

# MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ TIẾP KHÍ VÀ KIỂM TRA KHẢ NĂNG KHÍ HÓA, KHÍ THỰC TRONG CÔNG TRÌNH XẢ LŨ DƯỚI SÂU

Nguyễn Ngọc Nam, Nguyễn Tiến Hải

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sông biển

**Tóm tắt:** Công trình xả lũ dưới sâu thường xuyên phải chịu áp lực nước lớn. Trong quá trình xả lũ, nó dẫn đến dòng chảy có tốc độ cao cuốn theo không khí vào dòng nước. Dòng chảy tốc độ cao thường yêu cầu cung cấp không khí có công suất lớn thông qua các lỗ thông khí [1], [4], [5]. Sự cuốn theo không khí do dòng chảy bề mặt tự do gây ra đã là chủ đề của nhiều dự án nghiên cứu bởi tính phức tạp của nó về mặt tự nhiên và ý nghĩa kỹ thuật. Mặt khác, với vận tốc dòng chảy lớn do chênh lệch cột nước lớn ở thượng nguồn và hạ lưu sẽ xảy ra hiện tượng khí hóa, khí thực và xâm thực bê tông trên bề mặt công trình. Bài viết này, trình bày một số vấn đề về tính toán kích thước lỗ thông khí; kiểm tra khả năng khí hóa, khí thực, khả năng xâm thực nhằm đảm bảo yêu cầu cung cấp không khí đầy đủ trong các tình huống vận hành nhằm giảm thiểu tác động đến các công trình xả lũ dưới sâu.

**Từ khoá:** Công trình xả lũ dưới sâu, khí hoá, khí thực, xâm thực.

**Summary:** Low-level of flood discharge structures in a high-head dam have usually suffered by high water pressure. During flood discharge, it leads to high-velocity flow that entrains air in the flow. The high-velocity flow often requires air supply of large capacity through air vents [1]. Air entrainment caused by free-surface flows has been a topic for many research projects, which is due to its complexity by nature and engineering implications. Other while, with a high flow velocities caused by a large difference of water head in upstream and downstream, the phenomenon of water gasification and the cause of cavitation on the surface of the project will occur. In this article, a number of issues on calculating the size of air vents, gasification ability, cavitation ability in order to ensure adequate air supply requirements in the operational situations to minimize impacts on deep flood discharge structures were presented.

**Keywords:** Deep flood discharge works, gasification, real gas, cavitation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình xả lũ dưới sâu là công trình tháo lũ, thường đặt dưới thân đập, tùy theo đặc điểm thủy văn và yêu cầu thiết kế, có thể dùng tháo lũ hoặc khi cần thiết tháo cạn hồ. Ngoài chức năng tháo lũ, công trình xả lũ dưới sâu còn dùng trong dẫn dòng thi công lúc xây dựng, tháo bùn cát lắng đọng trong hồ hoặc lấy nước, phát điện.

Về cơ bản, một công trình xả lũ dưới sâu thường bao gồm một đường dẫn nước kín bằng ống thép, bê tông hay bê tông cốt thép có bố trí cửa van điều khiển nằm sâu dưới mực nước hồ. Phía sau cửa van đều bố trí lỗ thông khí để đảm bảo cho cửa van làm việc bình thường,

giảm bớt lực đóng mở cửa van, ngoài ra còn ngăn ngừa khí thực, xâm thực, rò rỉ và rung động gây hư hỏng công trình dưới sâu. Trong trường hợp lỗ thông khí được thiết kế hợp lý, giúp duy trì áp suất phía hạ lưu cửa van ở mức bằng hoặc gần bằng áp suất khí quyển, cung cấp đủ không khí để giảm khả năng thiệt hại trong các trường hợp vận hành của cửa van

Khi công trình xả lũ dưới sâu có bố trí cửa van phẳng ở thượng lưu, dòng chảy phía sau cửa van sẽ có nhiều khả năng xuất hiện nước nhảy trong thân công trình, cuốn theo không khí vào dòng chảy gây hỗn loạn. Sự giảm áp suất không khí trong thân công trình đoạn sau cửa van bắt đầu xảy ra khi mực nước trong thân công trình chảy gần đầy cửa ra. Đây chính là hiện tượng chảy bán áp. Mực nước cửa ra càng lên cao, áp suất tiếp tục giảm tạo nên áp suất chân không có thể dẫn tới tác động có hại đến

