

# CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CỐT GIÉNG ĐỨNG MỎ HẦM LÒ

TS. TẠ NGỌC HẢI - *Hội Khoa học & Công nghệ Mỏ Việt Nam*  
 TS. NGÔ QUỐC TRUNG - *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ*  
 KS. ĐẶNG DANH THỌ - *Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ*

**C**ốt giếng là bộ phận quan trọng của hệ thống trục tải giếng đứng trong các mỏ hầm lò. Vì vậy, việc đảm bảo cho cốt giếng làm việc an toàn, tin cậy và có tuổi thọ cao cần được quan tâm đúng mức. Để đáp ứng yêu cầu này, cần nghiên cứu các yếu tố tác động, ảnh hưởng đến khả năng làm việc của cốt giếng nhằm hoàn thiện thiết kế, chế tạo, lắp đặt cũng như bảo dưỡng, sửa chữa trong quá trình sử dụng.

Các yếu tố chính tác động đến khả năng làm việc của cốt giếng bao gồm: tải trọng và tác động của môi trường làm việc. Những yếu tố này gây ra hư hỏng cốt giếng trong quá trình sử dụng. Ngoài ra, cần lưu ý rằng những hư hỏng và khuyết tật của cốt giếng có thể xảy ra ngay khi xây dựng và lắp đặt cốt giếng.

Tải trọng tác động lên cốt giếng bao gồm tải trọng khai thác và tải trọng do các lực phụ, tải trọng sự cố. Tải trọng khai thác bao gồm tải trọng thường xuyên từ trọng lượng bản thân cốt giếng và tải trọng tạm thời gồm lực tác động ngang của thùng trục và một số lực phụ. Các lực phụ do khai thác sử dụng thùng trục là: lực Coriolis, lực khí động học, lực do chất tải lệch tâm thùng trục, vận cấp nâng, va đập khi thùng trục chuyển động qua vị trí nối đường dẫn, lực tiêu tán. Tải trọng sự cố xuất hiện khi phanh hãm sự cố làm việc do đứt cáp hoặc có vật kích thước lớn rơi vào giếng, tác động vào cốt giếng hoặc lỗ vỏ giếng.

Tác động do điều kiện môi trường làm việc lên cốt giếng bao gồm: tác động của khí hậu (độ ẩm không khí, dao động nhiệt độ theo mùa và trong ngày; vận tốc cao của dòng không khí thông gió); tác động của điều kiện mỏ và địa chất-thủy văn (biến dạng vỏ giếng do tác động áp lực đất đá; thấm nước vỏ giếng; rò nước qua vỏ giếng); tác động hoá lý (ăn mòn do nước mỏ, tác động của khí hậu mỏ). Trên H.1 mô tả sơ đồ phân loại các yếu tố tác động lên vỏ giếng. Trong [2] đã trình bày về xác định lực tác động chính lên cốt giếng, do lực

tác động ngang của hệ “cốt giếng-thùng trục”. Tải trọng này cùng với tải trọng thường xuyên của khối lượng kết cấu cốt giếng là tải trọng tính toán hay tải trọng tiêu chuẩn, còn các tải trọng do lực phụ, khí tính toán cốt giếng, có thể tính đến bằng các hệ số. Dưới đây trình bày kết quả nghiên cứu các yếu tố tác động lên cốt giếng, bao gồm: khí hậu, điều kiện mỏ, địa chất-thủy văn và tác động hóa-lý [5].

Tác động của khí hậu bao gồm: độ ẩm, dao động nhiệt độ không khí, vận tốc dòng không khí.

