể Đông Bắc.

Đối với bể than Đông Bắc, hầu hết các báo cáo kết quả thăm dò không sử dụng chỉ tiêu chiều dày tối đa lớp đá kẹp cho phép, thường sử dụng thêm chỉ tiêu đối với các vỉa có cấu trúc phức tạp [3, 8]. Trên cơ sở tổng hợp tài liệu từ các công trình trước [3, 8, 9], kết hợp thực tế khai thác, thì chiều dày tối đa lớp đá kẹp cho phép hợp lý nhất là 1,0 m.

➤ Độ sâu tối đa tính trữ lượng, tài nguyên

Đến thời điểm hiện nay chưa có công trình nào nghiên cứu hết được địa tầng dự kiến chứa than, trên cơ sở xác định tầng đá vôi lót đáy ở khu vực Hà Tu và Cọc Sáu, kết hợp với công tác đồng danh nổi vỉa nội suy các đối tượng là các vỉa than ở các khu vực lân cận cho thấy, các vỉa than tồn tại tối đa ở mức -1.000m, tuy nhiên các vỉa than có giá trị



công nghiệp chỉ đến mức -900 m (Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm) hoặc đến - 700 m (Núi Béo - Hà Lâm - Bình Minh và Mông Dương - Bắc Cọc Sáu); đối với dải than Bảo Đài, các vỉa than công nghiệp tập trung chủ yếu mức -600 m trở lên. Mặt khác các công trình điều tra đánh hoặc thăm dò than giá mức dưới - 350 m trên bể than còn rất hạn chế. Với tài liệu nêu trên, độ sâu hợp lý nhất lựa chọn để thăm dò tính trữ lượng trên bể than Đông Bắc là đến mức - 700 m, công tác điều tra đánh giá tài nguyên đến mức - 1000 m.

3.3. Đề xuất các chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than bể Đông Bắc

Tổng hợp tài liệu từ các công trình trước [1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 12], kết hợp tài liệu nghiên cứu ở trên, tác giả đề xuất chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than cho các mỏ than thuộc bể than Đông Bắc như Bảng 10.

Bảng 10. Đề xuất chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than cho bể than Đông Bắc

STT	Chỉ tiêu và đơn vị tính	Trữ lượng	Tài nguyên
1	Độ tro tối đa của lớp than kể cả độ làm bẩn (A_{max}^k %)	$\leq 45 - 50$	$\leq 50 - 55$
2	Chiều dày tối thiểu kể cả lớp kẹp (m)	$\geq 0,6 - 1,0$	0,5 - 0,6
3.	Chiều dày tối đa lớp đá kẹp (m)	1,0	1,0
4	Cột cao độ sâu tối đa (m)	- 700	- 1.000

Khi tiến hành công tác thăm dò, cần sử dụng chỉ tiêu đề xuất trong Bảng 10 để khoanh nổi vỉa than công nghiệp, dự tính trữ lượng/tài nguyên; là cơ sở đề xuất mục tiêu trữ lượng, lựa chọn mạng lưới bố trí công trình và xác định khối lượng các dạng công việc khi lập Đề án thăm dò tương ứng từng đối tượng cụ thể. Sau khi kết thúc công tác thăm dò, để lập Báo cáo thăm dò cần tiến hành luận giải lại chỉ tiêu trên cơ sở tài liệu thu được trong quá trình thăm dò, phương án khai thác dự

kiến và lĩnh vực dự kiến sử dụng than chủ yếu ứng với từng mỏ cụ thể.

4. KẾT LUẬN

➤ Bài báo đã phân tích những bất cập của việc sử dụng chỉ tiêu tính trữ lượng than ở bể than Đông Bắc trong thời gian qua, từ đó cho thấy việc nghiên cứu xây dựng chỉ tiêu công nghiệp tính trữ lượng, tài nguyên than bể Đông Bắc (Quảng Ninh) là hết sức cần thiết;

➤ Các chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than cần tuân theo 02 nguyên tắc cơ bản để xây dựng: i) Đánh giá tối đa tài nguyên than trong lòng đất và ii) Phải trên cơ sở phân tích, tính toán theo các phương án chỉ tiêu (chiều dày, độ tro, độ sâu) khác nhau;

➤ Nếu dựa vào chỉ tiêu Q^{ch} của than nhiệt lượng thấp ≥ 3500 Kcal/kg, tương ứng chọn chỉ tiêu độ tro theo mẫu đơn tối đa (A_{max}^k) là 55% hoặc 60%, riêng các vỉa than thuộc mỏ Mạo Khê chỉ tiêu độ tro theo mẫu đơn tối đa (A_{max}^k) $\leq 55\%$. Khi tăng chỉ tiêu độ tro A_{max}^k mẫu đơn lên 50 - 60%, chiều dày vỉa than tăng lên và cấu trúc vỉa đơn giản hơn, do đó khai thác sẽ thuận tiện hơn, năng suất lao động tăng và giá thành khai thác sẽ giảm;

