



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)

HÀ NỘI 14 - 11 - 2024

ERSD 2024



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu

Hội Cơ học Đá Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Dầu khí Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam

Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS. TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Lâm, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo, *Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Lê Đức Tình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Thị Phúc An, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Đào Hồng Quảng, *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Hội Dầu khí Việt Nam*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Ái Thụ, *Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam*

TS Bùi Yên Tĩnh, *Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
GS.TS Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
GS.TS Trương Xuân Luận, *Tổng Hội Địa chất Việt Nam*
GS.TS Bùi Xuân Nam, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*
GS.TS Đỗ Như Tráng, *Hội Cơ học Đá Việt Nam*
PGS.TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Ngọc Ánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Lê Minh Thống, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*
PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*
TS Lê Quang Duyến, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Cao Khải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Văn Phóng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Bách Thảo, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

PGS.TS Nguyễn Viết Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS. TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Phạm Đức Thọ, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Khắc Long, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
TS Dương Thành Trung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

WEBSITE HỘI THẢO

Thông tin chi tiết của Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERS2024 được đăng tải trên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>

ĐỊA CHỈ LIÊN HỆ

Phòng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội, Việt Nam. ĐT: (+84) 24.3838643

MỤC LỤC

Ban tổ chức hội nghị	i
Mục lục.....	iii
Lời nói đầu	v
Chương trình hội nghị	vii
Tiểu ban Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường.....	1
Tiểu ban Trí tuệ nhân tạo, IOT, Blockchain và ứng dụng.....	38
Tiểu ban Cơ - Điện.....	71
Tiểu ban Dầu khí tích hợp.....	114
Tiểu ban Địa chất và tài nguyên du lịch.....	238
Tiểu ban Địa chất công trình - Địa kỹ thuật.....	312
Tiểu ban Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước.....	430
Tiểu ban Tài nguyên địa chất và Quản lý bền vững.....	516
Tiểu ban Quản lý tài nguyên và Môi trường.....	597
Tiểu ban Công nghệ mới trong xử lý môi trường.....	730
Tiểu ban Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mô và Môi trường.....	818
Tiểu ban Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và Quản lý an toàn.....	899
Tiểu ban Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế.....	971
Tiểu ban Xây dựng công trình với phát triển bền vững.....	1039
Tiểu ban Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý.....	1301
Tiểu ban Vật lý, Hóa học và ứng dụng.....	1384
Tiểu ban Toán, Cơ học và ứng dụng.....	1512
Tiểu ban Ngôn ngữ học.....	1634

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần với mục tiêu tạo ra một môi trường bổ ích để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội và giới thiệu những kết quả và hướng mới trong nghiên cứu khoa học, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên địa chất, khai thác, chế biến, sử dụng và quản lý tài nguyên địa chất, bảo vệ môi trường và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của các Hội nghị ERSD2018, ERSD2020, ERSD2022, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ tư (ERSD2024) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự tham gia đồng tổ chức của nhiều cơ quan quản lý, tổ chức nghiên cứu khoa học, đào tạo, và doanh nghiệp có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc - Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Cục Bản đồ - Bộ Tổng tham mưu, Hội Cơ học Đá Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Dầu khí Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Địa chất Kinh tế Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ và nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề của Hội nghị tập trung vào nghiên cứu và ứng dụng khoa học công nghệ hướng tới phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước. Hơn 300 bản thảo báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 269 báo cáo có chất lượng tốt đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị với các chủ đề khoa học sau:

1. Dữ liệu lớn và chuyển đổi số trong khoa học trái đất, tài nguyên môi trường
2. Trí tuệ nhân tạo, IoT, Blockchain và ứng dụng
3. Cơ - Điện
4. Dầu khí tích hợp
5. Địa chất và Tài nguyên du lịch
6. Địa chất công trình - Địa kỹ thuật
7. Địa chất thủy văn và Tài nguyên nước
8. Tài nguyên địa chất và quản lý bền vững
9. Quản lý tài nguyên và môi trường
10. Công nghệ mới trong xử lý môi trường
11. Phát triển bền vững khoa học công nghệ mỏ và môi trường
12. Phát triển bền vững công nghiệp khai thác và quản lý an toàn
13. Những tiến bộ trong chế biến khoáng sản và tái chế
14. Xây dựng công trình với phát triển bền vững
15. Kỹ thuật Trắc địa - Bản đồ và Hệ thống thông tin địa lý
16. Vật lý, Hoá học và ứng dụng
17. Toán học, Cơ học và ứng dụng
18. Ngôn ngữ học

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được tích hợp vào Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác chặt chẽ và góp phần quan trọng vào việc tổ chức Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học và nhà chuyên môn đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của các chuyên gia đọc bài đã có nhiều

nỗ lực và đóng góp để nâng cao chất lượng khoa học của các báo cáo, góp phần quan trọng vào thành công của hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị, chất lượng báo cáo, biên tập, và xuất bản kỷ yếu hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của hoạt động nghiên cứu khoa học và trao đổi học thuật thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

Hà Nội, tháng 11 năm 2024
THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'T' followed by a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