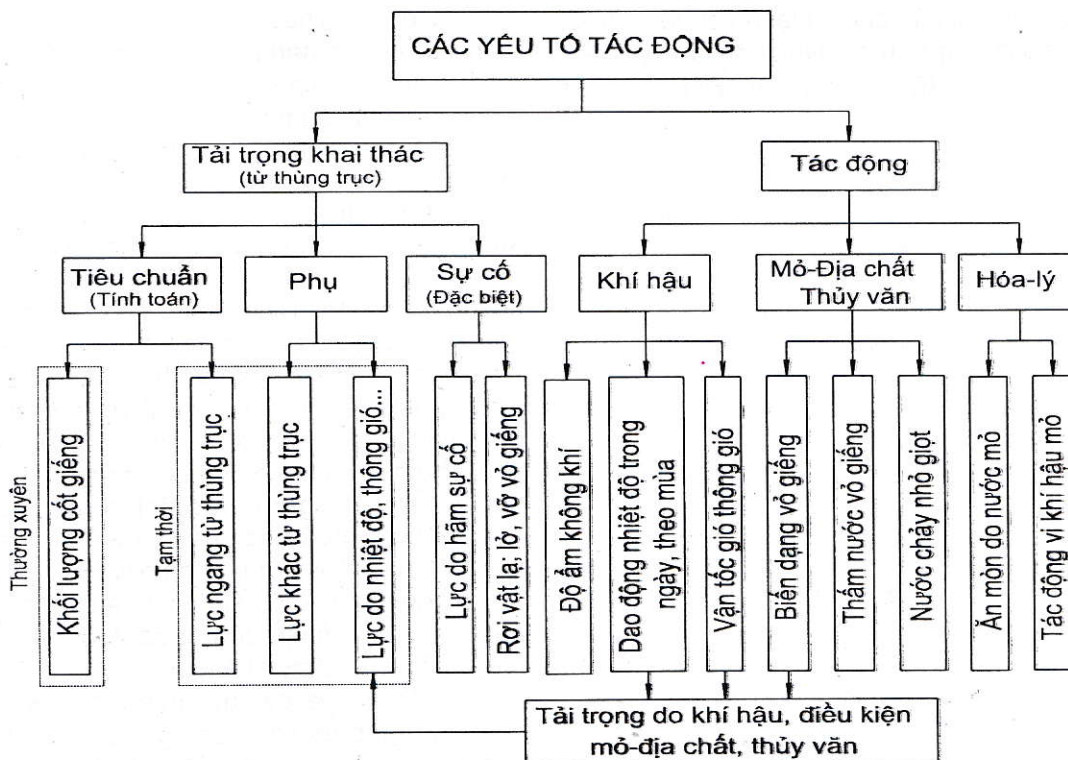
Độ ẩm: yếu tố tác động đầu tiên của khí hậu là độ ẩm của không khí. Đây là điều kiện đặc trưng của khai thác khoáng sản bằng phương pháp hầm lò. Không khí trong quá trình chuyển động vào giếng bị bão hoà hơi nước. Độ ẩm tương đối của không khí phụ thuộc vào mức độ thấm nước của cốt giếng đứng và nằm trong khoảng từ 80 % đến 90 %, có khi đạt 100 %. Chưa có số liệu khảo sát cụ thể, nhưng tại giếng thùng cũ của mỏ than Mông Dương, nước thấm qua vỏ giếng và chảy thành giọt, độ ẩm không khí rất cao. Độ ẩm cao dẫn đến tăng nhanh quá trình oxy hoá, làm ăn mòn các chi tiết kim loại của cốt giếng nhanh hơn rất nhiều so với kết cấu kim loại ở những lò xa giếng đứng có độ ẩm không khí thấp hơn.

Dao động nhiệt của không khí: nhiệt độ không khí thay đổi theo chiều sâu của giếng, theo nhiệt độ không khí bên ngoài trong ngày và mùa trong năm. Ngoài ra nhiệt độ này còn phụ thuộc vào chức năng của giếng trong hệ thống thông gió. Trong giếng gió đẩy, không khí dưới tác động của trọng lượng bản thân bị nén theo định luật nhiệt động học, các thông số vật lý như nhiệt độ, áp suất, mật độ tăng. Các thông số nhiệt của dòng không khí trong giếng phụ thuộc vào không khí ngoài trời, thay đổi theo giờ trong ngày, theo mùa trong năm.