Ngày nhận bài: 15/8/2023

Ngày thông qua phản biện: 19/10/2023

Ngày duyệt đăng: 08/11/2023

cửa van, gây rung động làm các liên kết của cửa van chịu nhiều tác động, gây rò rỉ, hư hại cửa van, nhất là đối với cửa van đã thi công lâu và chịu áp lực nước lớn. Lỗ thông khí được đặt sau cửa van để giảm hư hại này, tuy nhiên nếu lỗ thông khí có kích thước nhỏ hơn yêu cầu thì các vấn đề gây hại vẫn có thể xảy ra trong quá trình công trình vận hành. Ngoài ra, với tốc độ dòng chảy lớn sinh ra bởi chênh lệch cột nước thượng hạ lưu lớn sẽ sinh ra hiện

tượng nước hóa khí và xuất hiện hiện tượng khí thực, xâm thực bê tông trên bề mặt công trình.

Một số tài liệu, báo cáo khảo sát [3] tại những công trình hư hỏng công trình xả lũ dưới sâu chỉ ra rằng, khi vận hành cửa van dưới sâu, có xuất hiện tiếng ồn, tiếng nổ trong buồng kín, sau đó là những hư hại cửa van, buồng khe van và bê tông trong cống, một số hình ảnh hư hại của công trình xả lũ dưới sâu như hình sau:



Ảnh 1: Rò rỉ nước cửa van



Ảnh 2: Biến dạng khe thành bên



Ảnh 3: Bê tông bị kéo lột tại các vị trí khoan neo



Ảnh 4: Bê tông bị kéo lột tại các vị trí khoan neo ở đáy cống

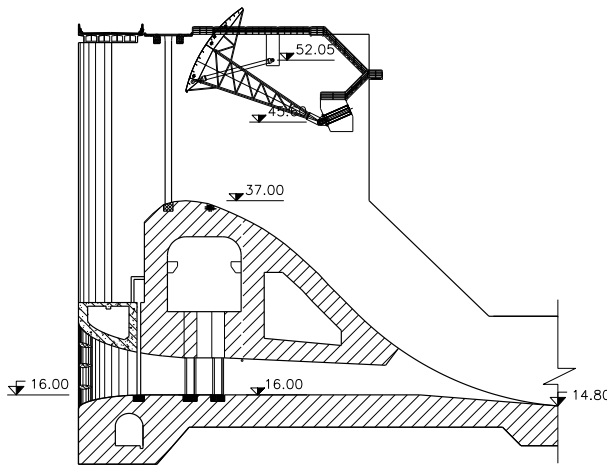


Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày một số vấn đề về tính toán kích thước cửa lỗ thông khí, kiểm tra khả năng khí hoá, khí thực, xâm thực nhằm đảm bảo yêu cầu cung cấp đủ không khí trong vận hành làm giảm thiểu các tác động có hại đến công trình xả lũ dưới sâu.

**2. SƠ ĐỒ VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN**

**2.1. Sơ đồ tính toán**

Nhóm tác giả đã tính toán bộ phận tiếp khí, kiểm tra khả năng khí hoá, khí thực, xâm thực tại một công trình xả lũ dưới sâu giả định kết hợp xả mặt và công trình xả lũ dưới sâu. Kích thước công trình xả lũ dưới sâu: BxH = 4x3,20m, cao trình ngưỡng cống +16,00m, cao trình đỉnh đập +55,00m. Sơ họa công trình dưới sâu như Hình 1.