GS.TS Trần Thanh Hải

**TIỂU BAN
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

MỤC LỤC

Nghiên cứu thực nghiệm hiện trường gia cố nền đất yếu bằng cọc cát biển - xi măng - tro bay <i>Nguyễn Trọng Dũng, Tạ Đức Thịnh</i>	1043
Nghiên cứu áp dụng kết cấu chống giữ tổ hợp bằng vì thép kết hợp neo cho đường lò dọc vỉa than Công ty than Mạo Khê – TKV <i>Đào Viết Đoàn</i>	1049
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò một đường xe nằm dưới moong mỏ Núi Béo <i>Đào Viết Đoàn</i>	1056
Nghiên cứu chế tạo và xác định một số tính chất cơ học của bê tông cốt sợi polypropylene dưới tác động của nhiệt độ <i>Nguyễn Đình Hải, Lê Thu Trang</i>	1063
Phân vùng quy hoạch ngoại thành các thành phố lớn để quản lý phát triển đô thị theo hướng bền vững <i>Lê Thị Thanh Hằng</i>	1071
Thí nghiệm từ biến đầm đá cho mô hình đàn nhót tuyến tính phân tích biến dạng xung quanh hầm tiết diện tròn theo thời gian <i>Nguyễn Huy Hiệp, Đinh Quang Trung</i>	1077
Nghiên cứu đề xuất giải pháp phòng chữa cháy khi thi công công trình ngầm <i>Đào Huy Hoàng, Trần Anh Tuấn, Tống Anh Tuấn, Nguyễn Viết Thanh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Đức Thọ, Nguyễn Lê Đạt, Đặng Trung Thành</i>	1083
Nghiên cứu tổng quan về phương pháp cọc đá dăm để nâng cao khả năng kháng hóa lỏng của nền đất <i>Đặng Quang Huy, Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng</i>	1089
Nghiên cứu một số giải pháp giảm độ lún đường đầu cầu xây dựng trên nền đất yếu <i>Phạm Văn Hùng, Vũ Minh Ngạn, Đặng Quang Huy</i>	1096
Nghiên cứu phương pháp tính toán sức chịu tải và độ lún nền đường đắp trên nền đất yếu gia cố bằng cọc đất xi măng <i>Phạm Văn Hùng</i>	1103
Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm về bê tông bọt-khí với cấu trúc rỗng thay đổi trong điều kiện phòng thí nghiệm <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Phạm Đức Lương, Vũ Kim Diễm</i>	1109
Nghiên cứu ảnh hưởng của tro xỉ nhà máy điện đốt rác đến tính chất cơ học của bê tông cường độ cao <i>Tăng Văn Lâm, Võ Đình Trọng, Hoàng Anh Cương</i>	1117
Nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ giếng đứng của tổ hợp kho chứa khí ngầm đào trong đá cứng bằng phương pháp số <i>Ngô Hoàng Minh, Đặng Văn Kiên, Vũ Tiến Dũng, Đỗ Ngọc Anh, Trần Tuấn Điệp</i>	1124
Thiết kế cọc khoan nhồi chôn trong nền đá theo tiêu chuẩn Châu Âu EC7 với một ví dụ thiết kế <i>Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Bùi Văn Đức</i>	1132
Cải tạo và khôi phục các công trình ngầm để phát triển bền vững <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1139

Nghiên cứu ảnh hưởng của khe nứt đến độ ổn định của hai đường hầm giao thông xuyên núi <i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1145
Hoàn thiện công tác quản lý chất lượng thi công công trình thuộc Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Tiến Hiệp, Hoàng Đình Phúc</i>	1151
Lý thuyết phương pháp siêu âm và ứng dụng đánh giá vết nứt trong bê tông <i>Phạm Thị Nhân</i>	1158
Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo sử dụng thuật toán hàng xóm KNN để dự báo diện tích gương hầm sau khi nổ mìn trong quá trình thi công <i>Phạm Thị Nhân, Nguyễn Chí Thành, Bùi Mạnh Tùng, Đỗ Hoàng Hiệp</i>	1165
Một số vấn đề về quy hoạch hạ tầng khu vực nhà ga đường sắt đô thị tại tuyến metro số 1 thành phố Hồ Chí Minh theo mô hình phát triển đô thị TOD <i>Vũ Minh Ngạn, Nguyễn Chí Đạt, Vũ Thái Linh</i>	1171
Thi công lắp xây lắp đường ống hạ tầng bằng công nghệ khoan guồng xoắn (HAB) <i>Vũ Minh Ngạn, Phạm Văn Hùng, Đặng Quang Huy, Trần Hồng Hạnh</i>	1177
Ảnh hưởng của hạt nano silica đến tính chất cơ học của vùng chuyển tiếp giữa cốt sợi thép và bê tông cường độ cao <i>Đặng Văn Phi, Tăng Văn Lâm, Lê Huy Việt, Lê Văn Đàn, Phạm Văn Tuấn, Kim Dong Joo</i>	1182
Dự báo, hạn chế, phòng ngừa sự cố trong thi công công trình ngầm <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Trần Tuấn Minh, Đỗ Ngọc Thái</i>	1188
Phân tích số mức độ ổn định đường hầm đào qua phay, được gia cố bằng khoan phụt trước <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Minh, Bùi Văn Đức, Nguyễn Thành Luân, Nguyễn Ngọc Huệ</i>	1194
Quy luật biến đổi cơ học xung quanh đường hầm trong khối đá phân khối <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong</i>	1200
Rủi ro trong dự án xây dựng - Thực trạng và giải pháp quản lý <i>Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Ngô Thị Hương Trang</i>	1206
Phân tích chuyển vị tường vây và đất nền xung quanh khi xây dựng ga tàu điện ngầm bằng phương pháp Topdown <i>Nguyễn Văn Quang, Võ Nhật Luân, Nguyễn Thị Ngọc Bích</i>	1211
Nghiên cứu tính toán lựa chọn bước chống vì thép cho đường lò mức -100÷-150 nằm dưới bãi thải mỏ than Khe Tam <i>Nguyễn Hữu Sà, Đào Viết Đoàn</i>	1217
Nghiên cứu sử dụng năng lượng địa nhiệt tại Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Xuân Mãn, Bùi Mạnh Tùng, Phạm Thị Nhân</i>	1225
Nghiên cứu khả năng sử dụng cát nhân tạo thay thế cho cát tự nhiên tại các công trình ở Việt Nam <i>Nguyễn Chí Thành, Nguyễn Viết Nghĩa, Phạm Thị Nhân</i>	1232
Nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến phân bố nội lực trong vỏ hầm <i>Đỗ Ngọc Thái</i>	1237

Nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ <i>Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Văn Quang</i>	1243
Áp dụng phương pháp tương quan hình ảnh (DIC) trong nghiên cứu ứng xử uốn của dầm bê tông <i>Phạm Đức Thọ</i>	1249
Nghiên cứu biến dạng thể tích tự sinh của bê tông MgO <i>Chu Việt Thức, Nguyễn Văn Chính</i>	1254
Ứng dụng công nghệ cọc đường kính nhỏ micropile D150 làm kết cấu móng dầm cầu trực đặt trên nền sét pha dẻo mềm <i>Chu Việt Thức, Bùi Văn Đức, Nguyễn Văn Mạnh, Vũ Nho Trường</i>	1259
Bê tông cốt sợi tự nhiên: đặc trưng cơ học và khả năng ứng dụng trong xây dựng cơ sở hạ tầng nông thôn <i>Trần Mạnh Tiến, Đỗ Ngọc Tú, Nguyễn Nam Hòa, Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Tuyết Mai</i>	1266
Nghiên cứu lún bề mặt khi thi công đường hầm mặt cắt ngang hình bán chữ nhật bằng phương pháp đường đặc tính <i>Nguyễn Tài Tiến, Phạm Văn Vĩ, Vũ Ngọc Tuấn</i>	1273
Nghiên cứu tổng quan về vật liệu đá thải-xi măng lấp đầy khoảng trống sau khai thác tại mỏ than hầm lò <i>Nguyễn Tài Tiến</i>	1280
Nghiên cứu ảnh hưởng của độ cứng sàn đến chuyển vị đỉnh kết cấu nhà cao tầng bê tông cốt thép <i>Phạm Văn Tuấn, Đặng Văn Phi, Bùi Văn Đức, Bùi Ngọc Tú, Trương Văn Đoàn</i>	1287
Ảnh hưởng hình dạng tiết diện ngang đường hầm đến nội lực trong kết cấu chống đường hầm khi chịu tải trọng động đất <i>Phạm Văn Vĩ, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến, Đỗ Xuân Hội, Chu Việt Thức, Nguyễn Tiến Dũng</i>	1293

Nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ

Đỗ Ngọc Thái^{1,*}, Nguyễn Văn Quang²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải

TÓM TẮT

Với nhu cầu mở rộng sản xuất, tăng sản lượng của ngành khai thác than và khoáng sản, ngày càng có nhiều các đường lò cơ bản, giếng đứng được thi công trong những điều kiện địa chất phức tạp khác nhau. Công tác thi công giếng đứng trong điều kiện khối nứt nẻ chứa nước ngầm là nguyên nhân làm giảm tốc độ thi công, đẩy cao giá thành xây dựng công trình. Phương pháp bơm ép vỉa xi măng là giải pháp nhằm cải thiện các đặc tính cơ lý của khối đá, dung dịch vỉa xi măng được bơm ép nhằm gắn kết, lấp đầy hệ khe nứt, tạo ra khối đá liền khối có độ bền cơ học cao, ngăn cản sự xâm nhập, phá hủy từ nước ngầm. Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với các kết quả khảo sát hiện trường đề xuất cách tính toán, lựa chọn các số tham số kỹ thuật khi thiết kế để nâng cao hiệu quả áp dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ.

Từ khóa: giếng đứng; bơm ép vỉa xi măng; tham số bơm ép vỉa xi măng; khối đá nứt nẻ

1. Đặt vấn đề

Để đảm bảo sản lượng khai thác than đáp ứng cho sự phát triển kinh tế đất nước, khối lượng đường lò được khai đào hàng năm tại các mỏ than hầm lò trong Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam là rất lớn. Chỉ tính riêng trong giai đoạn 2018-2021, khối lượng mét lò đào mỗi năm khoảng 250.000m, dự kiến sẽ tăng lên đạt và duy trì khoảng 300.000m kể từ năm 2025. Các công ty đã không ngừng đầu tư kỹ thuật, cải tiến công nghệ, mở rộng diện khai thác và khai thác xuống sâu. Chính vì vậy mà khối lượng đào các đường lò chuẩn bị, đường lò cơ bản và giếng đứng ngày càng tăng nhanh. Trong những năm qua các mỏ than hầm lò đã tiến hành triển khai thi công nhiều giếng đứng, như giếng đứng Hà Lâm, Núi Béo, Khe Châm II-IV, Mạo Khê,... Để thi công các giếng đứng này chủ yếu vẫn là nhà thầu thi công nước ngoài. Các đơn vị thi công Việt Nam cũng đã chủ động phối hợp và nắm bắt làm chủ công nghệ thi công. Tuy nhiên quá trình thi công giếng đứng gặp nhiều khó khăn, tốc độ thi công thấp, rất hay bị gián đoạn, ngừng thi công do gặp phải các điều kiện địa chất yếu, phân lớp, nứt nẻ chứa nước ngầm.