Trong giếng thông gió và giếng gió hút xảy ra quá trình ngược lại: dòng không khí từ vùng áp suất cao chuyển sang vùng áp suất thấp cho nên giảm nhiệt độ và tăng thể tích. Các quá trình nhiệt

động học liên quan đến thay đổi nhiệt độ dòng không khí là: trao đổi nhiệt độ với đất đá, thay đổi lượng hơi nước trong không khí, làm mát nước mỏ, ảnh hưởng từ sự làm việc của thiết bị. Theo

các nghiên cứu, dao động nhiệt độ theo mùa hầu như không ảnh hưởng tới thay đổi nhiệt độ tại giếng gió hút. Vì vậy giếng thông gió có chế độ nhiệt thuận lợi hơn.



H.1. Sơ đồ phân loại các yếu tố tác động lên cột giếng

Dao động nhiệt trong ngày, theo mùa trong giếng thông gió đầy có thể ảnh hưởng tới trạng thái của cốt giếng do dẫn nở nhiệt của kết cấu thép. Vì vậy, cũng như tại các kết cấu kim loại có dẫn nở nhiệt, phải áp dụng các giải pháp bố trí khe hở để bù giãn nở nhiệt của các chi tiết. Khe hở bù giãn nở nhiệt đối với thanh dẫn kim loại bố trí tại vị trí nối với kích thước được tính toán, thường nằm trong khoảng 2÷4 mm. Xà của sàn cốt giếng thường được bắt chặt vào vỏ giếng bằng vít neo hoặc được ngâm, chôn cứng vào bê tông của vỏ giếng, vì vậy có thể xuất hiện ứng suất, biến dạng bổ sung trong kết cấu do giãn nở nhiệt. Ảnh hưởng này rõ nét ở các sàn cốt gần miệng giếng.

Trong giếng gió đầy, phương trình xác định nhiệt độ không khí từ giếng đứng vào các đường lò gần sàn giếng với điều kiện đẳng áp xác định như sau:

$$t_1 = t_0 + H/100 \quad (1)$$

Trong đó:  $t_0$  - Nhiệt độ không khí tại cổ giếng, °C; H - Chiều sâu giếng, m.

Nhiệt độ của đất đá tăng dần theo chiều sâu của giếng, vì vậy khi nhiệt độ này lớn hơn nhiệt độ không khí cấp qua giếng sẽ xảy ra quá trình trao

đổi nhiệt làm tăng nhiệt độ không khí. Nhiệt độ không khí ngoài trời cấp vào giếng thay đổi trong ngày và trong năm theo chu kỳ. Nhiệt độ không khí thay đổi trong năm có thể biểu diễn gần đúng bằng phương trình:

$$t_{kk} = t'_{kk} + W \cdot \cos \frac{2\pi}{365} \quad (2)$$

Trong đó:  $t'_{kk}$  - Nhiệt độ không khí trung bình trong năm, °C; W - Chênh lệch nhiệt độ lớn nhất trong năm so với nhiệt độ trung bình, °C;  $\tau$  - Thời gian tính từ ngày có nhiệt độ lớn nhất trong năm (bằng  $t'_{kk} + W$ ), ngày.

