

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXI SỐ 4-2022



» MỘT SỐ Ý KIẾN VỀ LUẬT KHOÁNG SẢN VÀ CÁC LUẬT LIÊN QUAN ĐẾN KHOÁNG SẢN

» PHÂN LOẠI ĐÁ VÁCH PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐIỀU KHIỂN ÁP LỰC MỎ Ở CÁC MỎ THAN HẦM LÒ QUẢNG NINH

» HIỆN TRẠNG VÀ CÁC GIẢI PHÁP ĐỂ HOÀN THIỆN CƠ CHẾ TÀI CHÍNH HỖ TRỢ HOẠT ĐỘNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ Ở VIỆT NAM

MỤC LỤC

□ TIÊU ĐIỂM

- ❖ Một số ý kiến về Luật Khoáng sản và các luật liên quan đến khoáng sản Nguyễn Cảnh Nam 4

□ KHAI THÁC MỎ

- ❖ Phân loại đá vách phục vụ công tác điều khiển áp lực mỏ ở các mỏ than hầm lò Quảng Ninh Phùng Mạnh Đắc và nnk 11
- ❖ Các giải pháp xử lý bờ trụ mỏ Na Dương đảm bảo an toàn cho công trình trên bề mặt và khai thác xuống sâu Lê Bá Phước và nnk 19

□ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

- ❖ Nghiên cứu tính toán tác động của tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Thế Mộc Chân 27
- ❖ Một số giải pháp thi công đào chống lò qua phay và kinh nghiệm áp dụng trong thực tế tại mỏ than Mạo Khê Đào Việt Đoàn, Lê Thanh Phương 35

□ TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ❖ Nghiên cứu thành phần vật chất và định hướng công nghệ tuyển quặng Serixit ở Tà Xùa, Bắc Yên, Sơn La Hồ Ngọc Hùng, Đông Văn Đồng 42
- ❖ Nghiên cứu tái chế đá thải mỏ của Công ty than Mạo Khê-TKV thành nguyên liệu sản xuất gạch không nung Nguyễn Thị Phương 46

□ CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp giảm tình trạng mất đối xứng trong hệ thống cung cấp điện tại các xí nghiệp mỏ Phạm Trung Sơn 51
- ❖ Xây dựng hàm truyền cho mô hình cáp treo trên máy khoan xoay cầu CBLJ - 250 Phạm Thanh Liêm và nnk 56
- ❖ Mô phỏng ảnh hưởng của góc đặt và góc xoắn quạt gió cục bộ dùng trong mỏ than hầm lò Nguyễn Đăng Tấn và nnk 61

□ THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Một số vấn đề môi trường cần quan tâm khi khai thác quặng sắt ở Yên Bái Đỗ Văn Bình, Lê Minh Long 67

□ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ❖ Đặc điểm quặng hóa và các yếu tố khống chế quặng đồng vùng Biển Động- Quý Sơn, Bắc Giang Lê Thị Thu 73
- ❖ Đặc điểm nguồn nước khoáng nóng Kon Đào, Đăkto, Kon Tum và một số vấn đề an toàn, định hướng khai thác, sử dụng Đỗ Văn Bình và nnk 79

□ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Hiện trạng và các giải pháp để hoàn thiện cơ chế tài chính hỗ trợ hoạt động sử dụng năng lượng hiệu quả ở Việt Nam Trần Thanh Liễu, Nguyễn Thăng Long 83
- ❖ Thực trạng, thách thức, cơ hội và giải pháp thúc đẩy hoạt động của các công ty dịch vụ năng lượng (ESCO) Trần Thanh Liễu 89

□ SÁNG KIẾN, CẢI TIẾN - CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

- ❖ Chuyển đổi số- Những bước đi và thành quả ban đầu của Nhóm Lâm Đồng Ngọc Kiên 94

□ TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Lê Kim Bảng tròn 75 tuổi CNM 98
- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Nguyễn Cảnh Nam tròn 70 tuổi CNM 99
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 100

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUYỄN. HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGND. VÕ TRỌNG HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUYỄN. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của:

Trường Đại học Mỏ - Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ - Luyện kim;
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomín;
Viện Dầu khí

Giấy phép xuất bản số:

376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Máy bốc dỡ than tại cảng than Nhà máy Nhiệt điện Sông Hậu 1- Sản phẩm đề tài nghiên cứu của Viện Nghiên cứu Cơ khí (Narime) (Ảnh Ngọc Kiên)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436

* Nộp lưu chiểu: Tháng 8 năm 2022

CONTENTS

FORCUS

- ❖ Some comments on Law on minerals and minerals related laws Nguyen Canh Nam 4

MINING

- ❖ Classification of roof rock for mine pressure control in Quang Ninh underground coal mines Phung Manh Duc et al 11
- ❖ The solutions for treatment the Na Duong coal pit mine's foot wall to ensure safety for surface constructions and deep mining Le Ba Phuc et al 19

UNDERGROUND AND MINING CONSTRUCTION

- ❖ Study on calculating the impact of earthquake loads on the tunnel lining Do Ngoc Thai, Nguyen The Moc Chan 27
- ❖ Some solutions for support during roadway excavation through the faults and applications in the Mao Khe coal mine Dao Viet Doan, Le Thanh Phuong 35

MINERAL BENEFICIATION AND PROCESSING

- ❖ Research on mineral composition and technology orientation for recruitment of sericite ore deposit in Ta Xua, Bac Yen, Son La Ho Ngoc Hung, Dong Van Dong 42
- ❖ Research on waste stone recycling in Vinacomin- Mao Khe coal company to become material for unburned brick production Nguyen Thi Phuong 46

MECHANICAL ENGINEERING AND MINING ELECTROMECHANICS

- ❖ Research and proposal solutions to reduce the asymmetry in power supply system at mining enterprises Pham Trung Son 51
- ❖ Development of a transmission function for a cable model system on the drilling machine C5W – 250 Pham Thanh Liem et al 56
- ❖ Simulation of influence of setting and twist angles of local fan used in underground coal mines Nguyen Dang Tan et al 61

VENTILATION, SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

- ❖ Some environmental issues need to concern when exploiting iron ore in Yen Bai Do Van Binh, Le Minh Long 67

GEOMECHANICS, GEOINFORMATICS, GEOLOGY, GEODESY

- ❖ Mineralogical and geochemical characteristics and copper mineralization bearing geological elements in the Bien Dong-Quy Son area, Bac Giang province Le Thi Thu 73
- ❖ Characteristics of hot mineral water in Kon Dao, Dakto, Kon Tum and some safety issues, orientation of exploiting and using Do Van Binh et al 79

