

HỘI KỸ THUẬT NỔ Mìn VIỆT NAM



TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI NGHỊ KHOA HỌC KỸ THUẬT NỔ Mìn VIỆT NAM LẦN THỨ I

**KỸ THUẬT NỔ Mìn TIỀN TIẾN
AN TOÀN VÀ THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG**



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

HỘI KỸ THUẬT NỔ Mìn VIỆT NAM

TUYỂN TẬP BÁO CÁO

HỘI NGHỊ KHOA HỌC KỸ THUẬT NỔ Mìn VIỆT NAM LẦN THỨ I

**KỸ THUẬT NỔ Mìn TIÊN TIẾN
AN TOÀN VÀ THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG**

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

LỜI NÓI ĐẦU

Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam là tổ chức xã hội - nghề nghiệp hoạt động trong các lĩnh vực khai thác mỏ, kỹ thuật nổ mìn, vật liệu nổ công nghiệp và bảo vệ môi trường, được thành lập theo Quyết định số 947/QĐ-BNV ngày 13 tháng 8 năm 2010 của Bộ Nội vụ. Trải qua quá trình hình thành và phát triển, Hội luôn kiên định mục tiêu kết nối đội ngũ chuyên gia, nhà khoa học, cơ quan quản lý và doanh nghiệp; đồng thời thúc đẩy chuyển giao tri thức, ứng dụng công nghệ tiên tiến, nâng cao năng lực quản lý - điều hành và thực hành an toàn trong công tác khoan - nổ mìn.

Thực tiễn sản xuất cho thấy yêu cầu đổi mới công nghệ, cập nhật tri thức quốc tế, kiểm soát rủi ro và giảm thiểu tác động môi trường trong nổ mìn ngày càng cấp thiết. Bên cạnh những thành tựu đã đạt được, lĩnh vực này vẫn đứng trước không ít thách thức: mức độ phổ cập các giải pháp công nghệ, kỹ thuật hiện đại còn chưa đồng đều; chia sẻ thông tin chuyên môn đôi khi chưa kịp thời; sự cố và tai nạn liên quan đến nổ mìn vẫn có thể xảy ra nếu thiếu chuẩn mực kỹ thuật và kỷ luật an toàn nghiêm ngặt. Điều đó đòi hỏi một diễn đàn khoa học - nghề nghiệp đủ uy tín để trao đổi học thuật, chia sẻ kinh nghiệm, lan tỏa các thực hành tốt và củng cố văn hóa an toàn.

Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Hội nghị Khoa học kỹ thuật nổ mìn Việt Nam lần thứ I “Kỹ thuật nổ mìn tiên tiến, an toàn và thân thiện với môi trường” của Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam tập hợp các bài viết do các tác giả từ khắp mọi miền đất nước gửi tới tham gia hội nghị. Đây là những kết quả nghiên cứu, tổng quan chuyên đề, giải pháp công nghệ và kinh nghiệm thực tiễn tiêu biểu đúng với chủ đề, đã được tuyển chọn, biên tập công phu, là minh chứng thuyết phục cho sự thành công của Hội nghị VBEA-2025.

Thông qua các bài viết này, Ban Khoa học hy vọng góp phần cung cấp thêm một nguồn tài liệu tham khảo có giá trị cho công tác quản lý, đào tạo, thiết

kế - thi công nỗ lực tại các đơn vị trong và ngoài ngành. Nhân dịp này chúng tôi cũng trân trọng cảm ơn các tác giả, các nhà khoa học, chuyên gia, các cơ quan quản lý và doanh nghiệp đã quan tâm, đồng hành, đóng góp về nội dung và hỗ trợ cho ấn phẩm sớm ra mắt bạn đọc.

Ban Tổ chức và Ban Khoa học rất mong tiếp tục nhận được những ý kiến trao đổi, phản biện và các bài viết chất lượng để ấn phẩm ngày càng thiết thực, chuyên sâu, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của ngành kỹ thuật nỗ lực Việt Nam.

BAN KHOA HỌC

BAN TỔ CHỨC

TS. Lê Ngọc Ninh, *Chủ tịch Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Trưởng ban

GS.TS. Bùi Xuân Nam, *Phó Chủ tịch kiêm Tổng Thư ký Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Phó Trưởng ban

PGS.TS. Trần Quang Hiếu, *Chánh Văn phòng Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Thư ký

PGS.TS. Phạm Văn Hòa, *Phó Chủ tịch Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên

Đại tá, ThS. Nguyễn Văn Hải, *Phó Chủ tịch Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên

KS. Nguyễn Quốc Huy, *Phó Chủ tịch Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên

ThS. Phan Hồng Việt, *Phó Chủ tịch Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên

Đại tá, KS. Phạm Quốc Mạnh, *Phó Chủ tịch Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên

KS. Đỗ Đức Khoa, *Cục An toàn công nghiệp, Bộ Công Thương* - Ủy viên

ThS. Lê Đức Ánh, *Phó Giám đốc Sở Công thương Nghệ An* - Ủy viên

TS. Nguyễn Tam Tính, *Phó Trưởng ban, Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam* - Ủy viên

ThS. Trần Văn Dũng, *Phó Tổng Giám đốc, Tổng công ty Công nghiệp Hoá chất mỏ - VINACOMIN* - Ủy viên

Đại tá, ThS. Tăng Văn Chi, *Tổng Giám đốc Tổng công ty Xây dựng Lũng Lô* - Ủy viên

ThS. Lê Tuấn Ngọc, *Phó Tổng Giám đốc, Tổng công ty Khoáng sản VINACOMIN* - Ủy viên

TS. Hoàng Hùng Thắng, *Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh* - Ủy viên

TS. Nguyễn Anh Thơ, *Viện trưởng Viện Khoa học An toàn vệ sinh lao động* - Ủy viên