Đối với luồng gió hút từ giếng lên, nhiệt độ không khí không bị ảnh hưởng bởi dao động không khí ngoài trời. Nhiệt độ không khí thay đổi theo chiều sâu giếng do dẫn nở khi chuyển động từ dưới lên và do bay hơi nước có trong không khí:

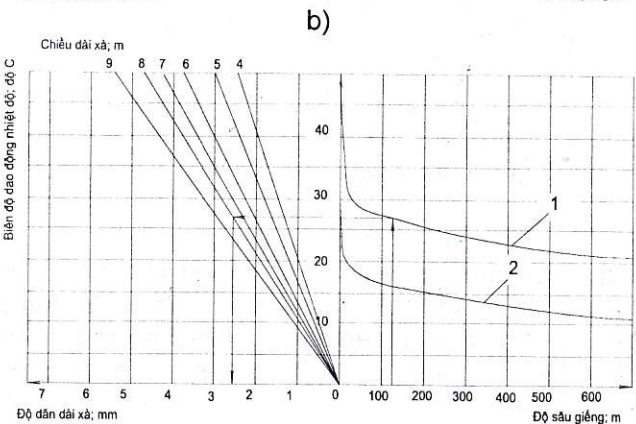
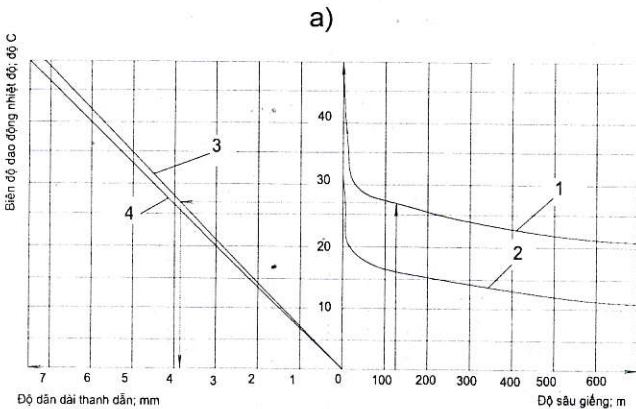
$$T_{k1} = T_{sg} - k(H - H_1) \quad (3)$$

Trong đó:  $T_{sg}$  - Nhiệt độ trung bình không khí tại sàn giếng phân tầng thông gió, °C; H,  $H_1$  - Chiều sâu giếng và chiều sâu phân tầng cần xác định nhiệt độ không khí, °C; k - Gradient đối lưu;  $k = (1,3 \div 1,5)$  °C/100 m.

Việc thay đổi nhiệt độ theo chiều sâu giếng ảnh hưởng tới trạng thái biến dạng-ứng suất trong các chi tiết kết cấu cốt giếng. Độ dẫn dài của chi tiết khi nhiệt độ dao động trong khoảng  $\Delta t$  xác định như sau:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot (t_2 - t_0) \quad (4)$$

Trong đó:  $l_0$  - Độ dài của chi tiết tại nhiệt độ  $t_0$  (nhiệt độ khi chế tạo/lắp ráp), m;  $t_2$  - Nhiệt độ tại thời điểm khảo sát;  $^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  - Hệ số dẫn dài. Đối với thép  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ .



H.2 - Biểu đồ độ dẫn dài phụ thuộc vào dao động nhiệt độ: a - Đối với thanh dẫn; b - Đối với xà; 1, 2 - Biên độ dao động lớn nhất và trung bình; 3 - Thép ray; 4 - Thép hộp.

Độ dẫn dài  $\Delta l$  cần phải được tính đến trong thiết kế xử lý kết cấu: tính toán khe hở bù dẫn nhiệt, trong tính toán độ bền và ảnh hưởng của độ dẫn nhiệt tới ứng suất trong chi tiết cốt giếng. Trên H.2 giới thiệu kết quả nghiên cứu xác định độ dẫn dài của xà, của thanh dẫn cốt giếng phụ thuộc vào các thông số: dao động nhiệt độ, chiều sâu giếng và chiều dài xà, kết cấu đường dẫn. Trong đó, đồ thị dao động nhiệt độ theo chiều sâu giếng được xây dựng trên cơ sở khảo sát các giếng đứng mỏ than vùng Donbas [5]. Theo kết quả nghiên cứu này, tại độ sâu đến 50 m tính từ cổ giếng, dao động nhiệt độ trong giếng đứng (cả giá trị trung bình và giá trị

lớn nhất) thay đổi mạnh và phi tuyến. Sau đó dao động này thay đổi chậm và tuyến tính.