ECONOMY, MANAGEMENT

- ❖ Current status and solutions to improve the financial mechanism to support energy efficiency activities in Vietnam Tran Thanh Lien, Nguyen Thang Long 83
- ❖ Current status, challenges, opportunities and solutions to promote the activities of energy service companies (ESCO) Tran Thanh Lien 89

INNOVATION- NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

- ❖ Digital transformation- Lam Dong Aluminum company's initial steps and results Ngoc Kien 94

NEWS AND EVENTS

- ❖ Happy 75th birthday Mr. Le Kim Bang CNM 98
- ❖ Happy 70th birthday Mr. Nguyen Canh Nam CNM 99
- ❖ Vietnam mining industry's news CNM 100

EDITOR MANAGER

DR. TA NGOC HAI

EDITOR - ADMINISTRATOR

ENG. TRAN VAN TRACH

EDITORIAL BOARD

DR. NGUYEN BINH
ASSOC. PROF. DR. PHUNG MANH DAC
DR.SC. ĐINH NGOC DANG
ASSOC. PROF. DR. HO SI GIAO
PROF. DR. VO TRONG HUNG
DR. NGUYEN HONG MINH
ASSOC. PROF. VO CHI MY
ASSOC. PROF. DR. NGUYEN CANH NAM
ENG. DAO VAN NGAM
DR. DAO DAC TAO
PROF. DR. TRAN MANH XUAN

EDITORIAL OFFICE

655 Pham Van Dong St.,
Bac Tu Liem Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Published in collaboration with:

Hanoi University of Mining and Geology, National Institute of Mining-Metallurgy Science and Technology, Institute of Mining Science and Technology- Vinacomin, Vietnam Petroleum Institute

License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and Communications, issued on July 13 th, 2016

Printed at Tran Gia Printing and Trading Company Ltd.
Phone: 02437326436
Legally deposited: In August 2022



NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN TÁC ĐỘNG CỦA TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT LÊN KẾT CẤU CHỐNG GIỮ ĐƯỜNG HẦM

Đỗ Ngọc Thái

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Nguyễn Thế Mộc Chân

Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải

Email: dongocthai@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, đường hầm đóng vai trò rất quan trọng trong hệ thống giao thông và cơ sở hạ tầng của đô thị. Sự mất ổn định của đường hầm sẽ gây ảnh hưởng đến độ an toàn, ổn định của hệ thống giao thông và cơ sở hạ tầng đô thị. Từ các trận động đất gần đây cho thấy, đường hầm chịu tác động của tải trọng động đất, thậm chí các trận động đất cường độ tác động mạnh có thể gây phá hủy đường hầm, do đó việc thận trọng trong thiết kế kết cấu chống giữ đường hầm chịu động đất là rất quan trọng. Các đường hầm chịu tác động động đất thì điều kiện tiếp xúc giữa kết cấu chống vò hầm với khối đất xung quanh xảy ra hai trường hợp là trượt toàn phần (full-slip) và không trượt (no-slip). Bài báo trình bày ảnh hưởng của tải trọng động đất tác động lên đường hầm và phương pháp tính tác động của tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm.

Từ khóa: công trình ngầm, đường hầm, vỏ chống đường hầm, động đất, phân tích địa chấn

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công tác xây dựng công trình ngầm đang phát triển để đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế đất nước, đặc biệt là các đường hầm giao thông, đường hầm dẫn nước của nhà máy thủy điện hay các đường lò khai thác khoáng sản có ích. Trong những năm gần đây, tại các thành phố lớn như thủ đô Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh đang triển khai dự án xây dựng các tuyến đường hầm tàu điện ngầm để đáp ứng nhu cầu giao thông công cộng của thành phố. Trong thời gian tồn tại, các đường hầm có thể chịu tác động của nhiều loại hình tải trọng khác nhau, từ bên trong đường hầm hoặc từ môi trường khối đất xung quanh, trong đó có tải trọng gây ra do động đất.

Theo sơ đồ phân vùng động đất trên lãnh thổ Việt Nam thì nhiều khu vực có khả năng xảy ra động đất, thậm chí một số vùng thuộc khu vực phía Bắc có khả năng xảy ra động đất cấp VIII (6,0÷6,8 độ Richter). Năm 1983, Hà Nội bị ảnh hưởng của dư chấn động đất cường độ 4÷5 độ Richter. Thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh phía Nam, từ năm 2005 đến nay đã xảy ra hàng loạt trận động đất. Trong thực tế đã có nhiều sự cố phá hủy đường hầm do động đất đã được ghi nhận trên thế giới, ví dụ trận động đất ở Kobe, Nhật Bản năm 1995;

Chi Chi, Đài Loan năm 1999; Bolu, Thổ Nhĩ Kỳ năm 1999; Baladeh, Iran năm 2004; gần đây là Tứ Xuyên, Trung Quốc năm 2008,... cho thấy sự cần thiết phải đánh giá khả năng mất ổn định của đường hầm trong điều kiện chịu tác động của tải trọng động đất.

Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của tác động tải trọng động đất đến kết cấu chống giữ đường hầm và phương pháp tính toán kết cấu chống giữ đường hầm chịu tác động của động đất trong điều kiện xuất hiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vò hầm với khối đất xung quanh (full-slip) và điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vò hầm với khối đất xung quanh (no-slip) làm cơ sở cho công tác thiết kế kết cấu chống giữ đường hầm, nâng cao chất lượng xây dựng.

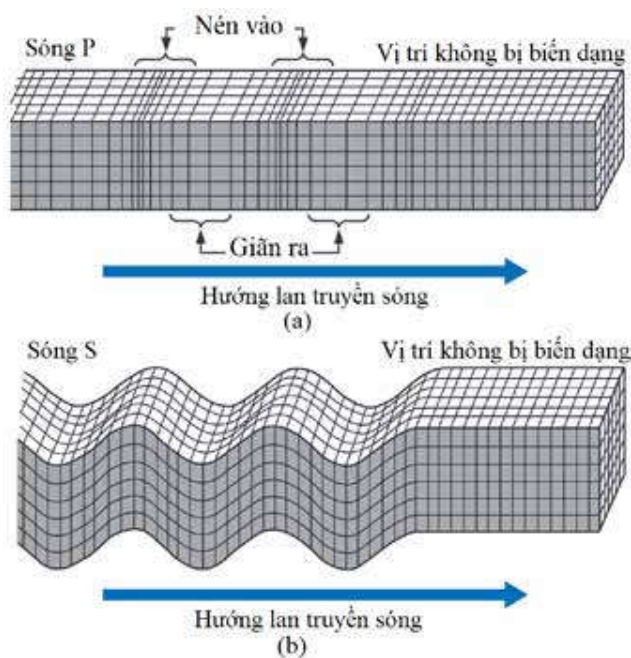
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Ảnh hưởng của tải trọng động đất đến kết cấu chống giữ đường hầm