Hình 1: Mặt cắt dọc tràn xả mặt kết hợp với công trình xả lũ dưới sâu

**2.2. Trường hợp và mực nước tính toán**

Các trường hợp đưa vào tính toán bao gồm các mực nước lớn nhất và các mực nước trung gian, ứng với mỗi mực nước là các độ mở từ 0,20÷3,70m và mở hoàn toàn 4,00m

**Bảng 1: Các trường hợp mực nước hồ tính toán**

TT	Z (m)	TT	Z (m)
1	30	4	45
2	33	5	50
3	37	6	53,07

Ghi chú: Z là mực nước hồ tính toán

**Bảng 2: Các độ mở cửa van tính toán**

TT	Độ mở a (m)	TT	Độ mở a (m)
1	0,20	6	2,70
2	0,70	7	3,20
3	1,20	8	3,70
4	1,70	9	4,00
5	2,20		

**2.3. Phương pháp tính toán**

Trong nghiên cứu này, phương pháp tính toán bộ phận tiếp khí tại buồng van, được thực hiện theo hướng dẫn trong TCVN 9151:2012[4] công trình thủy lợi - Quy trình tính toán thủy lực công trình xả lũ dưới sâu [4] và TCVN 9158:2012 công trình thủy lợi - công trình tháo nước, phương pháp tính toán khí thực [5].

Ngoài ra, trong bài báo này còn trình bày một số phương pháp tính toán nhu cầu về ống thông khí cho cửa xả đáy của Kalinske và Robertson – 1943, Design of Hydraulic Gates (By P. C. F. Erbisti, 2004) và U.S. Army Corp Engineers (USACE, 1980).

Các bước tính toán gồm:

- (i) Tính toán khả năng tháo;
- (ii) Tính toán tiếp khí, kiểm tra khả năng khí hoá, khí thực;
- (iii) Tính toán kiểm tra khả năng xâm thực.

Nội dung chính từng phương pháp, được trình bày trong các phần tiếp theo của bài báo.

**2.3.1. Xác định khả năng tháo của công trình xả lũ dưới sâu**

Kiểm tra sơ đồ chảy trong thân công trình và kiểm tra chế độ chảy trong thân công trình sau đó xác định khả năng tháo của công trình xả lũ dưới sâu:

+ Khi công trình xả sâu có chế độ chảy nửa áp không ngập:

$$Q = \varphi \omega_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)} \tag{1}$$

+ Khi công trình xả sâu có chế độ chảy có áp:

$$Q = \varphi \omega \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \tag{2}$$

Trong đó:

$\varphi$ : hệ số lưu tốc;

$\omega_c$ : diện tích tại mặt cắt  $h_c$  ( $m^2$ );

$$\omega_c = h_c \cdot B$$

$H_0$ : cột nước toàn phần ở thượng lưu ( $m$ );

$h_c$ : độ sâu co hẹp ( $m$ );

$$h_c = \varepsilon \cdot a$$

$\varepsilon$ : hệ số co hẹp thẳng đứng

### 2.3.2. Tính toán tiếp khí cho công trình xả lũ dưới sâu

Tính toán bộ phận tiếp khí theo TCVN 9158:2012 [5] và TCVN 9151:2012[4]

Công thức tổng quát tính toán lưu lượng thông khí cần thiết:

$$Q_a = Q_{aB} + Q_{ac} + Q_{ax} \quad (3)$$

Trong đó:

-  $Q_{aB}$  là lưu lượng khí bị cuốn vào vùng tách dòng sau khe van, bậc thụt,  $m^3/s$ .

$$Q_{aB} = 0,1 \cdot l_b \cdot h_b \cdot V_{TB} \quad (4)$$

+  $h_b$  là chiều cao bậc thụt (ngưỡng),  $m$ ;

+  $l_b$  là chiều dài bậc khe, ngưỡng,  $m$ ;

+  $V_{TB}$  là lưu tốc bình quân của dòng chảy trước vị trí tách dòng,  $m/s$ .

-  $Q_{ac}$  là lưu lượng do tự hàm khí mặt thoáng khí dòng chảy có lưu tốc lớn,  $m^3/s$

$$Q_{ac} = 0,04 \cdot \sqrt{Fr - 40} \cdot Q \quad (5)$$

+  $Q$  là lưu lượng nước,  $m^3/s$ ;

+  $Fr_R$  là số Frut tính theo bán kính thủy lực  $R$ :

$$Fr_R = \frac{V^2}{gR} \quad (6)$$

+  $V$  là lưu tốc bình quân của dòng chảy,  $m/s$ ;

+  $R$  là bán kính thủy lực của mặt cắt ướt tương ứng có lưu tốc bình quân  $V$ ,  $m$ .