Vận tốc dòng không khí: giếng đứng là một bộ phận của hệ thống thông gió mỏ, trong giếng có dòng không khí (sạch hoặc bẩn; đẩy hoặc hút) chuyển động. Theo [3], vận tốc không khí trong giếng đứng để nâng, hạ người có thể tới 8 m/s, trong giếng vận chuyển khoáng sản - 12 m/s, trong giếng vận chuyển người sự cố và giếng thông gió - 15 m/s. Đối với các lỗ khoan thông gió vận tốc này không giới hạn.

Để thông gió các mỏ lớn cần phải cấp thông khí sạch với lưu lượng lớn. Lượng không khí này được cấp và thoát qua giếng đứng tạo ra dòng không khí mạnh. Trong khi đó cốt giếng tạo ra sức cản khí động học đáng kể. Lực khí động học tác động lên các xà do dòng không khí chuyển động (không tính đến ảnh hưởng hiệu ứng chuyển động của thùng trực) so với lực tiêu chuẩn tương đối nhỏ, cho nên có thể bỏ qua khi tính toán. Tuy nhiên khối lượng không khí trao đổi thường xuyên thúc đẩy tác động hoá học của oxy lên bề mặt kết cấu kim loại, đẩy nhanh quá trình oxy hoá.

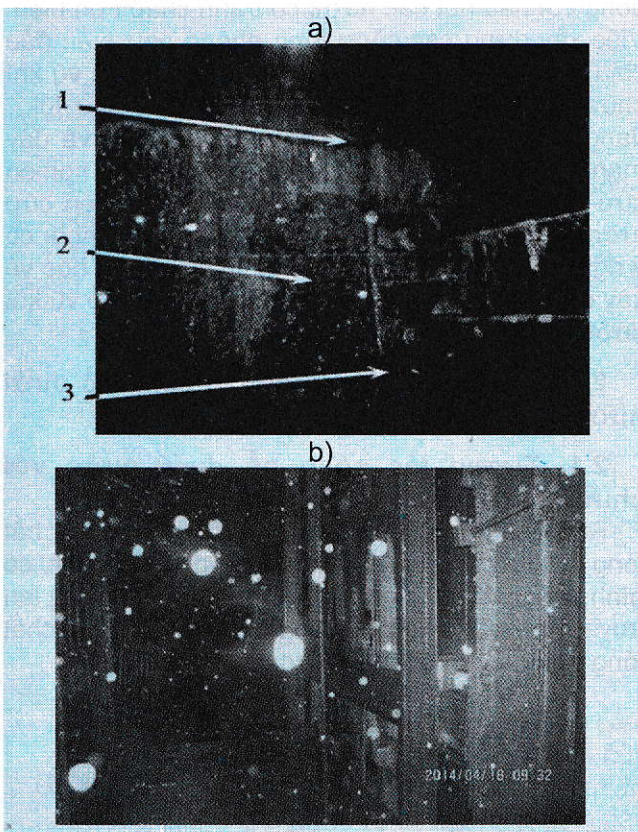
Tác động của điều kiện mỏ và địa chất-thủy văn bao gồm: tác động của đất đá, thấm nước qua vỏ giếng và nước chảy nhỏ giọt.

Tác động của đất đá: trong điều kiện mỏ địa chất phức tạp có hiện tượng phá huỷ vỏ giếng do ảnh hưởng biến dạng của đất đá. Tác động này gián tiếp làm hư hỏng kết cấu kim loại cốt giếng. Nguyên nhân của hiện tượng này gồm có: lún đất đá ngậm nước khi bị khô, ảnh hưởng quá trình khai thác, giếng đứng cắt qua với khu vực đã khai thác hoặc có phá huỷ địa chất, ảnh hưởng của việc tiếp nối giếng khu vực lò nằm gần giếng, gần lò khai thác... Trong một số trường hợp, biến dạng làm giảm tiết diện, vỡ vỏ giếng dẫn đến cong xà cốt giếng. Trong trường hợp khác, khi vỏ giếng bị biến dạng ở mức nhỏ, không thể quan sát được rõ rệt biến dạng này, tuy nhiên nó cũng gây ra biến dạng và tăng ứng suất do biến dạng này của cốt giếng. Điều này cho thấy cốt giếng rất nhạy cảm đối với biến dạng nhỏ của vỏ.