Động đất là hiện tượng dao động rất mạnh nền đất xảy ra khi một nguồn năng lượng lớn được giải phóng trong thời gian rất ngắn do sự nứt rạn đột ngột trong phần vỏ của trái đất. Trung tâm của các chuyển động địa chấn, nơi phát ra năng

lượng được quy về một điểm được gọi là chấn tiêu [1]. Năng lượng giải phóng từ chấn tiêu được lan truyền tới bề mặt trái đất dưới dạng sóng. Có 3 loại sóng đàn hồi cơ bản gây ra chấn động làm phá hủy công trình xây dựng. Trong đó có 2 loại sóng có thể truyền từ chấn tiêu qua nền đá cứng ra môi trường bao quanh được gọi là sóng khối, còn loại sóng chỉ lan truyền trong vùng sát mặt đất thì được gọi là sóng mặt.

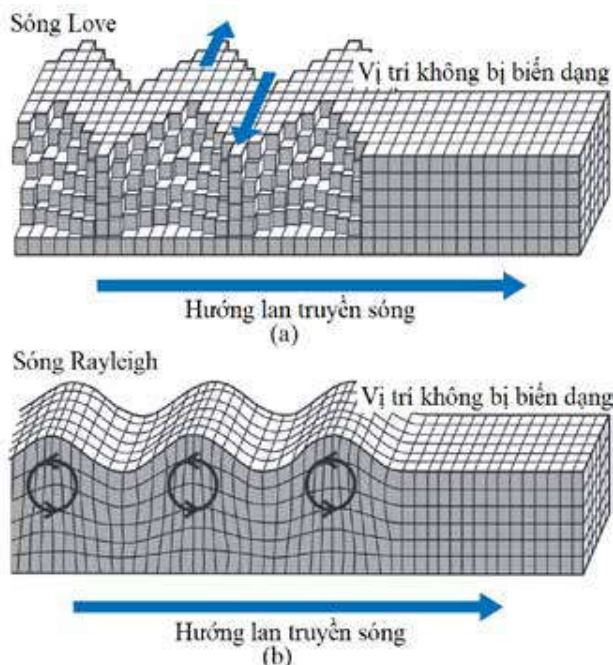
- Sóng khối bao gồm hai loại khác nhau là sóng dọc và sóng ngang: Sóng dọc được lan truyền nhờ sự thay đổi thể tích vật chất, gây ra biến dạng kéo và nén trong lòng đất, sóng dọc còn được gọi là sóng sơ cấp ký hiệu là P. Hướng chuyển động của các hạt vật chất trùng với hướng di chuyển của sóng. Sóng ngang có hướng chuyển động của các hạt vật chất vuông góc với hướng di chuyển của sóng, sóng ngang gây ra hiện tượng xoắn và cắt. Vì vậy sóng ngang còn có tên gọi là sóng cắt hay sóng thứ cấp, ký hiệu là S. Biến dạng của nền đất do sóng khối gây ra được thể hiện trên Hình H.1.



H.1. Biến dạng nền đất do sóng khối gây ra: a - Sóng P; b - Sóng Q

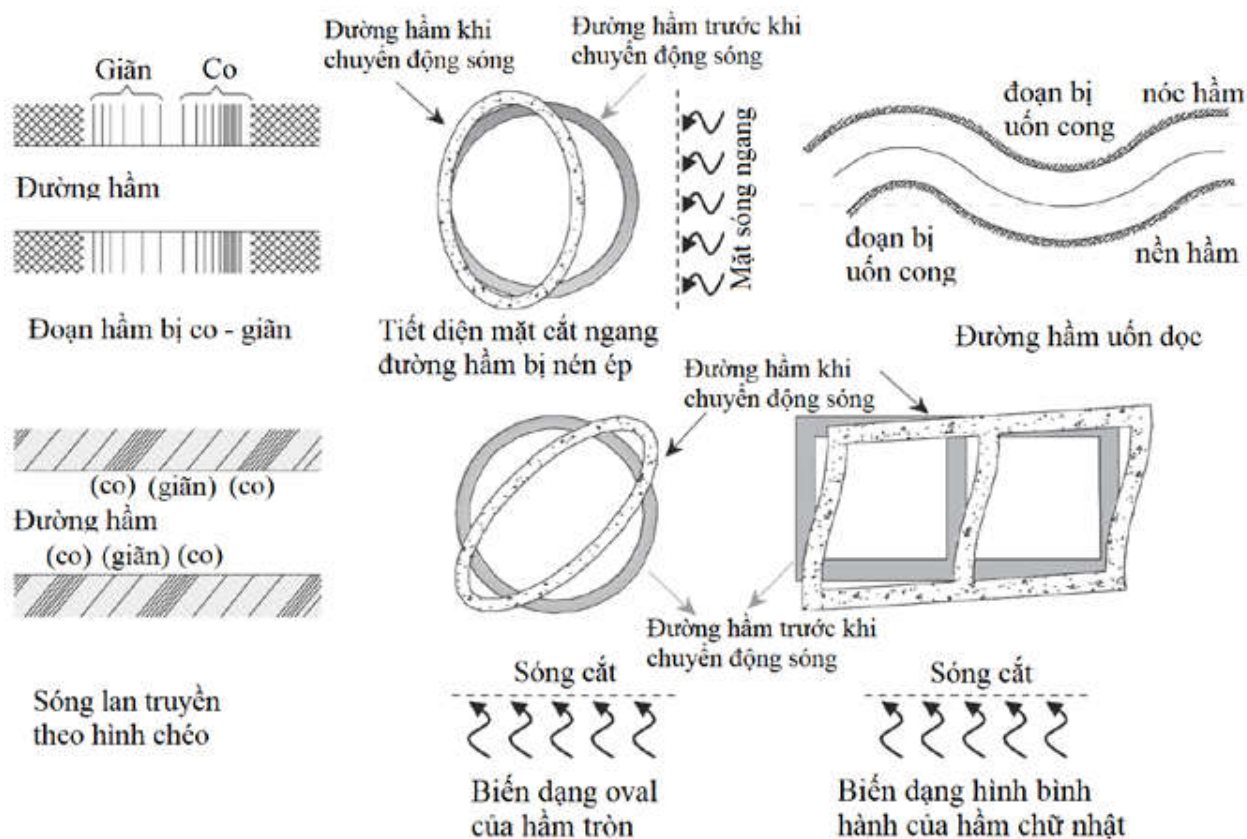
- Sóng mặt khi lan truyền lên tới mặt đất phản xạ trở lại tạo thành các sóng mặt gây ra chuyển động nền đất ở lớp mặt đất, có 2 loại sóng mặt là sóng Rayleigh và sóng Love. Sóng Rayleigh làm cho các phần tử vật chất chuyển động theo một quỹ đạo

