

KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ ĐÓNG BĂNG NHÂN TẠO ĐẤT ĐÁ ĐỂ THI CÔNG GIẾNG ĐỨNG TẠI BỂ THAN ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

NCS. NGUYỄN PHỤ MINH VƯƠNG

Trường ĐH Khoa học và Công nghệ AGH-Krakow-Ba Lan

 Điều kiện khai thác khoáng sản ngày càng khó khăn cùng với sự gia tăng chiều sâu khai thác và điều kiện mô-địa chất không thuận lợi. Việc đẩy mạnh sản xuất, gia tăng sản lượng cùng với công tác thăm dò tìm kiếm những nguồn khoáng sản hữu ích đòi hỏi phải xây dựng mỏ mới đồng thời mở rộng quy mô khai thác các mỏ hiện nay. Theo tính toán sơ bộ Bể than Đồng bằng sông Hồng sẽ trở thành lớn nhất ở Việt Nam với trữ lượng công nghiệp ước tính khoảng 31 tỉ tấn trải dài trên diện tích khoảng 2200 km² [2].

Tuy nhiên tại đây điều kiện địa chất phức tạp (đất đá bờ rời và chứa nhiều nước). Đây là nguyên nhân khiến cho việc xây dựng mỏ than hầm lò trở lên không dễ dàng. Sự phức tạp của điều kiện địa chất đòi hỏi những phương pháp đặc biệt trong quá trình đào giếng đứng. Một trong những phương pháp đó có thể là công nghệ đóng băng nhân tạo đất đá.

1. Điều kiện địa chất-địa chất thủy văn Bể than Đồng bằng sông Hồng

Bể than Đồng bằng sông Hồng (hay còn gọi là Miền vống Hà Nội) diện tích khoảng 3500 km², là một dải kéo dài theo hướng Tây Bắc-Đông Nam, địa hình thấp, cao độ so với mực nước biển trông khoảng 3-10 m. Miền vống Hà Nội thuộc đới khí hậu chung của đồng bằng Bắc Bộ, nằm ở vùng nhiệt đới gió mùa, hàng năm có hai mùa rõ rệt. Độ ẩm trung bình từ 80-84 % với lượng mưa trung bình từ 1800-3000 mm/năm [2].

Phần lớn miền vống Hà Nội được phủ trầm tích Đệ tứ với độ dày trung bình khoảng 130-150 m, bao gồm cuội, sỏi, cát, sét, sét pha cát, mùn thực vật, độ chọn lọc kém, kết cấu bờ rời, tiếp xúc không chính hợp với trầm tích Neogen ở dưới. Neogen có độ dày trung bình 3000-5000 m, bao gồm cát kết, sỏi kết, cuội kết, bột kết, sét than và

các vỉa than. Theo các nghiên cứu, trong trầm tích Neogen có khoảng 70 vỉa than với độ dày trung bình từ 0,3 m đến 10 m [2].

Trong địa tầng Bể than Đồng bằng sông Hồng, nước ảnh hưởng đến quá trình khai thác mỏ được chia ra làm 3 hệ thống: nước mặt, nước ngầm trong trầm tích Đệ tứ, nước ngầm trong trầm tích Neogen. Sông Hồng là con sông lớn nhất chảy qua theo hướng Bắc Nam trong khu mỏ. Lượng nước thay đổi theo hai mùa rõ rệt: mùa khô từ tháng 10 đến tháng 4 có lưu lượng nước trung bình 80-100 m³/s, tốc độ chảy 2-4 m/s, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 9 mực nước dâng cao với lưu lượng lớn 800-1000 m³/s, tốc độ dòng chảy 6-8 m/s. Lượng nước mặt trong khu mỏ còn chứa mộ lượng đáng kể trong các ao hồ và nơi trũng thấp. Nước sông Hồng đặt lòng trông lớp cát nên có quan hệ thủy lực rất chặt chẽ với nước dưới đất của phức hệ Đệ tứ, đồng thời có khả năng ảnh hưởng tới việc khai thác sau này [2].