Thấm nước qua vỏ giếng: khi giếng đứng qua khu vực đất đá có nhiều nước, có hiện tượng thấm nước qua vỏ giếng. Vị trí thường xảy ra thấm nước là nơi tiếp giáp giữa các khối bê tông đúc không đồng thời, tại vị trí lắp xà chôn vào vỏ giếng, lắp vít neo. Việc thấm nước thúc đẩy quá trình ăn mòn kim loại cốt giếng.

Nước chảy nhỏ giọt. Có những mức độ nước chảy thành giọt trong giếng đứng như sau: nước chảy thành giọt nhỏ ở một phần tiết diện của giếng; nước chảy giọt như mưa; nước chảy dưới dạng

hạt lớn trên toàn tiết diện giếng hoặc một phần giếng; nước chảy như mưa lớn-nước chảy thành dòng liên tục trên toàn tiết diện giếng. Theo khảo sát các giếng đứng tại CHLB Nga tại các giếng đứng xây dựng trước những năm 80 thế kỷ trước cho thấy: Vỏ giếng tại độ sâu 15+40 m ở trạng thái khô ráo, từ 40 đến 80 m có hiện tượng thấm nước, ở độ sâu lớn hơn có nước nhỏ giọt. Phân bố tổng lượng nước thấm, chảy tại tiết diện giếng như sau: thấm, chảy ở vỏ giếng chiếm 70+80 %, lượng nước chảy ở khoảng giữa giếng 5 %. Thông thường, giếng thùng cũ có lượng nước chảy, thấm nhiều hơn so với giếng skip. Trên H.3 là hình ảnh mô tả nước thấm, chảy... trong giếng đứng.



H.3. Thấm nhỏ nước trong giếng đứng mỏ than hầm lò: a - Các vị trí thấm nước, lò vỏ giếng; b - Nước nhỏ giọt trong giếng thùng cũ-Mỏ than Mông Dương; 1 - Thấm nước vị trí tiếp giáp các khối vỏ giếng; 2 - Lò vỏ giếng vị trí lắp xà; 3 - Thấm nước và ăn mòn bê tông vị trí lắp xà.

Tác động hoá-lý: tác động liên quan đến quá trình hóa học làm ảnh hưởng tới kết cấu của môi trường xung quanh (các loại khí trong không khí, các chất hòa tan trong nước mỏ).

Tác động của nước mỏ làm hòa tan các loại khoáng chất. Khi nước ngầm chảy qua các tầng đất đá làm hòa tan và bổ sung các loại muối, khí,

chất keo, các vi sinh vật có thành phần hóa chất nhất định. Vì vậy nước mỏ có nồng độ axit tương đối cao. Thí dụ nước mỏ của Công ty than Hà Lâm có độ pH=3,5, một số mỏ khác cũng có độ pH tương tự, trung bình nằm trong khoảng pH=2+3 [1]. Nước mỏ thấm, chảy lên kết cấu kim loại, tạo "nhũ" lắng đọng, kết tủa các khoáng chất trên đó, không những chỉ đẩy nhanh quá trình ăn mòn mà còn làm tăng tải trọng tác động lên kết cấu kim loại.