hình elip trong mặt phẳng thẳng đứng song song với hướng truyền sóng, chuyển động này gây ra hiện tượng nén, kéo và cắt trong nền đất. Sóng Love có chuyển động tương tự như sóng S nhưng không có thành phần thẳng đứng, sóng làm cho các phần tử vật chất chuyển động trong mặt phẳng nằm ngang song song với mặt đất, vuông góc với hướng truyền sóng. Biến dạng của nền đất do sóng mặt gây ra được thể hiện trong Hình H.2.



H.2. Biến dạng nền đất do sóng mặt gây ra: a - Sóng Love; b - Sóng Rayleigh

Sóng đàn hồi động đất tác động lên đường hầm, các biến dạng trượt của đất xuất hiện do lan truyền sóng cắt là ảnh hưởng tác động chủ yếu của tải trọng động đất gây ra. Các tác động này làm biến dạng mặt cắt ngang đường hầm dạng tròn thành hình oval, làm biến dạng mặt cắt ngang đường hầm dạng hình chữ nhật thành hình bình hành và làm chuyển vị dọc trục thì đường hầm bị dãn nở hoặc bị uốn cong. Biến dạng lớn nhất của các dạng trên được tạo nên do sóng lan truyền theo phương vuông góc trục hầm, còn biến dạng dọc và uốn được hình thành bởi sóng dọc lan truyền dọc trục hầm. Vỏ đường hầm bị biến dạng khi sóng động đất tác động vuông góc trục hầm được thể hiện trên Hình H.3.



H.3. Vỏ đường hầm bị biến dạng khi sóng động đất tác động vuông góc trục hầm [5]

Trên thế giới đã có các báo cáo, tổng hợp những thiệt hại, phá hủy công trình ngầm do tác động của tải trọng động đất gây ra từ những năm 1970. Sự cố phá hủy ga tàu điện ngầm Daikai ở Kobe, Nhật Bản trong trận động đất Hyogoken-Nambu năm 1995 được thể hiện trên Hình H.4 cho thấy các đường hầm có thể bị phá hủy bởi tác động tải trọng

động đất [4]. Từ sau sự cố phá hủy ga tàu điện ngầm Daikai ở Kobe, Nhật Bản; sự cố sập hầm Bolu ở Thổ Nhĩ Kỳ trong trận động đất Düzce năm 1999 cũng như sự hư hỏng của đường hầm Longxi ở Trung Quốc trong trận động đất Tứ Xuyên năm 2008 (xem Hình H.5) thì công tác thiết kế kháng chấn đối với đường hầm đã được chú trọng hơn.



a)



b)

H.4. Sự cố phá hủy ga tàu điện ngầm Daikai ở Kobe, Nhật Bản trong trận động đất Hyogoken-Nambu năm 1995 [4]: a - Phá hủy lên đến mặt đường do sập đường hầm tàu điện ngầm; b - Phá hủy nhà ga tàu điện ngầm



a - Phá hủy cửa hầm phía đông của đường hầm



b - Phá hủy vỏ chống đường hầm

H.5. Sự cố sập đường hầm Longxi trong trận động đất ở Tứ Xuyên năm 2008, [4]

Trong trận động đất Chi Chi năm 1999 ở Đài Loan, một số lượng lớn các đường hầm được xây dựng trên núi đã bị hư hỏng ở các mức độ khác nhau [4]. Đặc biệt, 26% trong số 50 đường hầm nằm trong phạm vi cách tâm chấn một khoảng cách 25 km đã bị hư hỏng nghiêm trọng, trong khi hơn 20% đường hầm bị hư hỏng ở mức độ vừa phải. Các loại hư hỏng khác nhau đã được ghi chép lại, bao gồm: tạo ra vết nứt, mảng vỏ trên lớp vỏ chống đường hầm, hư hỏng cửa hầm, vỏ hầm bị thấm nước, cốt thép vỏ hầm bị vênh và lộ ra, lớp vỏ hầm bị dịch chuyển.

Các thiệt hại nghiêm trọng đã được quan sát thấy khi đường hầm được xây dựng ở gần với các sườn dốc hoặc tại các cửa hầm gần mặt đất. Các đường hầm được xây dựng ở vị trí sâu hơn thì vận hành tốt hơn, có thiệt hại về động đất là nhỏ hơn. Kết quả ghi nhận tại hiện trường cho thấy các thông số địa chấn sau đây là quan trọng có ảnh hưởng đến độ ổn định của các đường hầm: cường độ động đất, độ sâu và khoảng cách đến tâm chấn, đặc tính hình học của lớp vỏ hầm, độ sâu xây dựng đường hầm và sự thay đổi đột ngột của hình dạng tiết diện ngang đường hầm.

2.2. Phương pháp tính toán tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm

2.2.1. Phương pháp của Wang (1993)

Phương pháp Wang (1993) là phương pháp giải tích đầu tiên tính toán nội lực của kết cấu chống giữ đường hầm ở hai điều kiện: điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh; điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất

xung quanh khi đường hầm chịu tác động động đất.

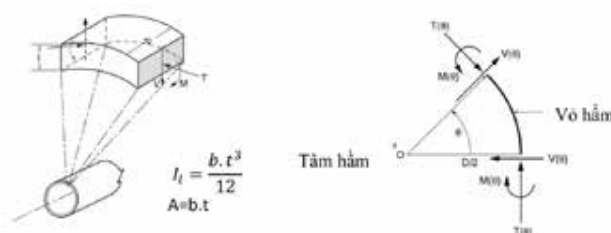
Sơ đồ tính nội lực trong vỏ hầm tiết diện tròn được xét cho 1 phần tử vỏ hầm khi sóng động đất tác động vuông góc trục hầm được thể hiện trên Hình H.6. Để xác định độ cứng tương đối giữa vỏ hầm và môi trường khối đất xung quanh, sử dụng hai hệ số truyền ứng suất khi chịu nén C và khi chịu uốn F.