TS. Trịnh Xuân Đức, *Viện trưởng Viện Khoa học Kỹ thuật Hạ tầng và Môi trường* - Ủy viên

ThS. Nguyễn Khắc Quyền, *Phó Viện trưởng Viện Chính sách, Bộ Công Thương* - Ủy viên

TS. Phạm Huy Đông, *Phó Viện trưởng Viện Hoá học Công nghiệp* - Ủy viên

PGS.TS. Phan Đức Nhân, *Trưởng ban Sau Đại học, Học viện Kỹ thuật Quân sự* - Ủy viên

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Bích, *Trưởng khoa, Trường Đại học Y tế Công cộng* - Ủy viên

TS. Ngô Kim Tú, *Phó Trưởng khoa, Trường Đại học Lao động - Xã hội* - Ủy viên

TS. Đoàn Văn Thanh, *Trưởng phòng, Viện Khoa học và Công nghệ mỏ* - Ủy viên

PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn, *Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu Cơ điện mỏ* - Ủy viên

TS. Đào Văn Chi, *Giám đốc Trung tâm Khoa học Công nghệ Mỏ và Môi trường* - Ủy viên

TS. Nguyễn Đình An, *Phó Giám đốc Trung tâm Bồi dưỡng và Tư vấn nổ mìn* - Ủy viên

BAN KHOA HỌC

GS.TS. Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Tôn Đức Thắng* - Trưởng ban
PGS.TS. Trần Quang Hiếu, *Trường Đại học Mở - Địa chất* - Thư ký
GS.TS. Changwoo Lee, *Dong A University (Hàn Quốc)* - Ủy viên
GS.TS. Nhữ Văn Bách, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên
GS.TS. Võ Trọng Hùng, *Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam* - Ủy viên
GS.TS. Lê Văn Trình, *Hội Khoa học An toàn, vệ sinh lao động* - Ủy viên
PGS.TS. Lê Quang Hồng, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên
TS. Nguyễn Phú Vụ, *Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam* - Ủy viên
TS. Lê Văn Quyền, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên
TS. Nguyễn Đăng Tề, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam* - Ủy viên
PGS.TS. Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất* - Ủy viên
TS. Đỗ Ngọc Hoàn, *Trường Đại học Mở - Địa chất* - Ủy viên
TS. Hoàng Hùng Thắng, *Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh* - Ủy viên
PGS.TS. Đàm Trọng Thắng, *Học viện Kỹ thuật Quân sự* - Ủy viên
PGS.TS. Phan Đức Nhân, *Học viện Kỹ thuật Quân sự* - Ủy viên
PGS.TS. Nguyễn Ngọc Bích, *Trường Đại học Y tế Công cộng* - Ủy viên
TS. Ngô Kim Tú, *Trường Đại học Lao động - Xã hội* - Ủy viên
TS. Nguyễn Anh Thơ, *Viện Khoa học An toàn và vệ sinh lao động* - Ủy viên
TS. Trịnh Xuân Đức, *Viện Khoa học Kỹ thuật Hạ tầng và Môi trường* - Ủy viên
ThS. Nguyễn Khắc Quyền, *Viện Chính sách Bộ Công Thương* - Ủy viên
TS. Phạm Huy Đông, *Viện Hoá học Công nghiệp* - Ủy viên
TS. Lê Đức Phương, *Tạp chí Công nghiệp mỏ* - Ủy viên
TS. Đoàn Văn Thanh, *Viện Khoa học và Công nghệ mỏ* - Ủy viên
TS. Nguyễn Văn Đức, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản* - Ủy viên
TS. Nguyễn Tam Tính, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam* - Ủy viên
PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn, *Trung tâm Nghiên cứu Cơ điện mỏ* - Ủy viên
TS. Đào Văn Chi, *Trung tâm Khoa học Công nghệ Mỏ và Môi trường* - Ủy viên

MỤC LỤC

TT	Tên bài báo và tác giả	Trang
1	Kỹ thuật nổ mìn tiên tiến trong khai thác lộ thiên: Xu hướng công nghệ, kiểm soát rủi ro và định hướng phát triển thân thiện với môi trường <i>Bùi Xuân Nam, Lê Ngọc Ninh, Trần Quang Hiếu</i>	11
2	Phi carbon hóa khai thác than lộ thiên tại Việt Nam: Nghiên cứu điển hình về vòng đời phát thải và các lộ trình giảm thiểu <i>Bùi Xuân Nam, Nguyễn Thị Tâm, Lê Ngọc Ninh, Quách Đức Tín, Trần Quang Hiếu, Chang-Woo Lee, Đỗ Văn Triều, Nguyễn Văn Đức</i>	45
3	Nghiên cứu khả năng sử dụng hệ thống cấp nổ điện tử nhằm nâng cao hiệu quả nổ mìn tại các mỏ lộ thiên Việt Nam <i>Trần Quang Hiếu, Phạm Đại Hải, Trần Văn Dũng, Phan Mạnh Lộc</i>	68
4	Nghiên cứu kỹ thuật nổ mìn an toàn và thân thiện với môi trường <i>Lê Ngọc Ninh</i>	86
5	Nghiên cứu sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI) để tính toán lập hộ chiếu khoan - nổ mìn đào lò nhằm từng bước chuyển đổi số và tự động hóa công tác thiết kế khoan - nổ mìn tại các mỏ hầm lò thuộc TKV <i>Đặng Văn Kiên, Đoàn Đắc Thọ, Lê Quốc Khang, Trần Đăng Hải, Tạ Đăng Đại, Trần Công Thái, Nguyễn Văn Hải, Ngô Văn Giáp, Trần Quốc Đoàn</i>	103
6	Rủi ro trong công tác nổ mìn tại mỏ lộ thiên: phân tích, đánh giá và các giải pháp kiểm soát toàn diện <i>Trần Đình Bảo, Nguyễn Đình An, Trần Quang Hiếu</i>	120