Căn cứ vào điều kiện trầm tích, thành phần thạch học mức độ nước, tính chất thủy lực có thể chia làm 2 phân hệ chứa nước [2]:

❖ Phức hệ chứa nước Đệ tứ bao gồm: tầng trên chứa nước trong trầm tích hạt mịn với lượng nước không nhiều, nước không áp, phân bố khắp khu mỏ có chiều dày từ 40-50 m. Nước ngầm với chiều sâu khoảng 0,5-1,5 m có quan hệ thủy lực chặt chẽ với nước mặt, nhất là nước sông Hồng. Tầng dưới chứa nước trông trầm tích hạt thô phân bố khắp khu mỏ từ chiều sâu 40-50 m đến 110-115 m. Nguồn cung cấp nước cho tầng này này chủ yếu là nước mặt và thấm xuyên từ tầng hạt mịn ở phía trên xuống cung cấp cho tầng Neogen nằm ở phía dưới.

❖ Phức hệ chứa nước trong trầm tích Neogen phân bố khắp khu mỏ, nước chứa trong tầng này chủ yếu trong các lớp cát kết, cuội kết còn các lớp

khác rất ít hoặc không có. Nguồn cung cấp cho nước ở tầng này chủ yếu là nước mưa và nước

mặt thấm xuyên qua hệ phức chứa nước trong trầm tích Đệ Tứ.

Bảng 1. Sự phân bố đất đá trong một phần địa tầng đồng bằng sông Hồng

Đất, đá	Độ sâu, m		h_i , m	γ_{tt} , MN/m^3	η , %	γ_{tn} , MN/m^3
	Từ	Đến				
Phù sa chứa nước	0	2,0	2,0	0.0265	45,8	0.019
Đất bùn chứa nước	2,0	5,0	3,0	0.027	54,0	0.017
Đất sét xám xanh	5,0	9,0	4,0	0.027	37,8	0.0195
Cát hạt mịn chứa nước	9,0	25,0	16,0	0.0265	44,0	0.0192
Cát hạt trung bình chứa nước	25,0	33,0	8,0	0.0265	47,0	0.0205
Đất sét vàng	33,0	42,5	9,5	0.027	39,0	0.0195
Cát hạt trung bình chứa nước	42,5	46,5	4,0	0.0265	47,0	0.0205
Sỏi lẫn cát hạt to chứa nước	46,5	110,0	63,5	0.0265	47,0	0.021
Bột kết chứa nước	110,0	112,5	2,5	0.0265	24,0	0.0207
Cát kết chứa nước	112,5	128,0	15,5	0.0265	39,0	0.0206

Ghi chú: h_i - Độ dày lớp đất đá, m; γ_{tt} - Trọng lượng riêng tinh thể đá, N/m^3 ; η - Độ rỗng, %; γ_{tn} - Trọng lượng riêng tinh thể đá, N/m^3

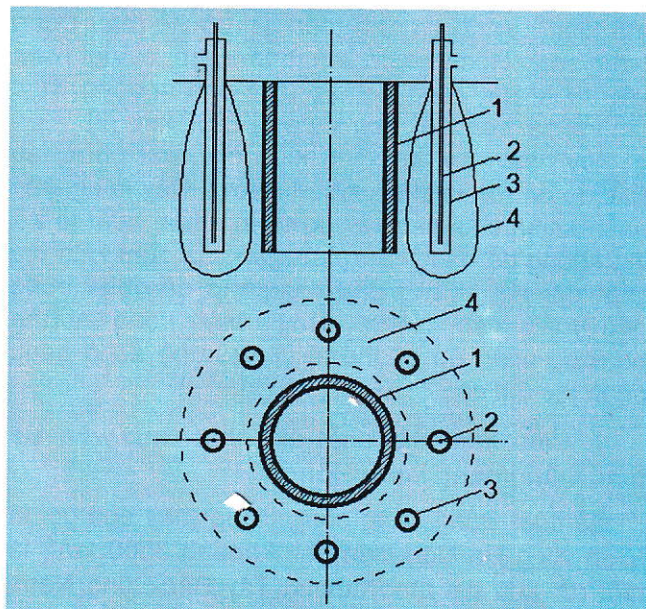
Địa tầng được xem xét có độ sâu 128 m, trong đó 110 m nằm trong trầm tích Đệ Tứ được chia ra làm 8 tầng đất đá và 18 m trong trầm tích Neogen được chia làm 2 tầng đá (Bảng 1). Trong tổng cộng 10 tầng đất đá có 8 tầng chứa nước (1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10), chiếm khoảng 90 % nước cột địa tầng.