Ta có:

$$C = \frac{E_m(1-\nu_1^2)r}{E_1t(1+\nu_m)(1-2\nu_m)}, \tag{1}$$

$$F = \frac{E_m(1-\nu_1^2)r^3}{6E_1I_l(1+\nu_m)}, \tag{2}$$

Trong đó: E_m – Mô đun đàn hồi của lớp đất, kPa; ν_m – Hệ số Poisson của lớp đất; E_1 – Mô đun đàn hồi của vỏ hầm, kPa; ν_1 – Hệ số Poisson của vỏ hầm; r – Bán kính đường hầm, m; t – Chiều dày lớp vỏ hầm, m; I_l – Mô men quán tính của vỏ hầm.



H.6. Sơ đồ tính nội lực vỏ hầm, xét cho một phần tử khi sóng động đất tác động vuông góc trục hầm [5]

Theo Wang (1993), bằng phương pháp giải tích xác định được các nội lực vỏ hầm như mô men uốn cực đại M_{max} , lực dọc cực đại vỏ hầm N_{max} như sau:



- Trong điều kiện xuất hiện sự trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh:

$$M_{\max} = \pm \frac{1}{6} K_1 \frac{E_m}{(1 + \nu_m)} r^2 g_{\max}, \quad (3)$$

$$N_{\max} = \pm \frac{1}{6} K_1 \frac{E_m}{(1 + \nu_m)} r g_{\max}, \quad (4)$$

Trong đó: K_1 – Hệ số truyền ứng suất lên vỏ hầm; r – Bán kính đường hầm, m; g_{\max} – Biến dạng trượt cực đại; V_s – Vận tốc chuyển động đạt đỉnh, m/s; C_s – vận tốc lan truyền sóng, m/s.

$$K_1 = \pm \frac{12(1 - \nu_m)}{2F + 5 - 6\nu_m},$$

$$g_{\max} = \frac{V_s}{C_s},$$

Theo các kết quả nghiên cứu, khả năng xảy ra khi động đất, sự xuất hiện sự trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh chỉ xảy ra đối với các đường hầm ở vùng đất yếu hoặc khi cường độ tải trọng động đất là nghiêm trọng.

Trong quá trình thiết kế, tính toán lực dọc cực đại trong kết cấu chống vỏ hầm cần phải xét đến lực dính nghĩa là bỏ qua sự trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip), theo Wang lực dọc cực đại N_{\max} được xác định theo biểu thức:

$$N_{\max} = \pm K_2 \frac{E_m}{2(1 + \nu_m)} r g_{\max}, \quad (5)$$

Trong đó: K_2 – hệ số truyền ứng suất lên vỏ hầm, được xác định theo công thức:

$$K_2 = 1 + \frac{F[(1 - 2\nu_m) - (1 - 2\nu_m)C] - \frac{1}{2}(1 - 2\nu_m)^2 + 2}{F[(3 - 2\nu_m) - (1 - 2\nu_m)C] + C \left[\frac{5}{2} - 8\nu_m + 6\nu_m^2 \right] + 6 - 8\nu_m},$$

2.2.2. Phương pháp của Penzien (2000)

Penzien (2000) đã đề xuất phương pháp tính toán nội lực trong kết cấu chống giữ đường hầm tiết diện tròn chịu tác động động đất được xác định như sau:

Trong điều kiện xuất hiện sự trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối

đất xung quanh, nội lực vỏ hầm được xác định theo công thức:

$$N_{(\theta)} = - \frac{12 E_1 I_l \Delta D_{\text{lining}}^n}{D^3 (1 - \nu_1^2)} \cos 2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \quad (6)$$

$$M_{(\theta)} = - \frac{6 E_1 I_l \Delta D_{\text{lining}}^n}{D^2 (1 - \nu_1^2)} \cos 2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \quad (7)$$

$$V_{(\theta)} = - \frac{24 E_1 I_l \Delta D_{\text{lining}}^n}{D^3 (1 - \nu_1^2)} \sin 2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \quad (8)$$

Trong đó: E_1 – Mô đun đàn hồi vỏ hầm, kPa; ν_1 – Hệ số Poisson của vỏ hầm; D – Đường kính đường hầm, m; I_l – Mô men quán tính của vỏ hầm.

Hằng số: $\Delta D_{\text{lining}}^n$ xác định theo công thức:

$$\Delta D_{\text{lining}}^n = R^n \Delta D_{\text{free-field}} = R^n \frac{g_{\max} D}{2},$$

$$\text{Với hệ số: } R^n = \pm \frac{4(1 - \nu_n)}{\alpha^n + 1}$$

Trong đó

$$\alpha^n = \frac{12 E_1 I_l (5 - 6\nu_m)}{D^3 G_m (1 - \nu_1^2)} \text{ với } G_m \text{ – là mô đun biến}$$

dạng trượt của lớp đất xung quanh, kPa.

$$G_m = \frac{E_m}{2(1 + \nu_m)} = \rho \cdot C_m^2$$

ρ – khối lượng thể tích của lớp đất, kg/m³.

C_s – vận tốc truyền sóng, m/s.

Trong điều kiện không xuất hiện sự trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip), nội lực trong kết cấu chống giữ đường hầm được xác định theo công thức:

$$N_{(\theta)} = - \frac{24 E_1 I_l \Delta D_{\text{lining}}}{D^3 (1 - \nu_1^2)} \cos 2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \quad (9)$$

$$M_{(\theta)} = - \frac{6 E_1 I_l \Delta D_{\text{lining}}}{D^2 (1 - \nu_1^2)} \cos 2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \quad (10)$$

$$V_{(\theta)} = - \frac{24 E_1 I_l \Delta D_{\text{lining}}}{D^3 (1 - \nu_1^2)} \sin 2 \left(\theta + \frac{\pi}{4} \right) \quad (11)$$

Trong đó: Hằng số: ΔD_{lining} xác định theo công thức: $\Delta D_{\text{lining}} = R \Delta D_{\text{free-field}} = R \frac{g_{\max} D}{2}$,

Hệ số R được xác định theo công thức:

$$R = \pm \frac{4(1-\nu_m)}{\alpha+1} \text{ với } \alpha = \frac{24E_1I_l(3-4\nu_m)}{D^3G_m(1-\nu_1^2)}$$

2.2.3. Phương pháp phân tử hữu hạn

Sử dụng chương trình Plaxis để tính toán nội lực trong vỏ chống đường hầm khi chịu tác động của tải trọng động đất. Mô hình vật liệu sử dụng trong bài toán: lớp đất sử dụng mô hình Mohr-Coulomb (MC); vỏ hầm sử dụng mô hình đàn hồi.