7	Nghiên cứu phương án sản công tác nổi lắp ghép phục vụ việc khoan lỗ mìn dưới nước khi thi công công trình giao thông quy mô nhỏ	142
	<i>Nguyễn Mạnh Thường, Đàm Trọng Thắng, Trần Quang Hiếu</i>	
8	Xác định các thông số kỹ thuật của giải pháp phá vỡ đất đá bằng CO ₂ lỏng cho các mỏ lộ thiên Việt Nam	153
	<i>Hoàng Mạnh Thắng, Đàm Công Khoa, Đoàn Văn Thanh</i>	
9	Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật công nghệ nhằm nâng cao hiệu quả khoan-nổ mìn tại các đường lò của Công ty cổ phần Than Núi Béo	166
	<i>Đặng Văn Kiên, Lê Quốc Khang, Nguyễn Văn Định</i>	
10	Nghiên cứu khảo sát sự suy giảm cường độ sóng xung kích lan truyền trong không khí sau tường chắn do nổ lượng nổ tập trung bằng phương pháp số	177
	<i>Nguyễn Đức Khởi, Đàm Trọng Thắng, Nguyễn Văn Hiếu</i>	
11	Nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng của lỗ mìn đơn trong môi trường đất đá đến trường phân bố tốc độ xung quanh lượng nổ	192
	<i>Kiều Xuân Bách, Đàm Trọng Thắng, Vũ Trọng Hiếu</i>	
12	Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá giải pháp gia cường kết cấu tường gạch khi chịu tải trọng nổ	210
	<i>Nguyễn Hữu Thế, Đàm Trọng Thắng, Nguyễn Mạnh Thường, Nguyễn Công Nghị</i>	
13	Nghiên cứu đổi mới phương pháp tính toán chỉ tiêu thuốc nổ và các thông số khoan - nổ mìn hợp lý cho các mỏ lộ thiên của TKV	220
	<i>Lê Đức Phương, Lê Việt Phương, Phí Trung Kiên, Phạm Xuân Tráng, Nguyễn Ngọc Dũng</i>	
14	Đề xuất ứng dụng ống tập trung năng lượng khi đào lò đá ở các mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than khoáng sản Việt Nam	235
	<i>Đào Văn Chi, Phạm Đức Hưng, Nguyễn Minh Đức</i>	

15	Kíp điện tử - nền tảng chuyển đổi số cho nổ mìn thông minh <i>Nguyễn Đình An, Hoàng Trung Thành, Trần Đình Bảo, Lê Quý Thảo, Trần Văn Dũng</i>	243
16	Mô hình hóa quỹ đạo đá văng theo điều kiện nổ mìn: Áp dụng cho mỏ đá Điều Phon, Cao Bằng <i>Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Việt, Phạm Văn Hòa, Đỗ Ngọc Hoàn, Nguyễn Anh Kiên, Phùng Văn Thắng, Ngọc Thúy Oanh, Phùng Bảo Ngọc, Phùng Tuấn Kiệt</i>	254
17	Nghiên cứu khả năng tận dụng dầu ăn đã qua sử dụng để chế tạo thuốc nổ nhũ tương <i>Đàm Quang Sang, Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Vũ Hùng</i>	274
18	An toàn, sức khỏe nghề nghiệp cho thợ nổ mìn trong cung ứng dịch vụ nổ mìn trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh - Thực tiễn triển khai tại Tổng công ty Công nghiệp Hóa chất Mỏ (MICCO) <i>Ngô Kim Tú, Lâm Kiều Anh, Trần Văn Dũng</i>	285
19	Đánh giá nguy cơ rủi ro và phòng ngừa ô nhiễm bụi, khí độc trong công tác nổ mìn cho các mỏ sử dụng vật liệu nổ công nghiệp <i>Lâm Kiều Anh</i>	300
20	Tác động môi trường của vật liệu nổ trong xung đột vũ trang và hàm ý đối với quản lý nổ mìn thân thiện môi trường <i>Lê Ngọc Ninh</i>	315

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG ÁN SÀN CÔNG TÁC NỔI LẮP GHÉP PHỤC VỤ VIỆC KHOAN LỖ MÌNH DƯỚI NƯỚC KHI THI CÔNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG QUY MÔ NHỎ

Nguyễn Mạnh Thường¹, Đàm Trọng Thắng^{1,*}, Trần Quang Hiếu²

TÓM TẮT

Khi thi công các công trình giao thông như nạo vét, mở luồng, thi công cầu cảng... có quy mô nhỏ, hạn chế về kinh phí, công tác khoan lỗ mình dưới nước cần sử dụng phương tiện hỗ trợ phù hợp với mức kinh phí. Việc sử dụng các xà lan chuyên dụng không phù hợp vì chi phí lớn. Vì vậy yêu cầu thiết kế, chế tạo sàn công tác nổi lắp ghép dùng cho việc khoan lỗ mình dưới nước tại các công trình quy mô nhỏ là cấp thiết. Bài báo trình bày sự tính toán phương án sàn công tác nổi lắp ghép để phục vụ việc khoan lỗ mình dưới nước. Tác giả đã đề xuất phương án sàn công tác lắp ghép từ các phao nhựa có thể đặt máy khoan trên cạn loại công suất nhỏ trên sàn. Tác giả tính toán bằng lý thuyết độ nổi, độ ổn định của phương án sàn công tác được đề xuất và rút ra một số kết luận cho phương án sàn công tác này.

Từ khóa: sàn công tác nổi, độ nổi, sự ổn định, khoan lỗ mình dưới nước.