Công tác thi công các giếng đứng trong điều kiện địa chất yếu, phân lớp, nứt nẻ chứa nước ngầm luôn tiềm ẩn những rủi ro gây mất an toàn phá hủy công trình, việc áp dụng các giải pháp kỹ thuật trong thi công nhằm đảm bảo chất lượng công trình, nâng cao tốc độ thi công luôn là một bài toán cấp thiết đặt ra. Có nhiều giải pháp thi công đào lò hay giếng qua địa chất yếu, phức tạp như: bơm ép vỉa xi măng; đóng băng nhân tạo; phương pháp sử dụng cọc thép, đóng ô ống (Võ Trọng Hùng, 2012)...., giải pháp bơm ép vỉa xi măng đã được sử dụng rộng rãi và mang lại hiệu quả trong thi công lò bằng, lò nghiêng như tại các mỏ than Nam Mầu, Hà Lâm, Mạo Khê, Mông Dương, Uông Bí..., tuy nhiên hiện nay và trong thời gian tới khối lượng thi công giếng đứng là rất lớn, công tác thi công xuống sâu và qua các lớp đất đá khác nhau nên nhu cầu áp dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng là rất lớn.

Phương pháp bơm ép vỉa xi măng, dưới tác dụng của áp lực bơm ép dung dịch vỉa xi măng lấp đầy hệ khe nứt nhằm cải thiện đặc tính cơ lý khối đá, tăng sức chịu tải và giảm các đặc tính biến dạng của đá. Khối đá sau khi bơm ép trở nên liền khối nâng cao khả năng chịu tải và còn có khả năng chống thấm, ngăn cản khả năng phá hủy từ nước ngầm, (Nguyễn Xuân Mãn, 1998; Cambefort, 1971; Greenslade và nnk 1979). Bài viết nghiên cứu công nghệ bơm ép vỉa xi măng, chỉ ra những khó khăn tồn tại trong quá trình áp dụng phương pháp và đề xuất các giải pháp để nâng cao hiệu quả áp dụng phương pháp bơm ép vỉa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối đá yếu, phân lớp nứt nẻ.

* Tác giả liên hệ

Email: dongocthai@humg.edu.vn

2. Phương pháp bơm ép vữa xi măng

2.1. Bản chất phương pháp và một số công trình áp dụng

Dưới áp lực bơm ép, dung dịch vữa xi măng được xâm nhập, tràn vào và lấp đầy các khe nứt hay các lỗ rỗng trong khối đá. Giải pháp xi măng hóa cho độ bền cao nhờ mối liên kết của vữa xi măng với thành khe nứt, tốc độ xâm nhập của dung dịch vữa được bơm ép giảm dần theo chiều sâu phân bố và dần dần được đông cứng tạo thành mối liên kết có độ bền cao, theo Greenslade và nnk, 1979.

Trong lĩnh vực thi công công trình ngầm và mỏ phương pháp bơm ép vữa xi măng được sử dụng để gia cường khối đất đá bị nứt nẻ, vỡ nhàu, phân lớp làm dính kết các thành phần thạch học của đất đá lại với nhau tạo nên “lớp đất đá được gia cường”. Chính lớp đất đá được gia cường đã thay đổi tính chất mất ổn định vì ngậm nước, bờ rời và tạo điều kiện thuận lợi cho công tác khai đào công trình.

- Dung dịch vữa bơm ép không dính kết với khối đất đá hoặc không đông cứng. Phương pháp bơm ép vữa xi măng chỉ hiệu quả áp dụng đối với khối đá nứt nẻ, chiều rộng khe nứt $\geq 0,5\text{mm}$, phương pháp không hiệu quả khi khối đất đá chứa nhiều sét, lưu lượng nước Q lớn làm rửa trôi lượng vữa khoan phụt.

- Áp lực bơm chưa hợp lý, khi áp lực bơm quá lớn sẽ phá hủy cấu trúc ban đầu của khối đá gây hiện tượng sập lở nguy hiểm cho công trình, khi áp lực bơm quá nhỏ thì lượng vữa được bơm ép không xâm nhập vào hết các kẽ nứt của khối đá do đó mức độ cải thiện chất lượng khối đá tăng không đáng kể, từ đó ta thấy công tác điều chỉnh áp lực bơm có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả phương pháp.

- Chiều rộng vùng gia cố bằng vữa gia cường phải đảm bảo độ bền cho khối đá không bị sụp lở tức thời khi tiến hành đào gương hoặc bán kính vùng gia cường phải đảm bảo không để nước ngầm gây phá hủy khối đá gia cường hay thấm qua vào gương hầm.

- Không xác định được bán kính vùng gia cường nên không đánh giá được hiệu quả của phương pháp.

- Chưa kiểm tra, đánh giá lại hiệu quả cải thiện đặc tính cơ lý của khối đá.

Phương pháp bơm ép vữa xi măng được sử dụng rất hiệu quả tại nhiều công trình ngầm và mỏ khi thi công qua vùng địa chất yếu trong khối đá nứt nẻ mạnh, giải pháp nhằm cải thiện, tăng độ bền cơ lý khối đá, tăng khả năng chống thấm, ngăn cản khả năng phá hủy từ nước ngầm ... tuy nhiên cũng có nhiều những khó khăn trong việc áp dụng và ảnh hưởng đến hiệu quả của phương pháp.