-  $Q_{ax}$  là lưu lượng khí bị cuốn vào dòng nước tại vùng xoáy của nước nhảy, xác định theo công thức:

$$Q_{ax} = 0,012 \cdot (\sqrt{Fr_1 - 1})^{1,4} \cdot Q \quad (7)$$

+  $Fr_1$  là trị số Frut tính cho mặt cắt phía trước nước chảy có độ sâu  $h_1$ , lưu tốc bình quân tương ứng  $V_1$ :

b) Tính toán bộ phận tiếp khí theo một số nghiên cứu khác[2], [3]

Theo các nghiên cứu này, đã kết luận rằng sự cuốn hút của không khí là một hàm của số Froude tại vị trí dòng chảy co hẹp, và biểu thị bằng tỷ lệ nhu cầu không khí ( $\beta$ ) giữa lưu lượng không khí qua ống và lưu lượng tháo qua cống. Kalinske & Robertson, 1943 đã định nghĩa như sau:

$$\beta = \frac{Q_a}{Q_w} \quad (8)$$

Trong đó:

+  $Q_a$ : lưu lượng không khí ( $m^3/s$ );

+  $Q_w$ : lưu lượng tháo qua cống ( $m^3/s$ );

Tỷ lệ nhu cầu không khí ( $\beta$ ) phụ thuộc vào các thông số khác nhau, ví dụ như hình dạng của cửa vào, cửa ra, vận tốc dòng chảy và độ sâu dòng chảy và cột nước trước cống .... Công thức tổng quát cho tỷ lệ nhu cầu không khí được Erbisti đề xuất năm 2004 như sau:

$$\beta = K(F_C - 1)^n \quad (9)$$

+  $K, n$ : hệ số thực nghiệm

$$F_C = \sqrt{\frac{2H}{hc}} \quad (10)$$

+  $F_C$ : Froude tại vị trí co hẹp

+  $h_c$ : độ sâu co hẹp,  $m$ ;

+  $H=Z-h_c$ : độ sâu tại đỉnh  $h_c$ ,  $m$ ;

a. Khi trong thân công trình không có nước nhảy (USACE, 1980)

$$\beta_1 = 0,03(F_C - 1)^{1,06} \quad (11)$$

b. Khi trong thân công trình có nước nhảy lấp đầy ống Kalinske và Robertson – 1943

$$\beta_2 = 0,0066(F_C - 1)^{1,4} \quad (12)$$

c. Công thức của Campbell và Guyton (Erbisti, 2004)

$$\beta_3 = 0,04(F_C - 1)^{0,85} \quad (13)$$

Luồng không khí trong lỗ thông hơi được tính theo công thức:

$$Q_a = 28m_a A \sqrt{2gH_d} \quad (14)$$

Trong đó:

- +  $m_a$ : hệ số lưu lượng khí;
- +  $V_a$ : vận tốc không khí, m/s;
- +  $A$ : diện tích mặt cắt ngang của lỗ thông khí, m<sup>2</sup>;
- +  $H_d$ : áp suất không khí tại cuối cống,  $H_d < 1.5m$

c) *Tính toán mặt cắt các ống dẫn khí*

Xác định theo công thức sau:

$$\omega_a = \frac{Q_a}{V_a} \quad (15)$$

Trong đó:

- $Q_a$  là lưu lượng khí cần dẫn vào, m<sup>3</sup>/s;
- $V_a$  là lưu tốc dòng khí trong ống. Chọn  $V_a \leq 60$  m/s

### 2.3.3. Tính toán kiểm tra khả năng khí hóa, khí thực

Điều kiện không phát sinh khí hoá là hệ số khí hoá  $K$  tại các bộ phận tiếp xúc với nước của công trình tháo nước trong tất cả các chế độ làm việc phải lớn hơn hệ số khí hoá phân giới:

$$K > K_{pg} \quad (16)$$

Để thoả mãn yêu cầu kinh tế, có thể cho phép có khí hoá ở giai đoạn đầu (có khả năng xâm thực nhỏ):

$$K > 0,85.K_{pg} \quad (17)$$

Trong đó:

- +  $K$ : Hệ số khí hoá, đại lượng dùng để biểu thị mức độ mạnh yếu của khí hoá trong nước.
- +  $K_{pg}$ : Hệ số khí hoá phân giới, giá trị của hệ số khí hoá  $K$  tương ứng với trạng thái chớm khí hoá (trạng thái mới bắt đầu hình thành các bong bóng khí).

a/ *Đối với cửa vào*

Hệ số khí hoá phân giới  $K_{pg}$  của cửa vào xác định theo công thức:

$$K_{pg} = \bar{C}_{p \max} + \phi \cdot \delta_p \quad (18)$$

Trong đó:

- +  $\bar{C}_{p \max}$ : Hệ số giảm áp lực lớn nhất
- +  $\phi$  là hệ số mạch động lớn nhất, phụ thuộc vào mức bảo đảm trong tính toán thiết kế ( $p$  %).
- +  $\delta_p$  là trị số tiêu chuẩn mạch động cột nước áp lực tại mặt cắt cuối đoạn vào, m;

b/ *Tại các bộ phận của buồng van*

Khi dự báo khí hoá trên các bộ phận của buồng van, xét đến các trường hợp:

- Khí hoá trên các khe, cửa vào khi van mở hoàn toàn;
- Khí hoá trên các khe và trên cửa van khi van mở một phần;

Các trường hợp khác nhau, việc lựa chọn các thông số tính toán sẽ khác nhau, công thức chung tính hệ số khí hoá phân giới tại các bộ phận buồng van như sau:

**Tại mặt trước của khe:**

$$K_{pgt} = K_{pgy} \left[ 1 + 0,65 \left( \frac{W}{h} - 1 \right) \right] \cdot K_d \quad (19)$$

**Tại mặt sau của khe:**

$$K_{pgs} = A \cdot K_w \cdot K_B \cdot \left[ 1 + 0,65 \left( \frac{W}{h} - 1 \right) \right] \quad (20)$$

Trong đó:

- + Với  $K_{pgy} = \left( \frac{Z_m}{\delta} \right)^{3/4}$
  - +  $Z_m$ : được coi như chiều cao khe van, m;
  - +  $\delta$ : là chiều dày lớp biên tại mặt cắt đang xét, đối với dòng có áp, mặt cắt chữ nhật:
- $$\delta = \min \left( \frac{h}{2}, \frac{B}{2} \right)$$
- +  $K_d$  là hệ số sửa chữa do lồi bề mặt lòng dẫn sau khe van về phía trụ
  - +  $W$  là bề rộng khe, m;
  - +  $h$  là độ sâu của khe, m;

c/ *Hệ số khí hóa thực tế*

Hệ số khí hóa thực tế tính theo công thức, tùy vào vị trí, trạng thái của cửa van mà các hệ số thay đổi cho phù hợp.

$$K = \frac{H_{DT} - H_{pg}}{\frac{V_{DT}^2}{2g}} \quad (21)$$

Trong đó:

- +  $H_{DT}$ : Cột nước đặc trưng, m;
- +  $V_{DT}$ : Lưu tốc đặc trưng, m/s;
- +  $H_{pg}$ : cột nước áp lực phân giới của nước, phụ thuộc vào nhiệt độ nước, m;

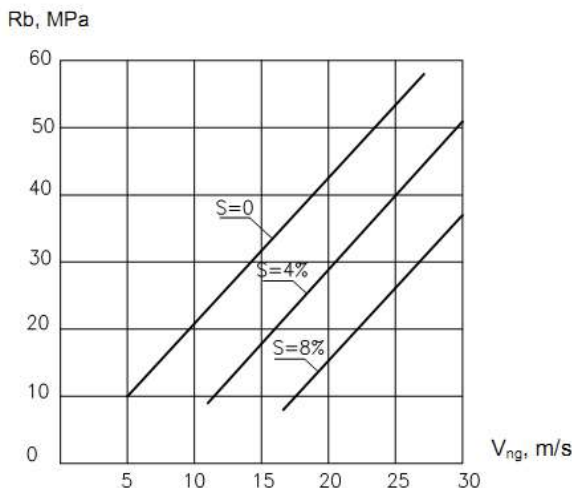
**2.4. Tính toán kiểm tra khả năng xâm thực**