2. Công nghệ đóng băng nhân tạo đất đá hiện nay trên thế giới

Công nghệ đóng băng nhân tạo đất đá là một trong những công nghệ đặc biệt được áp dụng trong quá trình thi công giếng đứng. Công nghệ này dựa trên cơ sở sự hình thành lớp đất đá đóng băng xung quanh giếng đứng cần thi công (H.1). Dung dịch chất làm lạnh (thường là muối ăn, muối amoni hoặc hỗn hợp 2 muối) được truyền dẫn từ các máy làm lạnh vào trong các cột ống làm lạnh (các cột ống làm lạnh được lắp đặt trong các lỗ khoan xung quanh giếng với khoảng cách nhất định) và được hút lên sau khi đã lấy đi một phần nhiệt lượng của lớp đất đá. Với chu kỳ nhất định dung dịch chất làm lạnh làm mát rồi đóng băng nước cùng đất đá xung quanh giếng đứng cần thi công. Nhờ có lớp đất đá đóng băng nhân tạo đó mà việc đào và xây dựng giếng đứng trở lên dễ dàng trong điều kiện địa chất phức tạp (lượng nước chảy vào đáy giếng lớn hơn 0,5 m^3/ph và không thể đào giếng bằng phương pháp thông thường, đất đá bao quanh giếng bờ rời và chứa nhiều nước, không còn phương pháp thi công nào có thể áp dụng để đào giếng...).

Công nghệ này có các ưu điểm: có thể áp dụng trong mọi điều kiện địa chất, địa chất thủy văn. Tuy nhiên kinh phí lớn cho khoan và cài đặt hệ thống đóng băng cùng với chi phí cho năng lượng làm lạnh và đóng băng đất đá là những hạn chế lớn nhất khiến

cho công nghệ này không phải là lựa chọn hàng đầu của các nhà đầu tư.



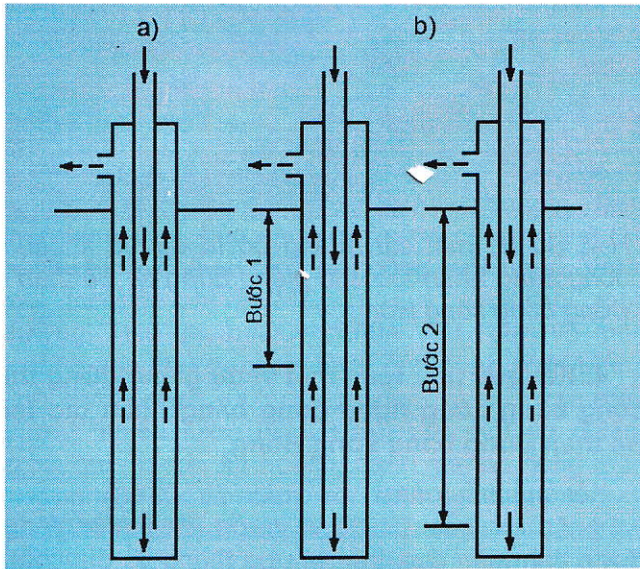
H.1. Sơ đồ công nghệ đóng băng nhân tạo: a - Mặt cắt dọc; b - Mặt cắt ngang; 1 - Thành giếng; 2 - Đường ống dẫn chất làm lạnh; 3 - Cột ống làm lạnh; 4 - Lớp đất đá được đóng băng

Trên thế giới, công nghệ đóng băng nhân tạo đã được ứng dụng trong khai thác mỏ trên 100 năm, thử nghiệm đầu tiên được thực hiện tại mỏ ở Xibia, Liên bang Nga. Tại Ba Lan công nghệ này lần đầu tiên được ứng dụng vào năm 1946 tại mỏ than Ziemowit, Wesola và Wujek [4]. Những ứng dụng đầu tiên chỉ được thực hiện ở độ sâu khiêm tốn 200-300 m do thiếu kinh nghiệm thực tiễn cũng

như cơ sở lý thuyết. Tuy nhiên tại Việt Nam công nghệ này mới chỉ được biết đến trên lý thuyết và chưa từng được áp dụng.