Tiến hành xác định nội lực trong vỏ hầm dưới tác động của tải trọng động đất có giản đồ gia tốc theo thời gian như trên Hình H.7. Nội lực trong vỏ hầm được phương pháp xác định như sau [6]:

$$[M]_n \left\{ \dot{u} \right\}_n + [C]_n \left\{ \dot{u} \right\}_n + [K]_n \left\{ u \right\}_n = \{ F \}_n$$

Trong đó: $[M], [C], [K]$ – ma trận khối, ma trận cản và ma trận độ cứng; $\left\{ \dot{u} \right\}, \left\{ \ddot{u} \right\}, \left\{ u \right\}$ – véc tơ gia tốc, véc tơ vận tốc và véc tơ chuyển vị; $\left\{ \dot{u}_g \right\}$ – véc tơ gia tốc nền.

Ta có: $[C] = \alpha[M] + \beta[K]$ với α và β là hằng số được tính từ hệ số cản ζ , được xác định theo công thức: $\alpha = \frac{2}{3}\zeta$ và $\beta = \frac{1}{3}\zeta$ với $\zeta = \frac{\sum n_i h_i}{H}$, trong đó: n_i, h_i – giá trị cản và chiều dày lớp thứ i ; H – chiều dày lớp đất.

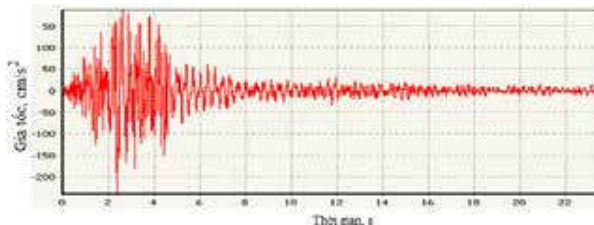
Áp dụng tính toán nội lực trong vỏ chống đường hầm có tiết diện ngang hình tròn thi công qua lớp đất có các thông số cơ lý trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật đường hầm và lớp đất

Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Đường kính đường hầm	D	6	m
Chiều dày vỏ hầm	t	0,3	m
Độ sâu xây dựng đường hầm	h	20	m
Hệ số Poisson của vật liệu vỏ hầm	ν_1	0,2	
Môđun đàn hồi của vỏ hầm	E_1	$2,5 \cdot 10^6$	kPa
Trọng lượng thể tích lớp đất bao quanh hầm	γ	17,3	kN/m ³
Vận tốc lan truyền sóng của lớp đất	C_m	270	m/s
Hệ số Poisson của lớp đất	ν_m	0,35	
Góc ma sát trong	φ	18	độ

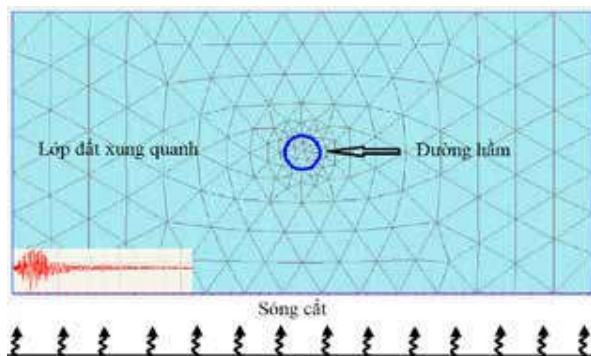
Lực dính kết	c	25	kPa
Đường hầm chịu tác động trận động đất có độ lớn mô men $M_w = 6,5$ và khoảng cách tâm chấn 100 km với gia tốc đạt cực đại $a_{max} = 0,24g$.			

Bảng ghi gia tốc nền động đất có gia tốc đạt cực đại $a_{max} = 0,24g$ được sử dụng trong bài toán phân tử hữu hạn thể hiện trên Hình H.7.



H.7. Bảng ghi gia tốc nền động đất có gia tốc đỉnh $a_{max} = 0,24g$

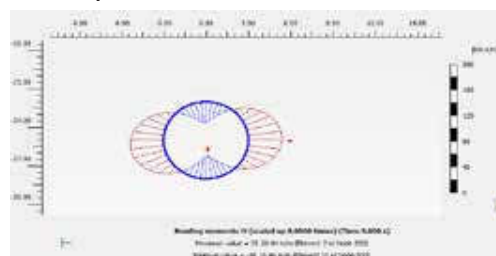
Trong bài toán này, sử dụng điều kiện không xuất hiện sự trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh. Mô hình bài toán được thể hiện trên Hình H.8.



H.8. Mô Hình bài toán đường hầm chịu tác động động đất

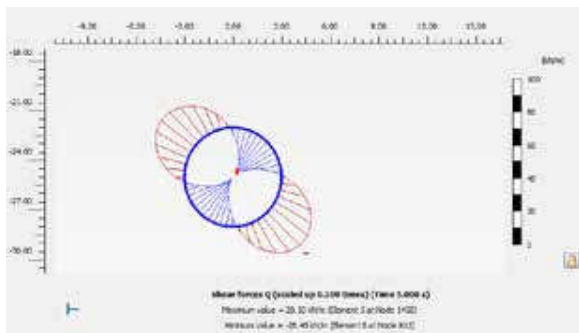
Kết quả tính nội lực trong vỏ chống đường hầm bằng phương pháp phân tử hữu hạn được thể hiện trên các Hình H.9, H.10 và H.11.

Sơ đồ phân bố mômen M, kN.m/m trong vỏ hầm được thể hiện trên Hình H.9.



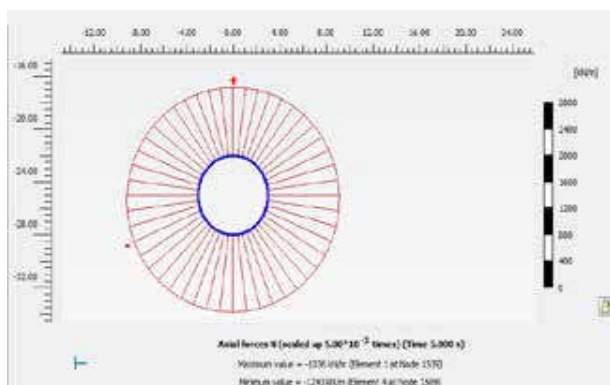
H.9. Kết quả tính toán momen M, kN.m/m

Sơ đồ phân bố lực cắt Q, kN.m trong vỏ hầm được thể hiện trên Hình H.10.



