

Phân tích việc bố trí, lựa chọn van khí trên đường ống cấp nước

Nguyễn Tiến Dũng¹

¹ Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị, Đại học Kiến trúc Hà Nội

TỪ KHOÁ

Van khí
Van xả khí
Mạng lưới cấp nước
Tuyến ống truyền dẫn
Mạng lưới phân phối

TÓM TẮT

an khí là thiết bị cơ học thủy khí được thiết kế để tự động xả khí trong khoảng thời gian điền nước, xả nước, của hoạt động một tuyến ống cấp nước hoặc của một hệ thống cấp nước. Sự vận hành an toàn và hiệu quả của một tuyến ống phụ thuộc vào việc loại bỏ liên tục không khí ra khỏi đường ống. Bài báo này đề cập đến việc lựa chọn các loại van khí và vị trí đặt van khí trên tuyến ống cấp nước.

KEYWORDS

Air valve
Air release valve
Water supply network
Transmission pipeline
Distribution network

ABSTRACT

An air valve is a hydro-mechanical device designed to automatically release air during filling, draining, operation of a water supply pipeline or of a water supply system. The safe and efficient operation of a pipeline depends on the continuous removal of air from the pipeline. This article refers to the selection of air valves and the location of air valves on the water supply pipeline.

1. Đặt vấn đề

Nước chứa ít nhất 2 % không khí hòa tan tính theo thể tích ở điều kiện tiêu chuẩn (14,7 psi và 60 °F) nhưng có thể chứa nhiều hơn, phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất của nước bên trong đường ống.

Sự xuất hiện túi khí có thể làm giảm dòng chảy của nước trong tuyến ống do làm giảm diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy tuyến ống và nếu túi khí này đủ lớn thì nó có thể ngăn chặn hoàn toàn dòng chảy của nước trong tuyến ống.

Trong chỉ dẫn thiết kế của “TCXDVN 33-2006 Cấp nước – Mạng lưới đường ống và công trình Tiêu chuẩn thiết kế” ở mục 8.10 và 8.11 đề cập đến việc bố trí van thu xả khí ở vị trí điểm cao gãy góc của đường ống theo trắc dọc.

Nội dung bài báo này cụ thể hóa các hướng dẫn và khuyến nghị cho việc xác định vị trí cũng như loại van xả khí bố trí trên tuyến ống cấp nước đặc biệt là các tuyến truyền dẫn, vận chuyển nước thô về trạm xử lý hoặc nước sạch vận chuyển vào mạng lưới phân phối.

2. Nội dung

2.1. Sự xuất hiện và ảnh hưởng của khí bên trong đường ống

Định luật Henry phát biểu rằng “lượng khí hòa trong một dung dịch tỷ lệ thuận với áp suất của khí đó ở phía trong dung dịch đó”. Do đó khi nước bị nén, khả năng giữ khí của nó có thể tăng lên rất lớn. Trong hệ thống phân phối nước, tình trạng không khí thoát ra khỏi nước bên trong đường ống sẽ được gom lại thành các túi khí tại những điểm có vị trí cao dọc theo tuyến ống.

Các túi khí xuất hiện sẽ làm tăng tổn thất áp lực của tuyến ống trong quá trình truyền dẫn. Tổn thất này làm giảm lưu lượng nước và tăng mức tiêu hao năng lượng cho bơm. Từ đó làm giảm hiệu suất toàn bộ hệ thống cấp nước. Ngoài ra các túi khí xuất hiện có thể gây ra hiện tượng nước va (water hammer) làm nổ tuyến ống, gây tiếng ồn và sự ăn mòn trong đường ống, đồng thời có thể là nguyên nhân gây ra sự hoạt động thất thường của các van điều khiển, đồng hồ đo và các thiết bị.

Với những ảnh hưởng to lớn này, việc loại bỏ các túi khí xuất hiện trên đường ống là điều bắt buộc để hệ thống có thể làm việc được.

2.2. Các loại van khí

- Van xả khí còn được gọi là van lỗ nhỏ, được thiết kế để tự động xả các túi khí nhỏ được tích tụ trong đường ống ra bên ngoài khi hệ thống hoạt động trong điều kiện áp suất trong đường ống vượt quá áp suất khí quyển. Cơ cấu của van xả khí điển hình được trình bày trong Hình 1. Các van xả khí đặc trưng bởi các lỗ thoát khí có kích thước nhỏ hơn đường kính đầu vào hay nhỏ hơn đường kính ống. Đường kính các lỗ khí này vào khoảng 1,6 mm đến 25 mm, trong khi đường kính đầu vào có kích thước từ 13 mm đến 150 mm.