Hiện nay, sau hàng chục năm nghiên cứu và áp dụng thực tiễn, 2 mô hình công nghệ đóng băng nhân tạo được áp dụng tại Ba Lan [6]:

- ❖ Đóng băng đất đá trên toàn bộ chiều sâu của lỗ khoan (H.2.a);
- ❖ Đóng băng từng phần (H.2.b).



H.2. Sơ đồ đóng băng theo chiều sâu: a - Đóng băng trên toàn bộ chiều sâu lỗ khoan; b - Đóng băng từng phần chiều sâu lỗ khoan.

Khoa học-kỹ thuật hiện tại của Ba Lan cho phép áp dụng công nghệ đóng băng nhân tạo đến độ sâu khoảng 1000 m, điều này đã được chứng minh khi giếng đứng ở độ sâu 725 m được hoàn thành tại bể than Lubelskie và hiện nay giếng đứng ở độ sâu 1350 m đang được xây dựng tại mỏ đồng KGHM [3].

3. Cơ sở lý thuyết và tính toán trong thiết kế giếng đứng bằng công nghệ đóng băng nhân tạo

Theo nghiên cứu, nếu khai thác lộ thiên lượng nước chảy vào moong khai thác lớn gấp 5,5 lần [91754 (m³/h)/16829 (m³/h)] chưa kể tới lượng nước sông Hồng chảy trực tiếp vào moong [2]. Cùng với đó là những điều kiện kinh tế xã hội, định hướng phát triển vùng thì phương pháp tối ưu hiện thời là khai thác hầm lò. Sau này khai thác các vỉa than bằng phương pháp hầm lò đòi hỏi phải xây dựng giếng đứng đi qua phức hệ nước Đệ Tứ.

Điều kiện thi công giếng đứng ở đây rất khó khăn vì thế không áp dụng phương pháp thi công thông thường mà phải áp dụng những phương

pháp đặc biệt là: hạ mức nước ngầm, đóng băng nhân tạo, bê tông hóa đất đá... Với điều kiện địa chất-địa chất thủy văn của bể than sông Hồng thì phương pháp hiệu quả và an toàn nhất có lẽ là đóng băng nhân tạo.

Dựa trên điều kiện địa chất, địa chất thủy văn Bể than sông Hồng cùng với cơ sở lý thuyết cũng như kinh nghiệm thực tiễn trong công nghệ đóng băng nhân tạo của Ba Lan, một giếng đứng giả định đã được thiết kế với quy trình và các thông số kỹ thuật như sau:

- ❖ Độ dày của lớp đất đá đóng băng được tính toán theo công thức Hubera [1]:

$$E = r \cdot \left(\sqrt{\frac{k}{k - \sqrt{3} \cdot p}} - 1 \right). \quad (1)$$

Tại đây: E - Độ dày lớp đất đá đóng băng, m; r - Bán kính giếng thô, m; p - Áp lực đất đá, MPa; k - Sức kháng nén của đất đá đóng băng, MPa.

- ❖ Độ dày của lớp đất đá đóng băng có thể tính toán theo công thức Liberman [1]:

$$E = \left(\frac{h \cdot \gamma \cdot H}{R_{c(t)}} \right). \quad (2)$$

Tại đây: h - Độ dày lớp đất đá đóng băng, m; γ - Trọng lượng thể tích của đất đá đóng băng, MN/m³; H - Độ sâu của đất đá, m; $R_{c(t)}$ - Độ bền của đất đá đóng băng theo thời gian, MPa.

- ❖ Nhiệt độ đóng băng đất đá được đánh giá dựa trên công thức:

$$|t_s| \geq |t_n| + |t_0|. \quad (3)$$

Tại đây: t_s - Nhiệt độ đóng băng, °C; t_n - Nhiệt độ tự nhiên của đất đá, °C; t_0 - Nhiệt độ đóng băng của đất đá, °C.