1. Đặt vấn đề

Trong công tác thi công các công trình giao thông như nạo vét, mở luồng, cầu cảng ven biển... có sử dụng nổ mình dưới nước, thì việc khoan lỗ mình thường được thực hiện từ trên mặt các sàn chuyên dùng đặt nổi trên mặt nước, được gọi là sàn công tác nổi. Ở nước ta hiện nay, chưa có các loại thiết bị khoan lỗ mình chuyên dụng phục vụ công tác nổ mình dưới nước [1]. Hầu hết các công trình lớn phải thuê đồng bộ trang bị khoan lỗ mình dưới nước với chi phí rất lớn (Hình 1). Các công trình quy mô nhỏ ở vùng điều kiện khó khăn rất khó thực hiện vì kinh phí có hạn. Đối với các công việc quy mô nhỏ, được thực hiện ở các vùng nước có độ sâu ít hơn 3 m, sóng không quá cấp 1, máy khoan công suất nhỏ thì việc sử dụng sàn

¹ Học viện Kỹ thuật Quân sự

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất

*Email: thangdt@lqdtu.edu.vn

công tác nổi chuyên dụng, hoặc sàn cấu tạo từ xà lan là không phù hợp do vận chuyển khó khăn, cấu tạo phức tạp, chi phí vận hành lớn. Vì vậy, nhu cầu thiết kế, chế tạo sàn công tác nổi lắp ghép, có thể đặt được máy khoan công suất nhỏ bên trên, dùng làm phương tiện hỗ trợ cho việc khoan lỗ mìn tại các công trình quy mô nhỏ với điều kiện độ sâu, cấp sóng như trên là cấp thiết và cần nghiên cứu đề xuất phương án phù hợp. Trong khuôn khổ bài báo, tác giả trình bày phương án sàn công tác nổi lắp ghép từ phao nhựa do loại vật liệu nổi này có nhiều ưu điểm phù hợp với việc lắp ghép sàn công tác nổi phục vụ công tác khoan lỗ mìn dùng cho công trình quy mô nhỏ.



Hình 1. Tàu khoan lỗ mìn Yuan Dong 007 với 10 tháp khoan đang thi công cải tạo kênh đào Panama

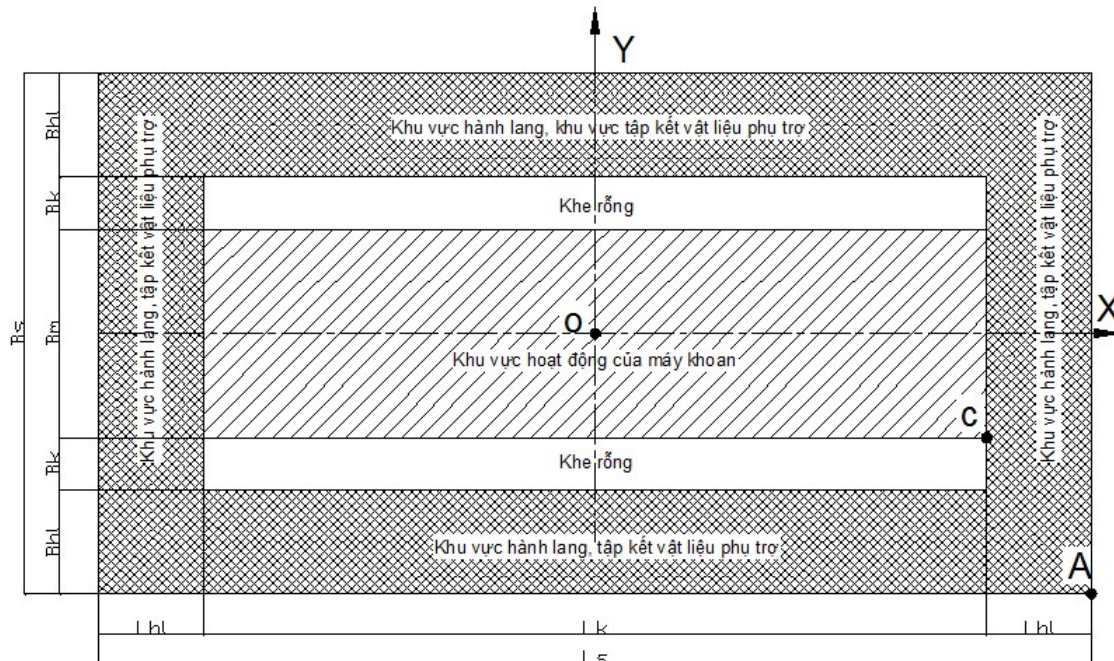
2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Các yêu cầu đối với sàn công tác nổi lắp ghép

Sàn công tác nổi phục vụ cho công tác khoan lỗ mìn dưới nước cần có khe rỗng để máy khoan đặt trên sàn có thể khoan qua khe này. Đây là yêu cầu đặc biệt đối với sàn khi dùng để khoan lỗ mìn so với các sàn công tác nổi ứng dụng vào công tác khác. Khi sử dụng phao nổi nhựa, việc tạo khe rỗng này rất dễ dàng bằng cách để trống một vài vị trí phao, và đây là một ưu điểm của việc sử dụng phao nổi lắp ghép so với việc sử dụng xà lan thông thường. Sàn đảm bảo độ nổi cần thiết, tức là lực nâng của vật liệu nổi được sử dụng lớn hơn tổng khối lượng của bản thân sàn và các thiết bị trên sàn. Sàn đảm bảo sự ổn định, không bị lật trong trạng thái đã chịu tải. Căn cứ vào yêu cầu sử dụng sàn công tác đặt thiết bị khoan đề xuất phương án sàn công tác nổi như sau:

Sàn có kích thước $L_s \times B_s \times H_s$ (dài x rộng x cao) (m), có 1 khe rỗng kích thước $L_k \times B_k$ (dài x rộng) (m), đảm bảo đủ không gian cho mũi khoan xuyên qua và không chạm vào thành của sàn, thuận tiện khi thao tác. Chiều rộng hành lang theo chiều ngang B_{hl} , theo chiều dọc H_{hl} đảm bảo việc di chuyển của kíp người vận hành máy khoan được thuận lợi. Kích thước khu vực đặt máy khoan là $B_m \times L_m$ (m) phụ thuộc vào loại máy khoan sử dụng.