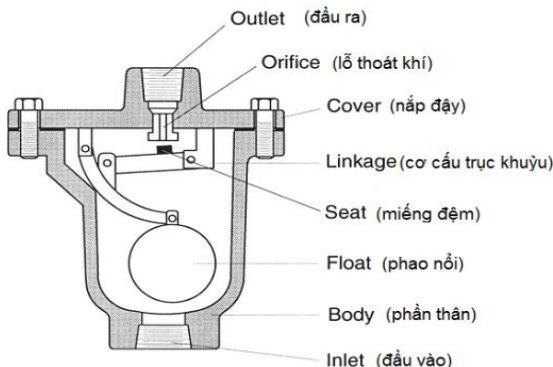
Khi hoạt động, van này thường mở và sẽ thông khí ra khỏi lỗ thoát khí. Khi nước đi vào van, phao chặn dâng lên vào đóng chặt lỗ thoát khí. Khi không khí được tích lũy trong đường ống, đi vào van, nó sẽ thay thế vị trí của nước làm cho phao hạ xuống cho phép không khí thoát ra ngoài qua lỗ

*Liên hệ tác giả: Dungnt@hau.edu.vn

Nhận ngày 21/01/2022, sửa xong ngày 15/02/2022, chấp nhận đăng 05/06/2022

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2022.296>

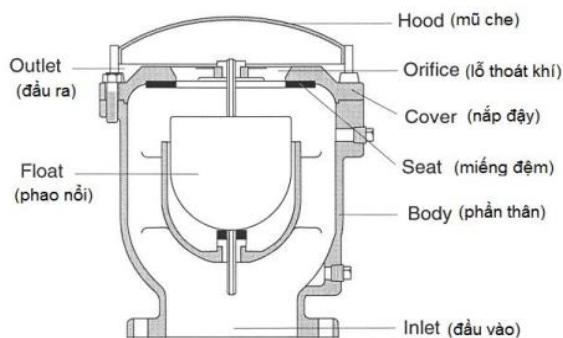
thoát khí. Van xả khí được thiết kế với khối lượng phao chính xác và cơ cấu đòn bẩy cho phép van mở tại bất kỳ áp suất nào lớn hơn áp suất làm việc lớn nhất của van.



Hình 1. Van xả khí.

- Van khí/ chân không, còn được gọi là van lỗ lớn, được thiết kế để tự động thoát ra một lượng khí lớn trong suốt thời gian ống điền nước và tự động nạp một lượng lớn không khí khi áp suất bên trong giảm thấp hơn áp suất khí quyển. Áp suất âm có thể gây ra hiện tượng bóp méo đường ống, rút nước của tuyến ống, hỏng bơm hoặc làm nổ vỡ tuyến ống. Một van khí/ chân không điển hình có cấu tạo như Hình 2 Các van khí/ chân không đặc trưng bởi các lỗ khí có đường kính khoảng 13 mm đến 500 mm bằng với đường kính danh nghĩa đầu vào của van.

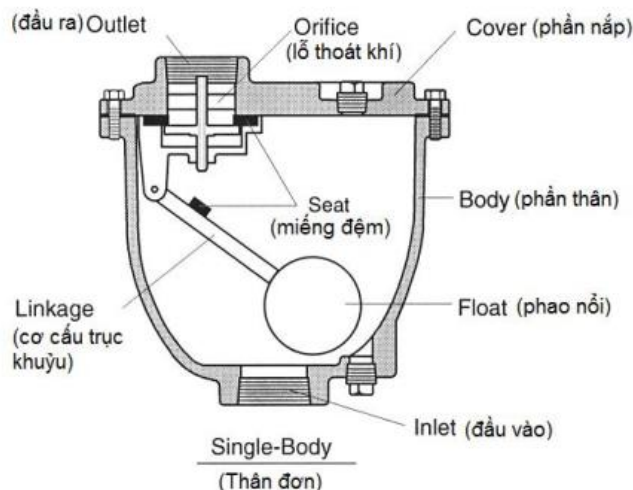
Hoạt động của van khí/ chân không tương tự như van xả khí ngoại trừ việc đường kính lỗ khí của van này sẽ lớn hơn đáng kể và sẽ không mở trong điều kiện có áp. Van khí/chân không thường mở và được thiết kế để thoát một lượng lớn không khí qua lỗ khí. Khi nước đi vào van trong thời gian cấp nước của hệ thống, phao sẽ dâng lên đóng kín lỗ khí. Van khí/ chân không một khi đã đóng sẽ không mở lại để thoát không khí ra khi tuyến ống đang làm việc trong điều kiện áp suất vượt quá áp suất khí quyển hoặc nếu nước có mặt trong đó.