- ❖ Các lỗ khoan được thiết kế nằm trong đường tròn có đường kính [1]:

$$D_m = D_w + 2(0,6 \cdot E + m). \quad (4)$$

Tại đây: D_m - Đường kính hệ thống lỗ khoan, m; D_w - Đường kính giếng thô, m; E - Độ dày lớp đất đá đóng băng, m; m - Hệ số cong của lỗ khoan.

- ❖ Số lượng lỗ khoan được tính toán dựa trên công thức [1]:

$$n = \left(\frac{\pi \cdot D_m}{l} \right). \quad (5)$$

Tại đây: l - Khoảng cách giữa các lỗ khoan, m.

- ❖ Số lượng máy làm lạnh cung cấp nhiệt lượng để đưa đất đá từ nhiệt độ tự nhiên xuống nhiệt độ đóng băng tính theo công thức [1]:

$$N = \left(\frac{Q_{sb}}{Q_{agr}} \right). \quad (6)$$

Tại đây: N - số lượng máy làm lạnh; Q_{sb} - tổng công suất của trạm máy làm lạnh, kW; Q_{agr} - công suất máy làm lạnh, kW.

❖ Số lượng máy làm lạnh cung cấp nhiệt lượng để giữ đất đá ở nhiệt độ đóng băng xác định theo công thức [1]:

$$N_m = \frac{1,15 \cdot S_G}{Q_{agr}} \quad (7)$$

Tại đây: N_m - Số lượng máy làm lạnh; S_G - Tổng thất nhiệt lượng, kW; Q_{agr} - Công suất máy làm lạnh, kW.

❖ Số lượng máy bơm cần thiết để duy trì vận tốc tối thiểu của dòng chảy trong cột ống làm lạnh [1]:

$$n = \left(\frac{V_s}{Q_p} \right) \quad (8)$$

Tại đây: V_s - Tổng công suất cần bơm, l/phút; Q_p - Công suất máy bơm, l/phút.

❖ Thời gian cần thiết để đưa đất đá xuống nhiệt độ đóng băng và thời gian giữ cho đất đá ở nhiệt độ đó để có thể tiến hành thi công giếng đứng [1]:

$$\tau_m = \frac{Q}{\frac{N \cdot Q_{agr}}{1,15} - S_G} \quad (9)$$

Tại đây: τ_m - thời gian cần thiết để đưa đất đá xuống nhiệt độ đóng băng, s; Q - tổng nhiệt lượng cần thiết để đưa đất đá xuống nhiệt độ đóng băng, kJ; n - số lượng tầng đất đá.

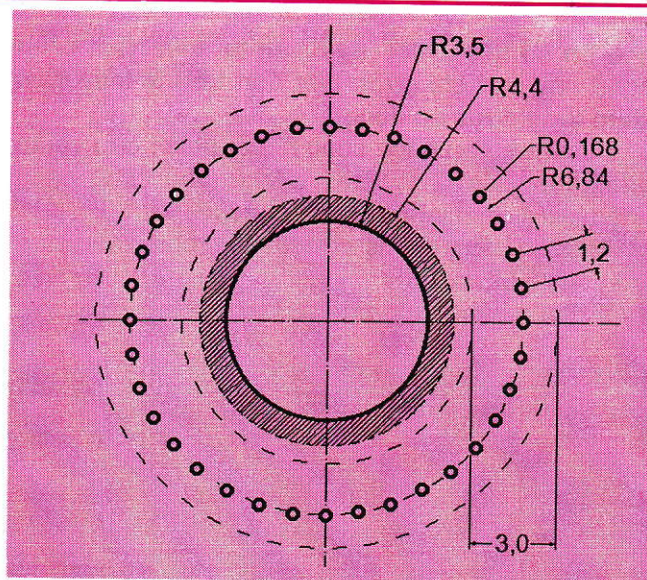
❖ Thời gian giữ cho đất đá ở nhiệt độ đóng băng (ngày) xác định theo công thức:

$$T_p = \left(\frac{H}{v_p} \right) \quad (10)$$

Tại đây: T_p - thời gian giữ cho đất đá ở nhiệt độ đóng băng, ngày; H - Độ sâu lớp đất đá đóng băng, m; v_p - Tốc độ đào giếng, m/ngày.