Qua quá trình nghiên cứu lý thuyết kết hợp với kết quả khảo sát tại hiện trường từ các dự án sử dụng phương pháp bơm ép vữa xi măng như tại: Hầm đường sắt Vàng Danh – Cảng Điện Công, Quảng Ninh; Hầm dẫn nước công trình thủy điện Đak Mi 4, Quảng Nam; Đường lò XVVTBT số 1 mức -40 Công ty than Nam Mầu; Lò dọc via than -89 Đông via 6 Đông, Công ty than Mạo Khê; Lò Đê Pô cứu hóa, mức -250 khu Trung tâm, công ty than Mông Dương..., nhóm tác giả tổng hợp những nguyên nhân làm giảm hiệu quả của phương pháp như sau:

2.2. Trình tự các bước thi công

Trước khi bơm ép vữa xi măng gia cường khối đá, cần tiến hành công tác khoan thăm dò địa chất thủy văn, địa chất công trình có chiều dài lớn để lấy mẫu nghiên cứu điều kiện cấu trúc của khối đá, trình tự các bước chính như sau:

- Khoan các lỗ khoan bơm ép.

Tùy thuộc vào hiện trạng khối đá yếu, phức tạp có khả năng gây sạt trượt vào công trình, giải pháp bơm ép vữa xi măng có các phương pháp khoan tạo lỗ khoan bơm ép tại gương đào hay từ trên mặt đất.

- Thổi rửa lỗ khoan.

Sau khi khoan xong tiến hành thổi rửa lỗ khoan bằng nước, đảm bảo lỗ khoan và các khe nứt, lỗ rỗng sạch mùn khoan tạo điều kiện cho vữa xi măng xâm nhập được vào trong các kẽ nứt, các lỗ rỗng trong khối đá. Công tác bơm được tiến hành cho tới khi nước trào lên miệng lỗ khoan là nước không còn lẫn mạt đá.

- Ép nước thí nghiệm trước khi bơm ép

Các lỗ khoan bơm ép vữa xi măng sau khi khoan xong đảm bảo về chiều dài, hướng cắm theo thiết kế, tiến hành thổi rửa sạch lỗ khoan sau đó lắp đặt tam pôn, ép nước thí nghiệm để kiểm tra độ chặt của tam pôn và xác định lượng hấp thụ nước đơn vị làm cơ sở cho việc điều chỉnh nồng độ vữa cần bơm ép. Dựa vào kết quả bơm ép nước để lựa chọn tỷ lệ, nồng độ của vữa bơm ép cho phù hợp.

- Bơm ép vữa xi măng

Xây dựng và lắp đặt hệ thống bơm ép như tường phản áp, máy khuấy, máy trộn, máy ép nước. Công tác bơm ép vữa xi măng chỉ được thực hiện sau khi hoàn thiện công tác khoan, lắp đặt hệ thống ống lồng, tam pôn. Sau khi bơm ép xong, khối đá được gia cường thì công tác khai đào công trình ngầm và mỏ được tiến hành như thông thường.

3. Xác định các tham số kỹ thuật nâng cao hiệu quả phương pháp bơm ép vữa xi măng thi công giếng đứng qua khối đá nứt nẻ

Qua quá trình nghiên cứu lý thuyết kết hợp với kết quả khảo sát tại hiện trường, để nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vữa xi măng khi thi công giếng đứng qua khối nứt nẻ, nhóm nghiên cứu đề xuất một số các giải pháp sau:

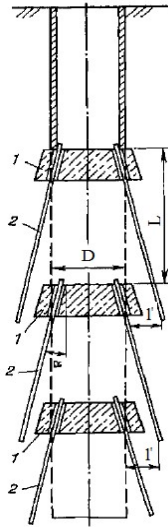
(1) Xác định điều kiện áp dụng mang lại hiệu quả của phương pháp

Công tác khảo sát địa chất, đánh giá điều kiện cấu trúc khối đá như, các thông số của hệ khe nứt (mật độ, chiều rộng, độ nhám bề mặt khe nứt). Lưu lượng, tính thấm nước ngầm. Điều kiện áp dụng phương pháp có hiệu quả, (Картозия và nnk (2001)): Khối đá nứt nẻ, có các phay phá địa chất, khối đá không phải các loại sét, kết; Độ mở khe nứt $\geq 0,5\text{mm}$; Hệ số thấm $(1,16.10^{-4} \div 5,8.10^{-3})\text{m/s}$; Nước ngầm có độ PH > 4 , có hàm lượng $\text{SO}_4^{2-} < 2,7\text{g/l}$; $\text{Cl}^{-1} < 3,5\text{g/l}$.

(2) Thiết kế sơ đồ, hệ thống lỗ khoan bơm ép

Khi thi công giếng đứng trong điều kiện địa chất phức tạp, khối đá phân lớp nứt nẻ, nước chảy vào giếng nhiều, không thể sử dụng phương pháp thi công thông thường. Để đảm bảo tính kinh tế, an toàn trong quá trình thi công và bảo vệ vỏ chống giếng ổn định, phương pháp bơm ép vữa xi măng. Sơ đồ lỗ khoan bơm ép, theo vị trí các lỗ khoan bơm ép chia ra thành sơ đồ lỗ khoan bơm ép từ trên mặt đất và sơ đồ lỗ khoan bơm ép từ mặt gương đào, theo Картозия và nnk (2001). Sơ đồ bố trí lỗ khoan bơm ép từ trên mặt đất chỉ áp dụng khi thi công giếng qua khối đá có hệ khe nứt dày và vị trí hệ khe nứt ở độ sâu không lớn.