Điều kiện để không xảy ra xâm thực:

a/ Kiểm tra theo lưu tốc ngưỡng xâm thực

$$V_y < V_{ng} \quad (22)$$

- +  $V_y$ : lưu tốc cục bộ của dòng chảy tại bộ phận đang xét, m/s;
- +  $V_{ng}$ : lưu tốc ngưỡng xâm thực của vật liệu thành lòng dẫn, phụ thuộc vào loại vật liệu và hàm lượng khí có trong nước (S), m/s; Tra đồ thị Hình 2.



Hình 2: Quan hệ  $V_{ng} = f(R_b, S)$  của vật liệu bê tông [5]

Trị số  $V_y$  được xác định theo công thức:

$$V_y = \frac{V_{TB}}{\varphi_v} \cdot \sqrt{\xi_1 \xi_2} \quad (23)$$

+  $\xi_1, \xi_2$  là các đại lượng phụ thuộc vào tỷ số  $\delta/\Delta$  và  $y/\Delta$ , xác định trên đồ thị;

+  $V_{TB}$  là lưu tốc trung bình mặt cắt, m/s;

+  $\varphi_v$  là hệ số biểu thị quan hệ giữa lưu tốc trung bình và lưu tốc lớn nhất trong dòng chảy khi chiều dày lớp biên và dạng mặt cắt ngang của dòng chảy đã biết. Trị số của  $\varphi_v$  xác định như sau:

Với dòng chảy trong mặt cắt chữ nhật có bề rộng B và chiều sâu h:

$$\varphi_v = \frac{1}{Bh} \left\{ (h-\delta)(B-2\delta) + \frac{\delta^2}{\ln \frac{\delta}{\Delta} + 3} \left[ \frac{B+2h}{\delta} \left( \ln \frac{\delta}{\Delta} + 2 \right) - 2 \ln \frac{\delta}{\Delta} - 5 \right] \right\} \quad (24)$$

+  $\delta$ : chiều dày lớp biên;

+  $\Delta$ : Chiều cao nhám trên bề mặt đáy cống tại vị trí cửa van.

b/ Kiểm tra theo lưu tốc cho phép không xâm thực

$$V < V_{cp} \quad (25)$$

+ V: lưu tốc trung bình của dòng chảy tại mặt cắt ngang đang xét, m/s;

+  $V_{cp}$ : lưu tốc cho phép không xâm thực, m/s.

Công thức chung để xác định  $V_{cp}$  như sau:

$$V_{cp} = \frac{\varphi_v \cdot V_{ng}}{\sqrt{\xi_1 \xi_2}} \quad (26)$$

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Kết quả tính toán cấp khí**

Bảng tổng hợp kết quả tính toán đường kính thoát khí trong buồng van cho các mực nước từ thấp đến cao nhất trong 2 trường hợp: xả lũ độc lập qua công trình xả lũ dưới sâu và xả lũ kết hợp công trình xả lũ dưới sâu và tràn xả mặt, kết quả như sau:

**Bảng 3: Bảng tính diện tích đường thoát khí cho 1 cửa dưới sâu – theo TCVN (m<sup>2</sup>)**

Stt	Độ mở a	TH xả độc lập qua cống					TH xả kết hợp tràn xả mặt		
		Mức nước thượng lưu $Z_{tl}$ (m)							
		30	37	45	50	53,07	45	50	53,07
		Diện tích ống thoát khí cần thiết cho 1 cửa dưới sâu (m <sup>2</sup> )							
1	0,20	0,060	0,096	0,138	0,163	0,179	0,131	0,156	0,171
2	0,70	0,024	0,113	0,215	0,271	0,305	0,201	0,256	0,289
3	1,20	0,043	0,053	0,225	0,330	0,374	0,196	0,303	0,347
4	1,70	0,060	0,074	0,088	0,252	0,358	0,086	0,183	0,311
5	2,20	0,069	0,089	0,109	0,123	0,128	0,107	0,120	0,128
6	2,70	0,084	0,109	0,134	0,151	0,160	0,131	0,148	0,157
7	3,20	0,098	0,130	0,161	0,181	0,192	0,157	0,177	0,189
8	3,70	0,102	0,136	0,171	0,192	0,205	0,167	0,188	0,201
9	4,00	0,104	0,140	0,176	0,198	0,211	0,173	0,194	0,207
	<b>Max</b>	<b>0,104</b>	<b>0,140</b>	<b>0,225</b>	<b>0,330</b>	<b>0,374</b>	<b>0,201</b>	<b>0,303</b>	<b>0,347</b>

**Bảng 4: Bảng tính diện tích đường thoát khí cho 1 cửa dưới sâu – theo một số nghiên cứu khác (m<sup>2</sup>)**

Stt	Độ mở a (m)	USACE	Kalinske và Robertson	Campbell và Guyton	Ghi chú
		$A_1$ (m <sup>2</sup> )	$A_2$ (m <sup>2</sup> )	$A_3$ (m <sup>2</sup> )	
1	0,20	0,108	0,070	0,074	
2	0,70	0,180	0,092	0,143	
3	1,20	0,218	0,100	0,184	
4	1,70	0,239	0,102	0,211	
5	2,20	0,183	0,068	0,177	
6	2,70	0,188	0,067	0,187	
7	3,20	0,191	0,065	0,194	
8	3,70	0,173	0,057	0,180	
9	4,00	0,162	0,052	0,170	

Qua tính toán kiểm tra khả năng cấp khí cho công trình xả lũ dưới sâu như trên. Về tiết diện của ống cấp khí, mỗi cống cần có diện tích thoát khí đạt từ  $0,38\text{m}^2 \div 0,40\text{m}^2$  trở lên.

Vị trí tiếp khí cho cống cần đảm bảo theo yêu cầu cấp khí tốt nhất và thuận tiện trong công tác thi công sửa chữa cống cũng như phải phù hợp hiện trạng công trình.

### 3.2. Kết quả kiểm tra khả năng khí hóa, khí thực khí vận hành

Đoạn đầu vào của cống tháo nước dưới sâu: dòng chảy tại cửa vào không bị khí hóa

Tại buồng van của công trình xả lũ dưới sâu:

+ Trường hợp mở hoàn toàn, dòng chảy không bị khí hóa

+ Trường hợp cửa van mở một phần, có khả năng phát sinh ra khí hóa, tại đoạn khe gần vị trí van và tại đoạn khe sát đáy cống.

**Bảng 5: Kết quả kiểm tra khả năng phát sinh khí hóa công trình xả lũ dưới sâu**

Stt	Vùng	Kiểm tra khả năng phát sinh khí hóa				
		Mức nước thượng lưu $Z_{tl}$ (m)				
		30	37	45	50	53,07
<b>I</b>	<b>Đoạn cửa vào</b>					
<b>II</b>	<b>Buồng van</b>					
1	Cửa van mở hoàn toàn					
2	Cửa van mở một phần a (m)					
	0,20	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
	0,70	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
	1,20	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
	1,70	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
	2,20					
	2,70					
	3,20					
	3,70					
	4,00					

Ghi chú: Có KN - có khả năng phát sinh khí hóa

Như vậy, khi đóng/mở 1 phần cửa van công trình xả lũ dưới sâu trong các trường hợp mở  $a=0,20m \div a=1,70m$  (2m) đều có thể phát sinh khí hóa.

### 3.3. Kết quả tính toán khả năng xâm thực thành lòng dẫn công trình xả lũ dưới sâu

Lựa chọn độ nhám trên bề mặt đáy cống với mặt bê tông với ván khuôn bằng thép sau một số năm khai thác để tính toán:  $\Delta = 2mm$ .