Ngoài tác động ăn mòn của nước mỏ, kết cấu kim loại còn bị tác động của các khí có tính axit trong không khí mỏ. Tác động của khí có tính axit ở mức độ cao đối với bê tông vỏ giếng (H.2.a), vì vậy tác động tới các bộ phận liên kết với vỏ giếng của cốt giếng. Theo mức độ tác động ăn mòn các loại khí lên bê tông có thể phân ra: ăn mòn yếu ( $CS_2$  - Khí cacbondisunfua,  $CO_2$  - Khí cacbonic,  $SiF_4$  - Tetraflorua); ăn mòn trung bình ( $SO_2$  - Khí sunfua;  $H_2S$  - Khí dihydrosunfua); ăn mòn mạnh ( $Cl_2$  - Khí clo;  $SO_3$  - Trioxit lưu huỳnh;  $HCl$  - Hoi axit clohidric). Khi ở độ ẩm thấp (50+60 %) mức độ ăn mòn của không khí không lớn. Tuy nhiên khi độ ẩm cao (lớn hơn 70+80 %), cường độ ăn mòn này tăng hàng trăm lần.

#### Kết luận và kiến nghị

❖ Các yếu tố tác động đến tuổi thọ, khả năng làm việc của cốt giếng gồm tải trọng khai thác và các tác động của khí hậu; điều kiện mỏ địa chất-thủy văn và hóa-lý;

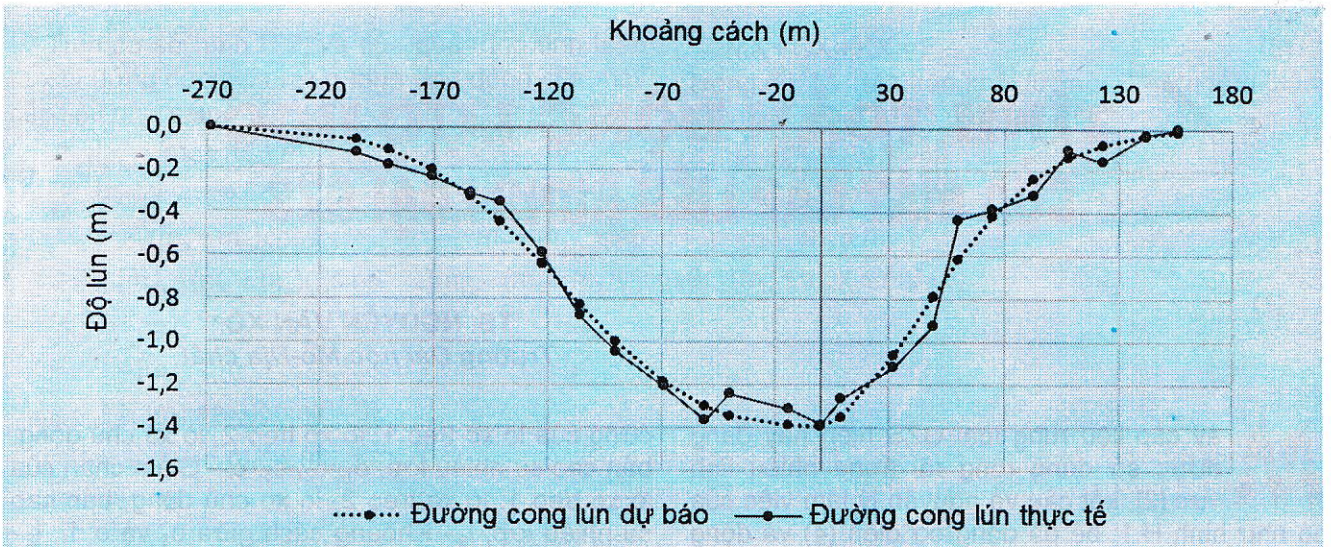
❖ Tải trọng tiêu chuẩn dùng để tính toán thiết kế cốt giếng và bao gồm tải trọng thường xuyên và lực tác dụng từ thùng trục. Để có thể đánh giá đầy đủ điều kiện làm việc của cốt giếng cần xem xét tới tác động của tải trọng phụ, tải trọng do khí hậu, điều kiện mỏ địa chất-thủy văn;