Sơ đồ lỗ khoan bơm ép từ mặt gương đào, áp dụng đối với giếng khi thi công gặp khối đá yếu phân lớp, nứt nẻ, nước ngầm, vị trí ở độ sâu lớn so với mặt đất. Tại gương giếng xây dựng tường chắn phản áp, tại đó khoan các lỗ khoan bơm ép như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ bố trí các lỗ khoan bơm ép từ gương đào của giếng đứng
1-tường chắn phản áp; 2-lỗ khoan bơm ép, Картозия và nnk (2001)

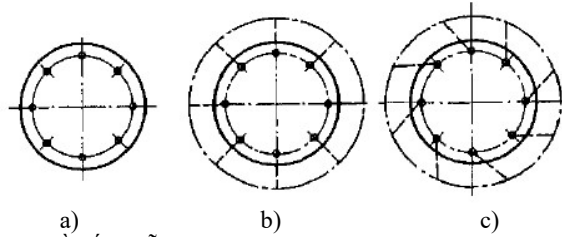
Các thông số kỹ thuật bao gồm:

- Công tác khoan tạo lỗ, các kết quả công tác đánh giá, khảo sát điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn là cơ sở cho việc thiết kế sơ đồ, hệ thống các lỗ khoan, sau đó tiến hành thổi rửa lỗ khoan và lắp đặt thiết bị tiến hành bơm ép. Tùy thuộc vào đặc tính hệ khe nứt, mức độ nứt nẻ, góc dốc, đường phương khe nứt, các lỗ khoan có các sơ đồ bố trí lỗ khoan khác nhau, các lỗ khoan được khoan dọc theo trục dọc của giếng (hình 2a), khoan tạo một góc nghiêng so với trục dọc của giếng (hình 2, b) hay khoan tạo một góc nghiêng so với phương tiếp tuyến (hình 2, c). Sơ đồ, hệ thống các lỗ khoan bơm ép phụ thuộc vào điều kiện địa chất, địa chất thủy văn và trang thiết bị thi công. Thông thường góc nghiêng tạo bởi lỗ khoan và trục dọc của giếng là $\alpha = 7^{\circ} \div 10^{\circ}$ và khoảng cách từ đáy lỗ khoan đến đường biên giếng $l' \approx 1,5\text{m}$.

- Số lỗ khoan được xác định theo công thức: $N_T = \pi D_T / l_T$,

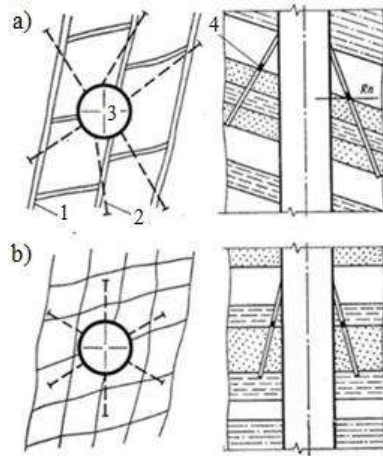
trong đó D_T là đường kính vòng tròn bố trí các lỗ khoan bơm ép; l_T là khoảng cách giữa các lỗ khoan.

Trong thực tế khoảng cách giữa các lỗ khoan thẳng đứng được lấy trong khoảng $1,5 \div 2\text{m}$, các lỗ khoan nghiêng với trục dọc của giếng có khoảng cách giữa miệng các lỗ khoan được lấy trong khoảng $0,8 \div 1,5\text{m}$.



Hình 2. Các sơ đồ bố trí lỗ khoan bơm ép trên gương, Картозия và nnk (2001)

- Chiều sâu các lỗ khoan bơm ép phụ thuộc vào đặc tính, mức độ nứt nẻ của khối đá, chiều dày lớp đá chứa nước ngầm nếu có; thiết bị khoan, chiều sâu lỗ khoan được lấy trong khoảng $L=10\div 50m$. Đường kính lỗ khoan phụ thuộc chiều sâu khoan và thiết bị máy khoan, thông thường từ $40\div 100mm$, để tăng tốc độ bơm ép và giảm tổn thất thì ta lựa chọn lỗ khoan có đường kính nhỏ. Sơ đồ bố trí lỗ khoan bơm ép khi thi công giếng đứng qua khối đá phân lớp, nứt nẻ được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Sơ đồ bố trí lỗ khoan bơm ép khi thi công giếng đứng qua khối đá phân lớp, nứt nẻ

a) khối đá phân lớp có một vài khe nứt chính; b) khối đá phân lớp có hệ khe nứt
1- hệ khe nứt; 2 - lỗ khoan bơm ép; 3 - giếng đứng; 4 - van điều áp. Картозия và nnk (2001)

(3) Xác định và điều chỉnh áp lực bơm ép hợp lý

Công tác bơm ép nước thí nghiệm

Công tác bơm ép nước thí nghiệm được tiến hành trước khi bơm ép vừa xi măng, làm cơ sở đánh giá, xác định tính thấm, mức độ xâm nhập của nước ngầm để thiết kế cấp phối vừa xi măng và là cơ sở để xác định áp lực bơm ép vừa.

Công tác bơm ép nước thí nghiệm được thực hiện với các giá trị áp lực tăng dần khác nhau, để xác định áp lực dẫn đến khả năng gây phá hủy cấu trúc hệ khe nứt trong khối đá, thể hiện dưới dạng tăng đột ngột lưu lượng nước hay giảm đột ngột áp lực.

(4) Điều chỉnh áp lực bơm ép

Giá trị áp lực bơm ép lớn nhất không vượt quá giá trị gây phá hủy cấu trúc hệ khe nứt trong khối đá.

Giá trị áp lực bơm ép có thể được chia làm ba giai đoạn: giai đoạn đầu; giai đoạn giữa và giai đoạn cuối. Áp lực bơm ép được tăng dần, tránh có những thay đổi lớn cho tới khi đạt giá trị áp lực cuối cùng giữ ổn định trong một khoảng thời gian $10\div 20$ phút.