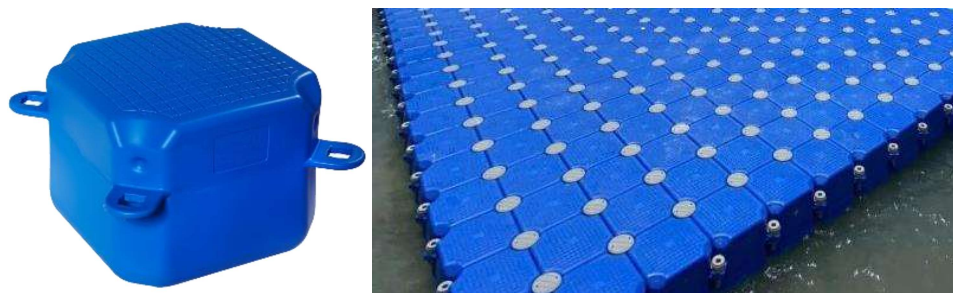
Theo công bố của nhà sản xuất [8], bề mặt phao nhựa đã được thiết kế đặc biệt để chịu lực. Tuy nhiên, để đảm bảo bề mặt phao không bị hư hỏng, mặt sàn công tác nổi được phủ một lớp ván gỗ chiều dày t_{vp} . Máy khoan có thể di chuyển được trên sàn công tác bằng cách bố trí trên tấm trượt hoặc đường ray, hoặc giá đỡ có bánh xe. Khu vực hoạt động của máy khoan có kích thước là $B_m \times L_m$ (m), bố trí ở khu vực gần trục đối xứng để hạn chế tải trọng lệch tâm. Sàn gồm 2 khe rỗng chạy dọc theo chiều dài của sàn. Máy khoan di chuyển dọc theo khe rỗng để khoan. Số lượng mũi khoan phụ thuộc vào chiều dài B_k của khe rỗng và khoảng cách lỗ khoan theo thiết kế. Máy khoan có thời điểm sẽ được bố trí đặt lệch tâm so với tâm O của sàn khoảng cách e_x và e_y . Ưu điểm của phương án này là có thể nâng cao tốc độ khoan, rút ngắn thời gian thi công do ít phải dịch chuyển sàn. Sơ đồ nguyên lý của phương án sàn công tác này được thể hiện như trong các hình dưới đây.



Hình 2. Mặt bằng sàn công tác nổi đề xuất
gồm 2 khe rỗng và máy khoan di động được trên sàn

2.2. Giới thiệu về vật liệu phao nhựa nổi

Sản phẩm phao nhựa là khối phao nổi làm từ nhựa có trọng lượng phân tử rất cao để chống lại sự lão hoá dưới tác động của ánh nắng mặt trời và nước biển [8]. Kích thước một phao nhựa lần lượt là 0,5 x 0,5 x 0,43 (m) (dài x rộng x cao), với khối lượng 6,4 kg, vật liệu nhựa HMW HDPE (Hình 1a). Phao nhựa được thiết kế theo dạng module, có thể kết nối chắc chắn với nhau nên có nhiều ưu điểm như: dễ vận chuyển, dễ lắp đặt, thời gian lắp đặt ngắn, chi phí lắp đặt thấp, sức nổi lớn do trọng lượng nhẹ, dễ thay đổi hình dáng kết cấu theo ý muốn, thao tác lắp đặt đơn giản độ bền cao, an toàn...



Hình 3. Phao nhựa

2.3. Các điều kiện để sản công tác làm việc an toàn

Để khai thác được an toàn, sản công tác nổi phục vụ khoan lỗ mìn dưới nước cần bảo đảm điều kiện nổi, điều kiện ổn định tĩnh, điều kiện ổn định động, theo Đinh Sơn Hùng (1998), Nguyễn Viết Tân (2011).

- Điều kiện nổi:

Theo lý thuyết về tính toán độ nổi được trình bày trong, sản công tác nổi với tổng trọng lượng là Q , sẽ có mớn nước là:

$$T = \frac{Q}{\delta \cdot \gamma \cdot L \cdot B} \quad (1)$$

Trong đó:

δ - Hệ số điền đầy thể tích, đối với các phao hình chữ nhật, $\delta = 1$;

γ - Khối lượng riêng của nước.

Điều kiện nổi được đảm bảo khi mớn nước T không vượt quá mớn nước cho phép $[T]$:

$$T \leq [T] \quad (2)$$

- Điều kiện ổn định tĩnh:

Đối với bài toán ổn định của vật nổi nói chung, thông thường phải xét đến sự ổn định khi góc nghiêng nhỏ ($\leq 15^\circ$) và góc nghiêng lớn ($> 15^\circ$). Tuy nhiên, để đảm bảo an toàn khi thi công khoan, tác giả đề xuất thiết kế sàn công tác nổi có góc nghiêng nhỏ. Do vậy lý thuyết về ổn định của sàn công tác nổi này được áp dụng đối với trường hợp góc nghiêng nhỏ ($< 15^\circ$) và có thể trình bày ngắn gọn như sau theo [2, 3]:

Một vật thể bất kỳ nổi trên mặt nước, khi chịu tác dụng của một mô men nào đó sẽ bị nghiêng đi. Khi bỏ mô men gây nghiêng, nếu vật trở về được vị trí ban đầu thì ta nói vật đó ổn định. Giả sử vật nổi chịu tác dụng của mô men nghiêng M_n và nghiêng đi một góc θ như Hình 4.