Sau khi thành giếng được thi công và đáp ứng được các thông số kỹ thuật cần thiết ta có thể tiến hành xả lớp đất đá đóng băng. Phương pháp được tin dùng đó là xả nhân tạo bằng cách bơm nước muối ấm (nhiệt độ nước muối không cao quá so với nhiệt độ tự nhiên của đất đá 20 °C) từ bên ngoài vào lỗ khoan. Nhiệt độ được làm tăng một cách từ từ với 2-3 °C mỗi ngày. Quá trình xả nhân tạo này đòi hỏi phải tiến hành kiểm tra thường xuyên nhiệt độ của nước muối cung như nhiệt độ, độ ẩm, vận tốc gió vào giếng [1].

Các thông số kỹ thuật thu được trong thiết kế giếng đứng bằng phương pháp đóng băng nhân tạo tại Bể than Đồng bằng sông Hồng được thể hiện trên hình H.4.



H.4. Sơ đồ mặt cắt ngang bố trí các lỗ khoan đóng băng nhân tạo cho giếng đứng tại Bể than Đồng bằng sông Hồng

4. Kết quả tính toán một ví dụ giếng đứng thi công bằng công nghệ đóng băng nhân tạo tại Bể than Đồng bằng sông Hồng

Kết quả tính toán:

❖ Áp lực của đất đá và nước lên thành giếng được tính toán dựa trên những thông số địa chất, địa chất công trình, địa chất thủy văn. Áp lực lớn nhất ghi nhận bằng tính toán ở chân lớp thứ 8 (sỏi lẫn cát hạt to ngậm nước) lên đến 1,408 MPa trong đó 1,081 MPa từ nước và 0,327 MPa từ đất đá trong địa tầng.

❖ Để chịu được áp lực trên, thành giếng giả định có đường kính 7 m cần được xây dựng bằng bê tông với độ dày là 0,9 m.

❖ 36 lỗ khoan với chiều sâu là 128 m được thiết kế nằm trong đường tròn có đường kính là 13,68 m, lớp đất đá đóng băng được hình thành với độ dày khoảng 3 m.

❖ Ống dẫn chất làm lạnh được chọn có đường kính là 90/79,8 mm [1] được lắp đặt bên trong cột ống làm lạnh có đường kính 168/149 mm.

❖ Nhiệt lượng cần thiết để đóng băng đất đá lên tới sắp xỉ 3.6 tỉ kJ được cung cấp bởi 4 máy làm lạnh có công suất 290 kW trong đó 3 máy cung cấp nhiệt lượng để đưa đất đá từ nhiệt độ tự nhiên xuống nhiệt độ -25 °C và 1 máy có tác dụng cung cấp nhiệt lượng để giữ đất đá ở nhiệt độ đóng băng.

❖ Vận tốc tối thiểu dòng chảy của nước muối nồng độ 27,5 % phải đạt sắp xỉ 0,808 m/s, đòi hỏi 6 máy bơm với công suất 290 kW mỗi cái.

❖ Thời gian dự kiến là 125 ngày (24 h) trong đó
(Xem tiếp trang 77)

môi trường; đẩy nhanh quá trình cổ phần hóa các doanh nghiệp công nghiệp môi trường thuộc khu vực nhà nước; Nhà nước hỗ trợ qua tín dụng nhà nước để phát triển ngành công nghiệp môi trường; khuyến khích các tổ chức, cá nhân trong và ngoài nước đầu tư phát triển ngành công nghiệp môi trường; đẩy mạnh nghiên cứu khoa học, ứng dụng và chuyển giao có hiệu quả các công nghệ mới, sản phẩm mới tạo ra ở trong nước vào các hoạt động thuộc lĩnh vực công nghiệp môi trường; tăng cường và đa dạng hóa các hình thức truyền thông, giáo dục nhằm nâng cao nhận thức và trách nhiệm phát triển ngành công nghiệp môi trường của tổ chức, cá nhân, cộng đồng dân cư, nhất là các doanh nghiệp; sớm xây dựng và đưa vào sử dụng cơ sở dữ liệu quốc gia về ngành công nghiệp môi trường.