H.10. Kết quả tính toán lực cắt Q, kN/m

Sơ đồ phân bố lực dọc N, kN/m trong vỏ hầm được thể hiện trên Hình H.11.



H.11. Kết quả tính toán lực dọc N, kN/m

Giá trị tính toán nội lực lớn nhất trong kết cấu chống vỏ hầm xác định theo phương pháp Wang (1993), phương pháp Penzien (2000) và phương pháp phần tử hữu hạn trong điều kiện bài toán trên được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả giá trị nội lực lớn nhất trong kết cấu chống đường hầm

STT	Phương pháp tính	Điều kiện tính	N_{max} kN/m	Q_{max} kN/m	M_{max} kN.m/m
1	Wang (1993)	Trượt toàn phần	22,02	-	66,03
		Không trượt	427,6	-	66,03
2	Penzien (2000)	Trượt toàn phần	22,02	44,02	66,03
		Không trượt	41,43	41,43	62,156
3	Phương pháp phần tử hữu hạn	Không trượt	1243	28,50	48,16

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

- Kết quả tính toán theo phương pháp Wang (1993) và phương pháp Penzien (2000) thì điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip) cho kết quả lực dọc cực đại N_{max} có giá trị lớn hơn so với điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip);

- Phương pháp Penzien (2000), điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip) có giá trị mô men cực đại M_{max} và lực cắt cực đại Q_{max} lớn hơn trong điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip);

- Phương pháp phần tử hữu hạn trong điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip) cho kết quả lực dọc cực đại N_{max} lớn hơn kết quả phương pháp Wang (1993) và phương pháp Penzien (2000) nhưng phương pháp phần tử hữu hạn lại cho giá trị mô men cực đại M_{max} và lực cắt cực đại Q_{max} nhỏ hơn phương pháp Wang (1993) và phương pháp Penzien (2000).

4. KẾT LUẬN

➤ Tải trọng động đất có thể gây phá hủy đường hầm, Việt Nam thuộc khu vực có xảy ra động đất nên phải có giải pháp thiết kế kháng chấn cho đường hầm;

➤ Các kết quả được ghi chép từ hiện trường trong các trận động đất phá hủy đường hầm là rất hữu ích, vì chúng cung cấp những thông số chấn động rất quan trọng về ứng xử thực tế của các đường hầm khi chịu tác động của tải trọng động đất. Làm cơ sở cho công tác thiết kế kết cấu chống giữ đường hầm chịu tác động tải trọng động đất;

➤ Các đường hầm khi chịu tác động của tải trọng động đất thì điều kiện tiếp xúc giữa kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh xảy ra trường hợp trượt toàn phần (full-slip) và không trượt (no-slip). Trong quá trình thiết kế, tính toán nội lực trong kết cấu chống vỏ hầm cần tính toán các điều kiện tiếp xúc giữa kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Lê Ninh (2008). Động đất và thiết kế công trình chịu động đất. Nhà xuất bản Xây dựng. 241 trang.
2. Penzien, J., Wu, C.L. (1998). Stresses in linings of bored tunnels. Int. J. Earthquake Eng. Struct. Dynamics, 27: 283-300. 2001.
3. Penzien, Z. (2000). Seismically induced racking of tunnel linings. Int. J. Earthquake Eng. Struct. Dynamic, 29: 683-691. 2000.
4. Tsinidis et al. (2020). Seismic behaviour of tunnels: From experiments to analysis. Tunnelling and Underground Space Technology. 99. doi.org/10.1016/j.tust.2020.103334. 2020.
5. Wang, J.N. (1993). Seismic design of tunnels: A state-of-the-art approach, m.7. Monograph, Éd. Brinckerhoff Quade and Douglas Inc., New York. 1993.
6. Brinkgreve, R., Swolfs, W., Engin, E., Waterman, D., Chesaru, A., Bonnier, P., Galavi, V. (2011). Plaxis 2d Reference Manual; Delft University of Technology and PLAXIS bv: Delft, The Netherlands.

STUDY ON CALCULATING THE IMPACT OF EARTHQUAKE ON TUNNEL LININGS

Do Ngoc Thai, Nguyen The Moc Chan

ABSTRACT

In these modern times of space scarcity, underground tunnels play an important role as a key component of an urban transportation and utilities network. Any instability of tunnels will be highly detrimental to their performance thereby posing a threat to public safety, consequently cause life-threatening and infrastructure crippling consequences. Recent experiences show that tunnels become vulnerable during an earthquake event. Major seismic events have shown that tunnels in cohesionless soils may suffer extensive seismic damage. Hence, a careful consideration of the effects of earthquake loadings on the analysis, design, construction, operation and risk assessment of tunnels is of great importance. For most tunnels, the interface condition is between full-slip and no-slip, so both cases should be investigated for critical lining forces. This paper presents method to calculate the effect of earthquake loads on tunnels.

Keywords: underground construction, tunnel, tunnel linings, earthquake, seismic analysis

Ngày nhận bài: 14/12/2021;

Ngày gửi phản biện: 20/12/2022;

Ngày nhận phản biện: 18/1/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2022.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.



THỂ LỆ

GỬI VÀ ĐĂNG BÀI BÁO KHOA HỌC TRÊN TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

Tạp chí Công nghiệp mỏ là cơ quan ngôn luận của Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, được Bộ Thông tin và Truyền thông cho phép xuất bản định kỳ 02 tháng một số và phát hành rộng rãi trên địa bàn cả nước. Nội dung gồm: phản ánh các chủ trương, phương hướng hoạt động của Hội; công bố kết quả các công trình, nhiệm vụ, đề tài nghiên cứu khoa học, các sáng chế, sáng kiến cải tiến kỹ thuật, các thông tin hoạt động khoa học, công nghệ và sản xuất trong ngành mỏ và các ngành liên quan; đăng các bài viết trao đổi về các vấn đề khoa học, công nghệ, kỹ thuật, môi trường, quản lý, tổ chức, quản lý, kinh tế, sản xuất, kinh doanh, đào tạo, hợp tác quốc tế,...liên quan đến ngành mỏ Việt Nam; giới thiệu các tiến bộ kỹ thuật, thông tin thị trường, kinh nghiệm sản xuất, kinh doanh và quản lý trong ngành mỏ thế giới; giới thiệu hoạt động các doanh nghiệp, cơ sở nghiên cứu, tư vấn, đào tạo ngành mỏ và các ngành liên quan.