Khi vật bị nghiêng ngang, do hình dạng phần chìm dưới nước của vật nổi thay đổi, tâm giãn nước C sẽ di chuyển đến vị trí mới là C_1 . Đường tác dụng của lực đẩy nổi $D = \gamma \cdot V_1$ sẽ cắt trục Z tại điểm M . Điểm M được gọi là tâm định khuynh, còn khoảng cách $\overline{MC}$ được gọi là bán kính định khuynh. Từ Hình 2 thấy rằng: khi xuất hiện góc nghiêng θ , cặp lực G và D sẽ tạo ra một mô men M có giá trị là:

$$M = G \cdot \overline{Mc} \cdot \sin \theta \quad (3)$$

Mô men này ngược chiều với mô men nghiêng và tăng dần theo sự tăng của góc nghiêng. Sự nghiêng sẽ dừng lại khi:

$$M = G \cdot \overline{Mc} \cdot \sin \theta = M_n \quad (4)$$

Bằng các biến đổi toán học, dùng giá trị của chiều cao định khuynh h_0 , là khoảng cách từ tâm đẩy nổi đến tâm nghiêng, có được công thức:

$$M_{kp} = Gh_0 \sin \theta \quad (5)$$

Từ đây có thể thấy rằng độ lớn của góc nghiêng được xác định theo công thức:

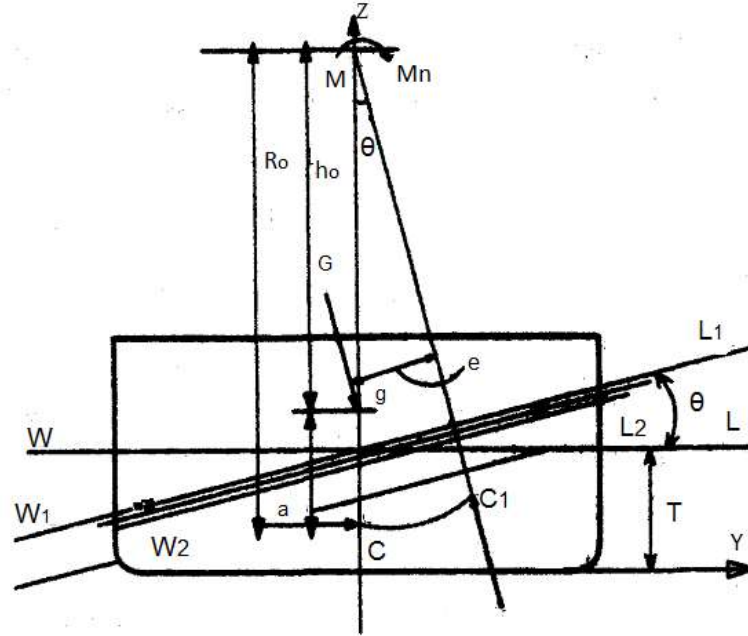
$$\sin \theta \approx \theta = \frac{M_n}{G \cdot h_0} = \frac{M_n}{\gamma \cdot V \cdot R_0 \cdot \frac{h_0}{R_0}} = \frac{M_n}{\gamma \cdot V \cdot \frac{J_x}{V} \cdot \frac{h_0}{R_0}} = \frac{M_n}{\gamma \cdot J_x \cdot \eta} \quad (6)$$

Trong đó:

$$R_0 = \frac{J_x}{V} \text{ - Bán kính định khuynh;}$$

J_x - Mô men quán tính diện tích của mặt nổi so với trục đi qua trọng tâm của nó;

$\eta = \frac{h_0}{R_0}$ - Tỷ số giữa chiều cao định khuynh và bán kính định khuynh.



Hình 4. Sự nghiêng của vật nổi khi chịu tác dụng của mô men bên ngoài

Trong công tác khoan lỗ mìn dưới nước, có phương án máy khoan di chuyển được trên sàn, nên khi tính toán thiết kế phải xét đến bài toán ổn định của phương tiện nổi khi chịu mô men nghiêng do tải trọng lệch tâm gây ra. Xem xét bài toán máy khoan đặt trên sàn công tác nổi, tải trọng có trọng lượng P đặt lệch tâm một đoạn là e_x (Hình 5), thì tương đương với trường hợp tải trọng đặt đúng tâm nhưng phương tiện chịu thêm tác dụng của mô men nghiêng có giá trị là $M_n = P \cdot e_x$.

Trong trường hợp tải trọng đồng thời lệch so với cả hai trục x và y , thì góc nghiêng do tải trọng P đặt lệch tâm sẽ theo các phương là:

Theo phương ngang:

$$\theta = \frac{P \cdot e_x}{\gamma \cdot J_x \cdot \eta_x} \quad (7)$$

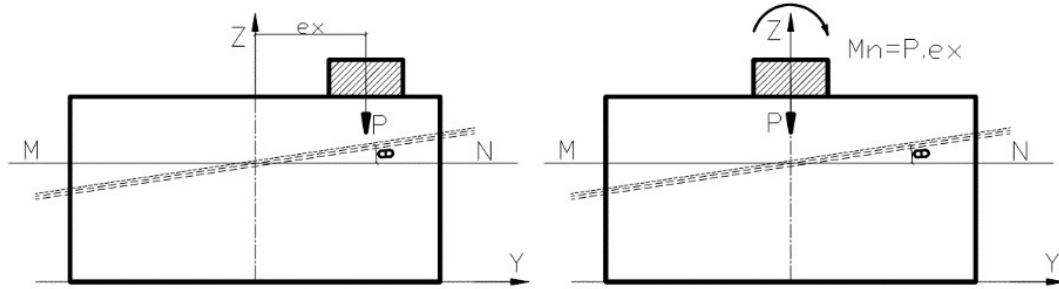
Theo phương dọc:

$$\psi = \frac{P \cdot e_y}{\gamma \cdot J_y \cdot \eta_y} \quad (8)$$

Trong đó:

J_x, J_y - Mô men quán tính diện tích của mặt nổi so với trục O_x, O_y đi qua trọng tâm của nó;

η_x, η_y - Tỷ số giữa chiều cao định khuynh và bán kính định khuynh.