➤ Sự thay đổi chỉ tiêu độ tro mẫu đơn tối đa (A_{max}^k) có ảnh hưởng lớn đến trữ lượng/tài nguyên than của mỏ. Sự gia tăng trữ lượng của các vỉa than phụ thuộc vào sự gia tăng chỉ tiêu độ tro tối đa; các vỉa than có độ tro trung bình $\bar{A}^k > 20\%$, khi nâng chỉ tiêu độ tro tối đa từ 40% lên 50% hoặc 55 - 60%, trữ lượng/tài nguyên gia tăng rất đáng kể; chất lượng than có giảm đi ít nhiều, nhưng hầu hết chất lượng than nguyên khai đều đáp ứng yêu cầu với than nhiệt lượng thấp; qua sàng tuyển vẫn đạt được than thương phẩm theo yêu cầu của thị trường;

➤ Để phù hợp với đặc điểm địa chất vỉa than, điều kiện khai thác mỏ hiện nay và lĩnh vực sử dụng than theo yêu cầu của thị trường, chỉ tiêu sử dụng để tính trữ lượng than đối với độ tro tối đa kể cả độ làm bẩn (A_{max}^k) $\leq 45 - 50\%$, chiều dày tối thiểu kể cả lớp kẹp $\geq 0,6 - 1,0$ m, chiều dày tối đa lớp đá kẹp là 1,0 m và cột độ sâu tối đa - 700 m. Đối với tài nguyên xác định, độ tro tối đa kể cả độ làm bẩn (A_{max}^k) $\leq 50 - 55\%$, chiều dày tối thiểu kể



cả lớp kẹp $\geq 0,5 - 0,6$ m, chiều dày tối đa lớp đá kẹp 1,0 m và cột độ sâu tính đến -1.000 m;

➤ Những điểm mới:

- Áp dụng tổ hợp phương pháp nghiên cứu định tính và định lượng trong xử lý tài liệu thăm dò, khai thác than ở một số mỏ đặc trưng; từ đó đề xuất chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than (độ tro, chiều

dày, cột độ sâu) bể Đông Bắc có luận cứ khoa học và tài liệu thực tế minh chứng;

- Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần tăng cường công tác quản lý nhà nước trong lĩnh vực tài nguyên khoáng sản nói chung, than khoáng nói riêng; đồng thời góp phần nâng cao giá trị sử dụng nguồn tài nguyên than của bể Đông Bắc □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Đỗ Bình, Nguyễn Phương, Nguyễn Đồng Hưng & nnk. (2006). Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán học để mô tả sự phụ thuộc trữ lượng với các chỉ tiêu công nghiệp (chiều dày, độ tro) trong đánh giá tài nguyên - trữ lượng than Quảng Ninh. *Lưu trữ Công ty Địa chất Mỏ*, Quảng Ninh.
2. Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - TKV (2006). Quy hoạch phát triển công tác khảo sát, thăm dò địa chất TKV phục vụ Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam giai đoạn 2006 - 2015 có xét đến triển vọng 2025. *Lưu trữ Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam*, Hà Nội.
3. Công ty Địa chất mỏ Quảng Ninh - TKV. Các báo cáo thăm dò các mỏ than Quảng Ninh từ trước đến 2014. *Lưu trữ Công ty Địa chất Mỏ*, Quảng Ninh và *Trung tâm thông tin tư liệu Địa chất*, Hà Nội.
4. Đồng Văn Nhì, Nguyễn Phương & nnk. (1994). Đánh giá địa chất kinh tế bể than Quảng Ninh. *Chuyên đề thuộc đề tài “Đánh giá địa chất kinh tế khoáng sản vùng Đông Bắc”*. *Lưu trữ địa chất*, Hà Nội.
5. Nguyễn Phương, Lê Đỗ Bình, Nguyễn Sỹ Quý (1993), Về trữ lượng tiềm năng và khả năng gia tăng trữ lượng thu hồi trên các mỏ than Quảng Ninh. *Tuyển tập Công trình Khoa học Trường Đại học Mỏ - Địa chất lần thứ XIX*. Hà Nội.
6. Nguyễn Phương (1994). *Phân chia hệ thống thứ bậc cấu trúc không đồng nhất trong bể than Quảng Ninh để giải quyết đúng đắn những vấn đề phương pháp thăm dò và đánh giá kinh tế tài nguyên than trong bể than*. Luận án Phó tiến sĩ Khoa học Địa lý - Địa chất. *Lưu trữ thư viện Quốc Gia*, Hà Nội.
7. Nguyễn Phương, Phạm Tuấn Anh, Đào Như Chức, Đào Minh Chúc (2017). Một số kết quả mới từ tổng hợp tài liệu và đề xuất định hướng công tác nghiên cứu tiếp ở bể than Đông Bắc. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất*. Tập 58 - Kỳ 1.
8. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2010 – 2020). Các báo cáo thăm dò than giai đoạn từ 2015 đến 2022. *Lưu trữ trung tâm thông tin Tư liệu Địa chất*. Hà Nội.
9. Nguyễn Ái Thụ (cb) và nnk (2004). Báo cáo kết quả đề tài “Xác lập các luận cứ khoa học xây dựng các chỉ tiêu tính trữ lượng - tài nguyên các mỏ than khoáng Việt Nam”. *Lưu Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam*. Hà Nội.
10. Friedrich - Wilhelm Wellmer (1989). *Statistical Evaluations in Exploration for Mineral Deposits. Urheberrechtlich geschütztes Material*. Germany.
11. V. I. Kuzmin (1966). *Hình học hóa và tính trữ lượng khoáng sản rắn*. “Недра”, Moskva. (Bản tiếng Nga).
12. Mironov (1977). *Cơ địa chất thăm dò các mỏ than*. “Недра”. Moskva. (Bản tiếng Nga).
13. P.A. Ruziop (1964). *Hình học hóa lòng đất*. “Недра”. Moskva. (Bản tiếng Nga).
14. Рыжов П.А., Гудков В.М. (1966). *Применение математической статистики при разведка недр*. Изд: “Недра”. Москва. 234 с.
15. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2007). *Quyết định số 25/2007/QĐ - BTNMT Quy định về thăm dò, phân cấp trữ lượng, tài nguyên than*. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Hà Nội.