(5) Thiết kế cấp phối vừa xi măng bơm ép

Thành phần vừa xi măng được biểu thị bằng tỷ lệ nước: xi măng (N/X). Thành phần vừa xi măng có thể xác định sơ bộ căn cứ vào lượng mất nước đơn vị q quy định trong bảng 1, căn cứ vào kết quả phụt thử nghiệm xác định tỷ lệ N/X.

Bảng 1. Quan hệ giữa tỷ lệ N/X với lượng mất nước đơn vị q

$q, l/(min.m^2)$	Dưới 0,1	Từ 0,1 ÷ 0,5	Từ 0,5 ÷ 1,0	Từ 1,0 ÷ 2,0	Từ 2,0 ÷ 4,0	Trên 4,0
N/X	10/1	Từ 8/1 ÷ 5/1	Từ 5/1 ÷ 3/1	Từ 3/1 ÷ 2/1	1/1	Dưới 0,8/1

Để tăng hiệu quả của phương pháp, thành phần cấp phối vữa bơm ép được sử dụng thêm các loại phụ gia siêu dẻo Polycarboxylate, phụ gia giãn nở Sika, phụ gia siêu mịn hoạt tính... nhằm cải thiện đặc tính dung dịch vữa bơm ép phù hợp với từng điều kiện áp dụng.

(6) Xác định bán kính, chiều rộng vùng gia cường cần thiết

Điều kiện ổn định: Cần xác định bán kính vùng gia cường cần thiết để đảm bảo khối đá sau khi được gia cường không bị phá hủy bởi áp lực nước ngầm, thỏa mãn biểu thức, theo Камбедор và nnk (1971):

$$F_{ms} \geq P_n \quad (1)$$

trong đó: F_{ms} - cường độ lực ma sát giữa bề mặt thành khe nứt và vữa bê tông sau khi ninh kết, đóng rắn; P_n - áp lực nước ngầm.

Áp lực nước ngầm P_n , (Pa) được xác định theo công thức

$$P_n = k_v \cdot k_l \cdot q_n \cdot S_q \quad (\text{Pa}) \quad (2)$$

trong đó: k_v - hệ số tính tới sự thay đổi áp lực nước theo thời gian;
 k_l - hệ số thay đổi tiết diện ngang của khe nứt trong không gian;
 q_n - áp lực nước ngầm trên một đơn vị tiết diện khe nứt;
 S_q - diện tích ngang của khe nứt được quy đổi

$$S_q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (\text{m}^2) \quad (3)$$

d - chiều rộng khe nứt được quy đổi thành đường kính tương đương, thay (3) vào (2) ta có:

$$P_n = k_v \cdot k_l \cdot q_n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (\text{Pa}) \quad (4)$$

Cường độ lực ma sát do vữa xi măng liên kết với thành khe nứt phụ thuộc độ nhám mặt khe nứt, chất lượng vữa bê tông ninh kết, đóng rắn và được xác định theo công thức:

$$F_{ms} = k_2 \cdot \pi \cdot d \cdot \tau \cdot b \quad (\text{N/m}^2) \quad (5)$$

trong đó: k_2 - hệ số tính đến sự thay đổi độ bền liên kết và điều kiện liên kết của bê tông với thành khe nứt ($k_2 < 1$).

τ - cường độ bám dính của bê tông với bề mặt khe nứt, (N/m²). Theo điều kiện ổn định (1) ta có:

$$k_2 \cdot \pi \cdot d \cdot \tau \cdot b \geq k_v \cdot k_l \cdot q_n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (6)$$

b - chiều rộng vùng được gia cố, (m)

Từ đó ta có thể xác định kích thước bán kính gia cường xung quanh lỗ khoan bơm ép:

$$b \geq \frac{k_v \cdot k_l \cdot q_n \cdot d}{4 \cdot k_2 \cdot \tau} \quad (\text{m}) \quad (7)$$

(7) Kiểm tra, đánh giá hiệu quả sử dụng của phương pháp

Sau khi kết thúc công việc bơm ép vữa xi măng, tối thiểu 7 ngày cần tiến hành khoan lỗ khoan kiểm tra. Máy khoan dùng để khoan là loại dùng để khoan lỗ khoan bơm ép. Rửa sạch lỗ khoan, đo mực nước ổn định, đặt nút, bơm ép nước, đo chế độ hấp thụ nước. Kiểm tra độ hấp thụ nước đơn vị. Các lỗ khoan kiểm tra xong được lấp lại ngay bằng vữa xi măng. Để kiểm tra tình trạng ổn định của khu vực đất đá công trình thi công qua, tiến hành khoan thăm dò lấy mẫu để xác định chất lượng khối đá sau khi bơm ép gia cố khối đá vữa thực hiện. Các mẫu lõi khoan được đánh giá chất lượng khối đá theo chỉ tiêu RQD, nếu RQD > 40% thì coi đạt yêu cầu.

4. Kết luận

Phương pháp bơm ép vữa xi măng áp dụng trong công tác thi công giếng đứng với mục đích cải thiện độ bền cơ lý khối đá và khả năng chống thấm để đảm bảo an toàn trong quá trình thi công, nâng cao độ bền, ổn định lâu dài cho công trình. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, để nâng cao hiệu quả sử dụng phương pháp bơm ép vữa xi măng cần đặc biệt chú trọng:

- Công tác khảo sát địa chất, đánh giá điều kiện cấu trúc khối đá như, các thông số của hệ khe nứt như mật độ, chiều rộng, độ nhám bề mặt khe nứt, lưu lượng nước ngầm, tính thấm nước ngầm đây là cơ sở và tham số đầu vào cho việc tính toán lựa chọn các tham số trong thiết kế khoan phụ ép vữa.