Hình 5. Sàn công tác nổi chịu tải trọng lệch tâm

Đối với các sàn công tác nổi, điều kiện ổn định là: khi chịu tác dụng của mô men nghiêng bên ngoài, mặc dù phương tiện bị nghiêng đi nhưng góc nghiêng khi đó không vượt quá giá trị cho phép, là góc nghiêng lớn nhất mà sàn không bị ngập nước tức là:

- Theo phương ngang:

$$\theta_T \leq [\theta] \quad (9)$$

$$[\theta] = \arctg \left(\frac{H_s - T}{\frac{B_s}{2}} \right) \quad (10)$$

trong đó, H_s là chiều cao mạn của sàn.

- Theo phương dọc:

$$\psi_T \leq [\psi] \quad (11)$$

$$[\psi] = \arctg \left(\frac{H_s - T}{\frac{L_s}{2}} \right) \quad (12)$$

- Điều kiện ổn định động:

Khi máy khoan hoạt động, có lực quán tính nên máy khoan tác dụng lên sàn công tác nổi lực động, do đó khi tính toán cần xét đến tác dụng động của máy khoan. Phần lý thuyết trình bày ở trên chỉ liên quan đến bài toán ổn định tĩnh, tức

là dưới tác dụng của mô men nghiêng, góc nghiêng tăng từ từ và không có gia tốc. Khi mô men nghiêng tác dụng động, góc nghiêng động θ_D lớn nhất sẽ lớn gấp hai lần góc nghiêng tĩnh θ_T cũng do mô men ấy sinh ra nhưng tác dụng tĩnh lên vật nổi. Như vậy điều kiện ổn định khi xét đến tác dụng động của tải trọng là:

$$\text{Theo phương ngang:} \quad 2 \cdot \theta_T = \theta_D \leq [\theta] \quad (13)$$

$$\text{Theo phương dọc:} \quad 2 \cdot \psi_T = \psi_D \leq [\psi] \quad (14)$$

2.4. Lựa chọn kích thước sàn công tác nổi để khảo sát

Tiến hành lựa chọn mô hình để khảo sát là phương án sàn công tác nổi có một máy khoan có thể di chuyển được trên sàn do phương án này tính toán phức tạp hơn so với phương án máy khoan đặt cố định trên sàn. Sàn công tác nổi được đề xuất có kích thước chiều cao được mặc định bằng chiều cao của 1 phao nhựa là $H_s = 0,43$ m. Số lượng khe rỗng là 2, chiều rộng mỗi khe là $B_k = 0,5$ m bằng đúng kích thước chiều rộng của 1 phao nhựa, chiều dài khe L_k thay đổi, từ đó chiều dài sàn L_s sẽ thay đổi theo. Chọn chiều rộng hành lang $B_{hl} = 1$ m, chiều dài hành lang $L_{hl} = 1$ m đủ để đảm bảo việc di chuyển của người vận hành được thuận lợi. Chọn máy khoan là loại thường được sử dụng hiện nay là XJ-100 với tải trọng bản thân của máy khoan $P_{mk} = 490$ kg. Kích thước máy khoan (dài x rộng x cao) $1,64 \times 1,03 \times 1,44$ (m). Từ đó chọn chiều rộng khu vực hoạt động của máy khoan là $B_m = 2$ m, chiều dài khu vực hoạt động của máy khoan chính bằng chiều dài khe rỗng $L_m = L_k$. Mặt sàn được phủ lớp ván gỗ dày 2 cm, tải trọng $p_{lp} = 14$ kg/m². Kíp người điều khiển máy gồm 3 người coi như phân bố cùng vị trí với máy khoan. Với mục đích nâng cao hệ số an toàn, trong phép tính, theo tiêu chuẩn [5], hệ số tải trọng $\eta_1 = 1,1$ đối với tĩnh tải bản thân sàn công tác nổi; $\eta_2 = 1,1$ đối với tải trọng máy khoan và thiết bị phụ trợ, $\eta_3 = 1,3$ đối với con người. Như vậy kích thước nhỏ nhất của sàn là:

Chiều rộng nhỏ nhất của sàn:

$$B_s^{\min} = B_m + 2 \cdot B_k + 2 \cdot B_{hl} = 2 + 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1,0 = 5(m)$$

Chiều dài nhỏ nhất của sàn L_s :

$$L_s^{\min} = L_m^{\min} + 2 \cdot B_{hl}^{\min} = 4 + 2 \cdot 1,0 = 6(m)$$

Trong giai đoạn đề xuất các phương án, cần xác định kích thước của sàn phù hợp với loại máy đã chọn để đảm bảo được độ nổi và điều kiện ổn định. Việc tính toán phải lặp đi lặp lại nhiều lần. Khảo sát sự thay đổi của chiều dài của sàn và vị trí

xa nhất có thể đặt máy khoan để tìm ra chiều dài phù hợp khi chiều rộng đã biết. Chọn chiều rộng sàn khảo sát bằng với giá trị tối thiểu $B_s = B_s^{\min} = 5m$. Trong bài toán đang xét, do máy khoan có thể di chuyển trên sàn công tác để khoan lỗ dọc theo khe rỗng, nên phương ngang, máy khoan được coi như đặt đúng tâm sàn, tức là $e_x = 0$, chỉ thay đổi vị trí của máy theo phương dọc, tức là thay đổi e_y , giá trị lệch tâm lớn nhất $e_y^{\max} = \frac{L_k}{2}$. Như vậy, chỉ xét đến góc nghiêng dọc ψ .