Ngoài ra việc quản lý ô nhiễm môi trường đối với các KCN trong thời gian tới, ngoài biện pháp cải cách thủ tục hành chính về quản lý nhà nước tại các KCN cần đẩy mạnh công tác tuyên truyền thông qua các phương tiện truyền thông. Khuyến khích sử dụng các sản phẩm của các DN tuân thủ đầy đủ các tiêu chuẩn về bảo vệ môi trường, tẩy chay các sản phẩm của các DN gây ô nhiễm môi trường. Cuối cùng tác giả xin đề xuất một phương pháp áp dụng cho vấn đề bảo vệ môi trường tại các KCN thông qua công thức: "Sản xuất

sạch=Hệ thống hoàn thiện các quy định về quản lý nhà nước+Tuyên truyền+Áp dụng tiến bộ kỹ thuật".□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nghị quyết số 41/NQ-TW của Bộ Chính trị ngày 15/11/2004 về bảo vệ môi trường trong thời kỳ đẩy mạnh công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước.
2. Đề án phát triển ngành công nghiệp môi trường Việt Nam đến năm 2015, tầm nhìn đến năm 2025 - Số: 1030/QĐ-TTg.
3. <http://www.khucongnghiep.com.vn>.
4. <http://cie.net.vn/>.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The problem taking out the dangerous material in the industry zones is important to prevent health and life for people. The paper shows some experiences resolving the problem of environmental protection in Vietnam and in some countries.

KHẢ NĂNG SỬ DỤNG...

(Tiếp theo trang 58)

61 ngày là thời gian cần thiết để đưa đất đá xuống nhiệt độ đóng băng và 64 ngày là thời gian giữ cho đất đá ở nhiệt độ đó để có thể tiến hành thi công giếng đứng.

5. Kết luận và kiến nghị

Đóng băng nhân tạo hiện nay trên thế giới là một công nghệ an toàn và hiệu quả trong thi công giếng đứng tại những nơi có điều kiện địa chất, địa chất thủy văn khó khăn. Tuy nhiên trong thiết kế còn thiếu nhiều dữ liệu liên quan đến công nghệ này (độ bền của đất đá tự nhiên và đất đá đóng băng, vận tốc nước dưới mặt đất...) vì vậy để công nghệ này có thể phát huy tác dụng tối đa và đạt hiệu quả cao ta cần phải tiến hành nghiên cứu thêm những dữ liệu có liên quan. Trong quá trình thiết kế, thi công giếng đứng bằng công nghệ đóng băng nhân tạo chúng ta có thể sử dụng, học hỏi kinh nghiệm của ngành xây dựng giếng đứng của Ba Lan và các nước khác trên thế giới.□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gluch P., Szczepaniak Z., 1983: Głębienie szybów. Politechnika Śląska, Gliwice.

2. Đề án phát triển bể than Đồng Bằng Sông Hồng, Công ty Năng Lượng Sông Hồng - Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam.

3. <http://www.nbi.com.pl/na-jubileusz-rekord-glebokosci-zamrozenia-szybu-gg-2/>

4. Majka R., 1970: XXV - lecie Przedsiębiorstwa Budowy Szybów. Budownictwo Górnicze, nr 3.

5. Posytek E., Wolańska T., 1978a: Nowe zasady projektowania zamrażania górotworu (artykuł dyskusyjny). Projekty - Problemy Budownictwo Węglowe, nr 6.

6. Wichur A., 2007: Uwagi o projektowaniu technologii zamrażania górotworu dla potrzeb głębiania szybów. Górnictwo i Geoinżynieria, Kwartalnik Akademii Górniczo-Hutniczej, rok 31, zeszyt 3.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

This paper introduces some ideas of abilities using the technology freezing rock and soil in the process driving underground construction in Vietnam.