- Tính toán, lựa chọn các tham số chính bao gồm: Thiết kế sơ đồ, hệ thống lỗ khoan bơm ép; Xác định và điều chỉnh áp lực bơm ép; Thiết kế cấp phối vữa xi măng bơm ép; Xác định bán kính, chiều rộng vùng gia cường; Kiểm tra, đánh giá hiệu quả sau khi khoan ép vữa.

Tài liệu tham khảo

- Võ Trọng Hùng, 2012. Thi công giếng đứng. *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ*.
- Nguyễn Xuân Mãn, 1998. Xây dựng công trình ngầm trong các điều kiện đặc biệt. Bài giảng cao học ngành xây dựng công trình ngầm, mỏ và công trình đặc biệt. *Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội*.
- A. Cambefort, 1971. Soil injection. – M.: *Energy*.
- B.A. Kartoziya, B.I. Fedunets, M.I. Shuplik, Yu.N. Malyshev, V.I. Smirnov, V.G. Lerner, Yu.P. Rachmaninov, A.V. Korchak, B.A. Filimonov, V.I. Rezunenko, A.M. Levitsky, 2001. Mine and underground construction, Volume 1, *Publishing House of the Academy of Mining Sciences*, Moscow.
- Greenslade, W. M. and Condrat, G. W, 1979. Depressurization of a Multi-layered Artesian System for Water and Grout Control During Deep Mine-Shaft Development. *Journal of Hydrology*, 43, p. 517-536.

ABSTRACT

Improve the efficiency of the cement grout injection method when constructing vertical shafts through weak, layered rock masses

Do Ngoc Thai¹, Nguyen Van Quang²

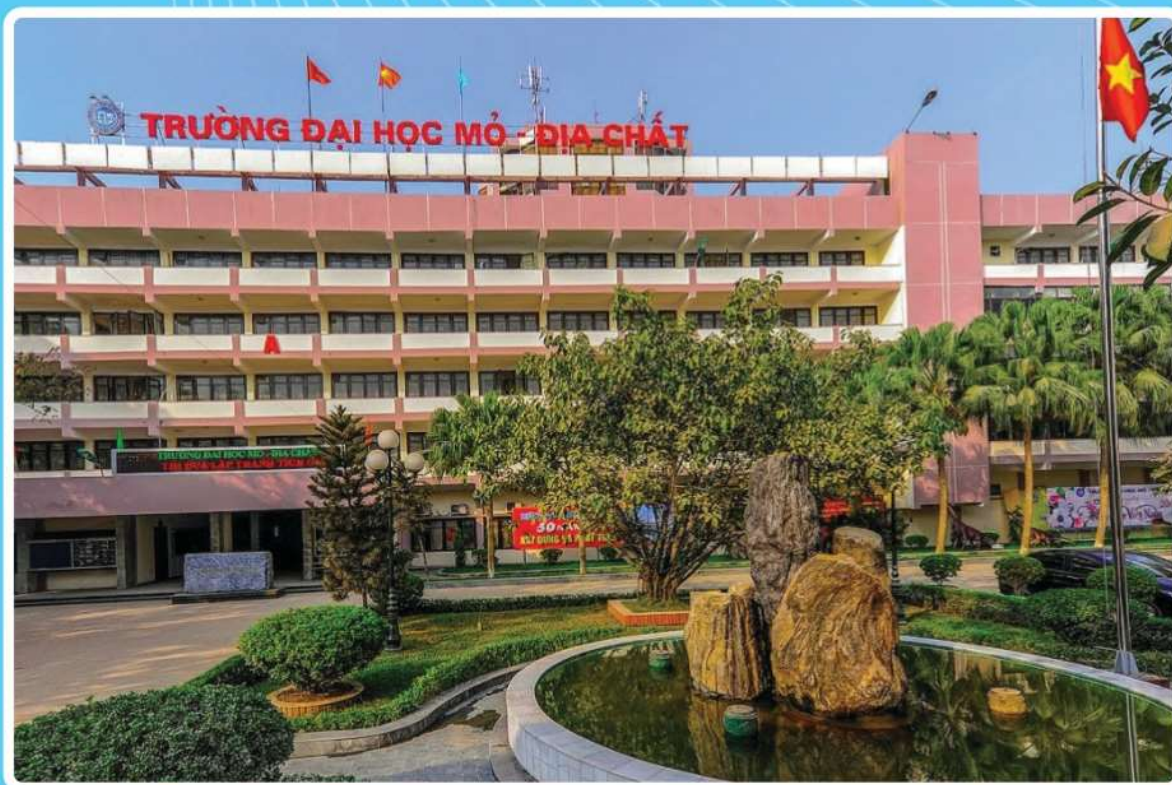
¹*Hanoi University of Mining and Geology*

²*University of Transport Technology*

With the need to expand production and increase output in the coal and mineral mining industry, more basic tunnels and vertical shafts are being constructed in increasingly complex geological conditions. Constructing vertical shafts in areas with weak rock masses and layered cracks containing underground water reduces construction speed and increases costs. The cement grout injection method is a solution to improve the physical and mechanical properties of the rock mass. By pumping cement mortar into the crack system, it bonds and fills the cracks, creating a solid rock mass with good mechanical strength and preventing intrusion and damage from underground water. This article examines ways to improve the efficiency of the cement grout injection method when constructing vertical shafts in weak, layered, and cracked rock conditions.

Keywords: vertical shafts; cement grout injection; grout injection parameters; reinforcement radius

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2024)



ISBN: 978-604-76-3040-0



9 786047 630400

SÁCH KHÔNG BÁN