**Bảng 6: Bảng kết quả kiểm tra khả năng xâm thực đoạn công trình xả lũ dưới sâu**

Stt	Độ mở cửa van a = (m)	Kiểm tra khả năng xâm thực công trình xả lũ dưới sâu					
		Mức nước thượng lưu $Z_{tl}$ (m)					
		30	33	37	45	50	53,07
1	0,20	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
2	0,70		Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
3	1,20		Có KN	Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
4	1,70			Có KN	Có KN	Có KN	Có KN
5	2,20						Có KN
6	2,70						
7	3,20						
8	3,70						
9	4,00						

Ghi chú: Có KN - có khả năng xâm thực công trình

Như vậy, khi đóng/mở 1 phần cửa van công trình xả lũ dưới sâu trong các trường hợp mở  $a=0,20m \div a=1,70m$  (2,20m) có thể phát sinh xâm thực.

#### 4. KẾT LUẬN

Qua các tính toán, có thể thấy rằng đối với các

công trình xả lũ dưới sâu với đặc điểm làm việc với áp lực lớn luôn tiềm tàng những mối nguy hại đến an toàn công trình. Để đảm bảo giảm thiểu những rủi ro đó, nhóm tác giả đề xuất ra một số giải pháp chung như sau:



- Bố trí lỗ thông khí có kích thước hợp lý, tùy từng công trình cụ thể mà tính toán yêu cầu tiếp khí cho công trình đó. Vị trí lỗ thông khí nên đặt ở đỉnh cống, gần cửa van, nên dùng ống tròn, sao cho khi mở cửa van hoàn toàn không ảnh hưởng đến dòng chảy cục bộ và phân bố áp lực.

- Một số biện pháp ngăn ngừa khí thực, xâm thực nên dùng:

+ Thiết kế hình dạng cửa vào, rãnh van, nối tiếp công trình hợp lý, theo yêu cầu kỹ thuật;

+ Không chế độ gồ ghề bề mặt công trình: dòng chảy trên bề mặt công trình có vật thể nhô ra sẽ dẫn tới khí thực phá hoại.

+ Sử dụng vật liệu chống mài mòn có cường độ cao: như bê tông mác cao, bọc tấm thép, đá nhân tạo, bê tông sợi thép, bê tông sợi thủy tinh, bê tông cao phân tử ... tùy thuộc vào yêu

cầu công trình và giá thành.

+ Sử dụng các thiết bị trộn khí trên mặt đập hay trong đường hầm xả lũ đúng kỹ thuật.

- Với các công trình thủy lợi, thường bố trí cửa van ở thượng lưu, ngay cửa vào, nên quá trình vận hành cửa sẽ làm cho chế độ thủy lực trong thân công trình có nhiều giai đoạn khác nhau: chảy không áp, bán áp, có áp cũng làm gia tăng các yếu tố bất lợi. Do vậy, việc bố trí cửa van phía hạ lưu công trình xả lũ dưới sâu cũng nên được xem xét để hạn chế các bất lợi nêu trên.

Trên đây là một số nội dung tính toán tiếp khí; kiểm tra khả năng khí hóa, khí thực, xâm thực đối với công trình công trình xả lũ dưới sâu và đề xuất một số giải pháp giảm thiểu rủi ro. Tùy vào nhiệm vụ, hình thức công trình cụ thể mà có các cách bố trí, sử dụng, thiết kế các giải pháp riêng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Nam, Nguyễn Tiên Hải và nnk (2022). Báo cáo cập nhật, điều chỉnh quy trình cửa van, quy trình vận hành hồ Tả Trạch số: 03/2022/HĐ/TL-01. Phòng Thí nghiệm trọng điểm QG về ĐLH sông biển, Hà Nội, năm 2022.
- [2] Hydraulic model study of the blowback behaviour of the bottom outlet of the Berg River Dam, South Africa - Journal of the South african inStitution of civil engineering - Vol 58 No 1, March 2016.
- [3] Ismail Aydin, Air demand behind high head gates during emergency closure - Journal of Hydraulic Research – 2010.
- [4] TCVN 9151:2012 công trình thủy lợi - Quy trình tính toán thủy lực công trình xả lũ dưới sâu.
- [5] TCVN 9158:2012 công trình thủy lợi - Công trình tháo nước, phương pháp tính toán khí thực.