Tạp chí Công nghiệp mỏ nằm trong danh mục các Tạp chí khoa học được tính điểm khi xét công nhận đạt chuẩn phó giáo sư, giáo sư. Bài báo khoa học được tính điểm đăng trong chuyên mục “NGHIÊN CỨU - TRAO ĐỔI” và phải đáp ứng các quy định về nội dung và hình thức như sau:

1. YÊU CẦU CHUNG:

Bài báo khoa học đăng trong Tạp chí Công nghiệp mỏ là kết quả nghiên cứu gốc; bài báo tổng quan hoặc các bài viết thông tin khoa học; chưa đăng ở các tạp chí khác.

2. BÀN THẢO:

Các bài báo khoa học đăng trên Tạp chí Công nghiệp mỏ bao gồm các phần:

- 1) Tiêu đề bài báo (bằng cả tiếng Việt và tiếng Anh; không quá 25 từ);
- 2) Tác giả/ Các tác giả (kèm theo ghi chú: chức danh khoa học, học vị, đơn vị công tác của các tác giả; email, số điện thoại và địa chỉ liên hệ của tác giả chính);
- 3) Tóm tắt (không quá 350 từ), từ khóa (khoảng 5-15 từ) bằng cả tiếng Việt và tiếng Anh;
- 4) Đặt vấn đề;
- 5) Nội dung nghiên cứu (hoặc Tình hình nghiên cứu/ Vấn đề trao đổi/ ...);
- 6) Kết quả và thảo luận (hoặc Thảo luận, trao đổi);
- 7) Kết luận;
- 8) Tài liệu tham khảo;
- 9) Lời cảm ơn (nếu có).

Bản thảo được soạn trên máy vi tính, sử dụng Unicode,

kiểu chữ Arial, cỡ chữ 10,5, chế độ giãn dòng “1.0 line spacing”, dung lượng bài báo khoảng 4000-10000 từ. Các đồ thị, hình và ảnh trình bày rõ ràng. Bề rộng nét chính của đồ thị, hình vẽ đạt độ dày ít nhất (0,25-0,35) mm.

Sử dụng các thuật ngữ khoa học đã có trong quy chuẩn, tiêu chuẩn Việt Nam, sử dụng tối đa các thuật ngữ có trong sách chuyên môn bằng tiếng Việt, trong trường hợp chưa có thuật ngữ bằng tiếng Việt có thể dịch và chú giải trong ngoặc đơn thuật ngữ bằng tiếng Anh. Các ký hiệu viết tắt phải giải thích khi xuất hiện lần đầu.

Đánh số thứ tự bảng và hình vẽ, công thức theo trình tự trong bài. Không viết tắt các mục, tiêu mục, tên bảng, tên hình vẽ. Tên bảng ghi trên bảng, tên hình vẽ ghi dưới hình. Chú thích in nghiêng.

Đơn vị đo lường: Sử dụng đơn vị đo lường chính thức của Việt Nam. Trong trường hợp sử dụng đơn vị đo lường khác, cần chuyển đổi sang hệ đo lường chính thức, hoặc chú giải trong ngoặc đơn.

Chỉ đưa những tài liệu được trích dẫn thực sự vào mục Tài liệu tham khảo (TLTK). Thứ tự các TLTK: (1) Theo chữ viết: chữ quốc ngữ, chữ mẫu tự La tinh, chữ mẫu tự slavo, chữ tượng hình; (2) Theo tác giả: Tiếng Việt- Theo thứ tự chữ cái đầu tên tác giả; Tiếng nước ngoài- Theo thứ tự chữ cái đầu họ tác giả; (3) Quy chuẩn, tiêu chuẩn đặt ở cuối (ký hiệu, tên quy chuẩn, tiêu chuẩn).

Thứ tự trong một TLTK: (1) Tác giả, năm xuất bản (trong ngoặc đơn); (2) tên tài liệu; (3) đơn vị phát hành/nhà xuất bản, nơi phát hành (đối với sách, kỷ yếu hội nghị, hội thảo khoa học), hoặc tên tạp chí, số, tập (đối với bài báo), hoặc tên cơ quan chủ trì, cơ quan quản lý (đối với đề tài, nhiệm vụ nghiên cứu khoa học); (4) trang đầu và trang cuối (đối với bài báo trong tạp chí, kỷ yếu). Tài liệu tham khảo ghi theo ngôn ngữ gốc.

3. GỬI BÀI

Bản thảo là bản điện tử. Khi gửi bài, tác giả có thể đề xuất đến 2 phản biện.

4. PHẢN BIỆN

Sau khi nhận bài báo tuân thủ quy định của Tạp chí, Ban biên tập sẽ gửi bài viết cho các phản biện do Ban biên tập chọn.

Những bài viết được chấp nhận đăng, các tác giả sẽ nhận được phản hồi của Ban biên tập về nội dung cần chỉnh sửa. Bản sửa chữa sẽ được coi là bản gốc. Bản thảo xin gửi vào email của Tạp chí.

Quý tác giả muốn biết thêm thông tin, xin vui lòng liên hệ với Tạp chí.

TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

Địa chỉ: Tầng 4 Tòa nhà Bộ Công Thương, Số 655 Phạm Văn Đồng, Q. Bắc Từ Liêm, Tp. Hà Nội

Điện thoại: 36649158; Fax: (844)366159

Email: tccongnghiepmo@gmail.com; Website: vinamin.vn

MỘT SỐ HÌNH ẢNH HOẠT ĐỘNG CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ



Chi nhánh Luyện đồng Lào Cai- VIMICO trong thời gian qua có nhiều nỗ lực đẩy mạnh áp dụng sáng kiến cải tiến kỹ thuật, hoàn thành kế hoạch được Tổng Công ty Khoáng sản- TKV giao. Lãnh đạo Hội KH&CN Mỏ làm việc với Lãnh đạo Chi nhánh và các hội viên

Công ty than Dương Huy- TKV là một trong những đơn vị hoàn thành vượt mức kế hoạch 6 tháng đầu năm 2022. Công ty cũng đi đầu trong áp dụng kỹ thuật, công nghệ mới. Lãnh đạo Hội KH&CN Mỏ làm việc với Lãnh đạo Công ty



Công ty Tuyển than Cửa Ông- TKV là đơn vị sàng tuyển, chế biến than lớn nhất Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Chi hội mỏ Công ty tích cực tham gia các hoạt động của Hội KH&CN Mỏ. Lãnh đạo Hội KH&CN Mỏ làm việc với Lãnh đạo Công ty và Chi hội mỏ