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả khảo sát được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán một số phương án sàn công tác nổi từ phao nhựa

Chiều rộng B_s , m	Chiều dài L_s , m	Mớn nước T , m	Độ lệch tâm lớn nhất $e_y^{\max}$	Góc nghiêng dọc ψ lớn nhất, độ	Góc nghiêng dọc giới hạn $[\psi]$, độ	Số lượng lỗ khoan (N_{lk}) khi khoảng cách giữa các lỗ			Số lượng phao nhựa sử dụng (N_{pn})
						1m	1,5m	2m	
5	6	0,06	2	1,9	3,20	8	6	4	104
	7	0,06	2,5	1,52	2,79	10	8	6	120
	8	0,05	3	1,23	2,47	12	8	6	136
	9	0,05	3,5	1,02	2,21	14	10	8	152
	10	0,05	4	0,86	2,00	16	12	8	168
	11	0,05	4,5	0,73	1,83	18	12	10	184
	12	0,05	5	0,66	1,68	20	14	10	200
	13	0,05	5,5	0,55	1,56	22	16	12	216
	14	0,04	6	0,5	1,46	24	16	12	232

Từ bảng kết quả trên cho thấy rằng giá trị góc nghiêng ψ giảm dần khi chiều dài sàn L_s tăng lên, và khi đó góc nghiêng cho phép $[\psi]$ cũng giảm dần, luôn đảm bảo điều kiện ổn định $\psi \leq [\psi]$.

Nếu xét đến số lượng lỗ khoan mỗi lần neo sàn, thì có thể tìm ra được phương án kích thước sàn tối ưu như sau:

- Ứng với khoảng cách lỗ khoan cách nhau 1 m, phương án tối ưu là phương án sàn có chiều dài $L_s = 14$ m dựa trên tỉ số giữa số lượng phao nhựa trên số lượng lỗ khoan thấp nhất: $\frac{N_{pn}}{N_{lk}} = \frac{232}{24} = 9,6$.

- Ứng với khoảng cách lỗ khoan cách nhau 1,5 m, phương án tối ưu là phương án sàn có chiều dài $L_s = 13$ m dựa trên tỉ số giữa số lượng phao nhựa trên số lượng lỗ khoan thấp nhất: $\frac{N_{pn}}{N_{lk}} = \frac{216}{16} = 13,5$.

- Ứng với khoảng cách lỗ khoan cách nhau 2 m, phương án tối ưu là phương án sàn có chiều dài $L_s = 13$ m dựa trên tỉ số giữa số lượng phao nhựa trên số lượng lỗ khoan thấp nhất: $\frac{N_{pn}}{N_{lk}} = \frac{216}{12} = 18,0$.

Khi thi công công trình trong thực tế, khuyến cáo việc thử nghiệm sự ổn định của sàn công tác này có tính đến tải trọng động bằng cách cho số vòng quay của máy khoan tăng dần từ thấp nhất trở đi, nếu có hiện tượng mất ổn định (sàn nghiêng quá mức cho phép) thì cần dừng lại để thay đổi kích thước sàn hoặc thay đổi vị trí máy khoan.

4. Kết luận

Qua nghiên cứu lý thuyết việc xác định tính nổi và tính ổn định của sàn công tác nổi lắp ghép từ phao nhựa như trên thấy rằng khả năng sử dụng phao nhựa để chế tạo sàn công tác nổi lắp ghép, đặt được máy khoan loại dùng trên cạn có công suất nhỏ trên sàn, phục vụ cho mục đích khoan lỗ mìn dưới nước khi thi công các công trình quy mô nhỏ, ở vùng có độ sâu nước nhỏ hơn 3 m, sóng không quá cấp 1, là hoàn toàn khả thi. Sự tính toán bằng lý thuyết trên đây là cơ sở ban đầu để khẳng định việc có thể áp dụng phương án sàn công tác này vào thực tế.

Có thể xác định được kích thước phù hợp của sàn công tác phụ thuộc vào loại máy khoan cụ thể và lựa chọn phương án tối ưu về kích thước của sàn công tác dựa trên tiêu chí nâng cao hiệu quả khai thác thông qua số lượng lỗ khoan tại mỗi vị trí neo sàn.

Tài liệu tham khảo

[1] Đàm Trọng Thắng (2006). Thực trạng về công tác nổ mìn phá đá dưới nước trong xây dựng. *Tạp chí Kỹ thuật và Trang bị của ngành KTQĐ*, số tháng 11/2006. Hà Nội.

[2] Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu (2015). *Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình*. Nhà xuất bản KHTN&CNQG. Hà Nội.

[3] Đinh Sơn Hùng (1998). *Các phương tiện vượt sông*. Học viện Kỹ thuật quân sự. Hà Nội.

[4] Nguyễn Đình Ấu, Nhữ Văn Bách (1996). *Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan - nổ mìn*. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội.

[5] Nguyễn Viết Tân (2011). *Xe máy vượt sông. Phần 1. Xe máy bơi vượt sông*. Học viện Kỹ thuật quân sự. Hà Nội.

[6] QCVN 04-04: 2012/BNNT. *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia - Công trình thủy lợi – Khoan - nổ mìn đào đá - Yêu cầu kỹ thuật*.

[7] TCVN 11815:2017. *Thiết kế công trình phụ trợ trong thi công cầu*.

[8] Sản phẩm: phao nổi. <http://www.plastic04.com/product-by-cat.aspx?cat=18>, 30/11/2025.



ISBN: 978-604-76-3270-1



9 786047 632701

SÁCH KHÔNG BÁN