RESEARCH ON ESTABLISHING APPROPRIATE INDUSTRIAL CRITERIA IN COAL RESERVE/RESOURCE ASSESSMENT IN THE DONG BAC COAL BASIN, VIETNAM

Phuong Nguyen^{1,*}, Dung Dai Tran², Dong Phuong Nguyen³
An Manh Do³, Hung The Khuong³

¹Federation of Geological Associations, 6 Pham Ngu Lao, Ha Noi, Vietnam

²Department of Mineral Resources of Vietnam, 10 Ton That Thuyet, Ha Noi, Vietnam

³Hanoi University of Mining and Geology, 18 Pho Vien, Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 10/3/2024

Revised: 30/4/2024

Accepted: 10/5/2024

^{1,*} Corresponding author:

Email: phuong_mdc@yahoo.com

ABSTRACT

Mineral coal stands as a non-renewable resource currently playing a pivotal role in the energy industry and is irreplaceable. Hence, beyond expanding exploration and prospecting, the challenge lies in enhancing the efficiency of exploiting existing coal mines. This task proves to be formidable in resource assessment, ensuring the sustainability of resource management and exploitation. The criteria previously used for estimating coal reserves in the Northeastern coal basin have not been truly suitable for the actual conditions and the varied industrial requirements for coal. Thus, there is a need to conduct research to establish appropriate industrial criteria for coal reserves/resources. The research employs a combination of synthesis methods, literature review, multivariate regression analysis, and modeling techniques to establish criteria for industrial coal reserve/resource estimation. The study's findings reveal that the increase in coal reserves/resources in the Northeastern coal basin closely depends on changes in the minimum thickness criterion (M_{min}) and the maximum ash content (A_{max}^K). Ash content and variations in coal ash content (σ_H) not only impact the results of reserve/resource estimation and result reliability but also significantly influence mining technology and screening processes. The industrial criteria used in coal reserve estimation should be adjusted, specifically the calorific value criterion ($Q_{gr}^d \geq 3500$ cal/g, corresponding to the maximum ash content, including impurities ($A_{max}^K \leq 45-50\%$, minimum thickness, including the stone intercalation, should be $\geq 0.6-1.0$, and the maximum depth to $-700m$. Regarding resources, the maximum ash content, including impurities (A_{max}^K), should be $\leq 50-60\%$, minimum thickness, including the stone intercalation, should be $\geq 0.5-0.6$ m, and the maximum depth should be $-1000m$. The research results not only contribute to optimizing the management and exploitation of coal in the Northeastern basin but also establish theoretical foundations and policies supporting sustainable development in the coal industry for the future.

Keywords: Coal Industrial Criteria, Coal Reserve/Resource, Northeast Coal Basin of Vietnam

@ Vietnam Mining Science and Technology Association