❖ Để có thể đánh giá tác động của biến dạng vỏ giếng, khí hậu, dao động nhiệt độ tới cốt giếng cần có số liệu nghiên cứu về dao động nhiệt độ trong ngày, năm tại vùng mỏ Việt Nam và theo dõi biến dạng vỏ giếng để nghiên cứu ảnh hưởng của chúng. Trên cơ sở đó đưa ra các giải pháp thiết kế, công nghệ phù hợp. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. QCVN 01:2011/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò.
2. Tạ Ngọc Hải và nnk. Lựa chọn sơ đồ và xác định tải trọng tác động lên cốt giếng đứng mỏ than hầm lò. Thông tin KHCN Mỏ, Số 6-2014. Hà Nội. 2014.
3. Võ Trọng Hùng. Thi công giếng đứng. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2012.
4. Trần Doãn Trường, Vũ Văn Sự. Trục tải mỏ. Nhà xuất bản Giao thông vận tải. Hà Nội. 2000.

(Xem tiếp trang 37)



H.2. Biểu đồ so sánh đường cong lún dự báo và thực tế trên tuyến C

Hàm dự báo lún bề mặt (12) do khai thác vỉa dốc tại mỏ Thống nhất cho phép dự báo lún tại các điểm mặt cắt chính theo hướng khai thác một cách nhanh chóng, dễ dàng với độ phù hợp thỏa đáng, có thể ứng dụng vào thực tế. Tuy nhiên cần những nỗ lực tiếp theo, một mặt để giải thích thấu đáo những độ lệch dị thường và để nâng cao hơn nữa độ chính xác dự báo lún bề mặt, mặt khác sử dụng tối đa số mặt cắt đã quan trắc tại mỏ Thống Nhất cũng như tại các mỏ hầm lò khác trong bể than Quảng Ninh để mở rộng phạm vi vùng dự báo. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Đình Bé, Vương Trọng Kha. Dịch chuyển và biến dạng đất đá trong khai thác mỏ. NXB Giao thông Vận tải. 2000.
2. Kiều Kim Trúc. Xác định các thông số dịch chuyển mặt đất khu Lộ Trí mỏ Thống Nhất, và hiệu chỉnh trụ bảo vệ đường ô tô lên mỏ than Đèo Nai. Báo cáo đề tài cấp Bộ. Viện nghiên cứu khoa học kỹ thuật mỏ. Hà Nội. 1991.
3. Asadi A., K. Shahriar, K. Goshtasbi, and K. Najm. Development of a new mathematical model for prediction of surface subsidence due to inclined coal-seam mining. 2005.
4. Gren Karol, Edward Popielek. Wplyw eksploatacji gorniczej na powierzchnie i gorotworu. Wydawnictwo AGH. 1990.
5. Kratzsch Helmut. Mining Subsidence Engineering. Springer-Verlach Berlin Heidelberg Neew York. 1983.
6. Whittaker Barry N., david J. Reddish. Subsidence: Occurrence, Prediction and Control. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokio. 1989.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

**SUMMARY**

This paper presents the methodology of building the surface subsidence prediction function due to underground mining and the method of determining the parameters of this profile function. Based on the prediction function proposed by Asadi and subsidence monitoring data at Thống Nhất coal mine, the author has built a prediction function and evaluating the accuracy of prediction results with observation data. The results show that the proposed function matching the actual monitoring data.

**CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG...**

(Tiếp theo trang 17)

5. Prokopov S.G. Giải pháp mới trong thiết kế cốt giằng đứng; Novotrerkas-2005.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

**SUMMARY**

The shaft set is one of the important parts of mine vertical shaft and hoist system. The article analyses the effected factors to the it's operating abilily, as well as introduces the method calculation of elongation of the set's guides and beams on relation with temperature change.