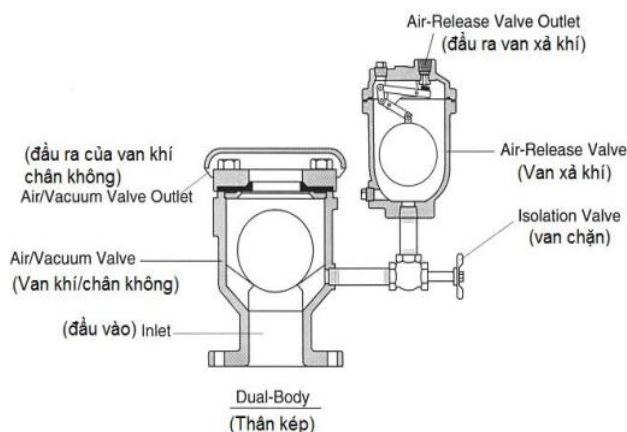
Hình 2. Van khí/ chân không.

- Van khí kết hợp được thiết kế để thực hiện đồng thời các chức năng như van khí/ chân không nhưng ngoài ra, chúng sẽ tự động xả các túi khí nhỏ ra khỏi tuyến ống trong điều kiện

làm việc áp lực như chức năng của van xả khí. Van khí kết hợp có thể có dạng thân đơn hoặc thân kép như trong Hình 3 và Hình 4.



Hình 3. Van khí kết hợp kiểu thân đơn.

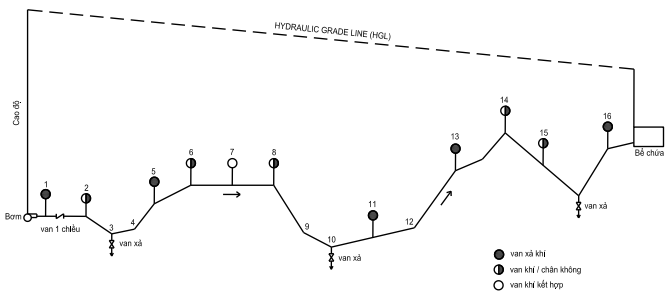


Hình 4. Van khí kết hợp kiểu thân kép.

2.3. Vị trí các van khí trên tuyến ống

Vị trí chính xác lắp đặt van xả khí, van khí/ chân không và van khí kết hợp quan trọng như kích cỡ chính xác của van. Vị trí van không chính xác có thể làm cho van hoạt động không hiệu quả.

Các van khí thường được sử dụng trên các tuyến truyền dẫn, vận chuyển nước thô về trạm xử lý hoặc nước sạch được vận chuyển vào hệ thống phân phối, hoặc các ứng dụng tương tự. Van xả khí có thể không cần thiết đối với các tuyến ống nhỏ hơn trong mạng lưới đường ống phân phối nơi mà các trụ cứu hỏa và các kết nối dịch vụ sẽ làm nhiệm vụ thông khí.



Hình 5. Mặt cắt minh họa vị trí lắp đặt van khí điển hình trên tuyến ống.

Bảng 1. Đề xuất vị trí và loại van khí trên tuyến ống.

Điểm	Mô tả	Loại van đề xuất	Điểm	Mô tả	Loại van đề xuất
1	Bơm	Khí/ chân không	9	Xuống dốc thấp	Không cần
2	Xuống dốc cao	Kết hợp	10	Điểm thấp	Không cần
3	Điểm thấp	Không cần	11	Đi lên dài	Khí/ chân không hoặc Kết hợp
4	Lên dốc cao	Không cần	12	Lên dốc cao	Không cần
5	Lên dốc thấp	Khí/ chân không hoặc Kết hợp	13	Lên dốc thấp	Khí/ chân không hoặc Kết hợp
6	Bắt đầu vào phương ngang	Kết hợp	14	Điểm cao	Kết hợp
7	Phương ngang	Xả khí hoặc Kết hợp	15	Xuống dốc dài	Xả khí hoặc Kết hợp
8	Kết thúc phương ngang	Kết hợp	16	Lên dốc thấp	Khí/ chân không hoặc Kết hợp

Các van khí nên được lắp đặt ở những vị trí sau:

- **Các điểm cao.** Các van khí kết hợp nên được lắp đặt tại những điểm cao trên tuyến ống để thông khí khi tuyến ống đang điền nước vào, trong suốt thời gian làm việc bình thường của tuyến ống và cho phép không khí đi vào, bảo vệ chân không khi ống xả nước. Điểm cao được xác định bằng gradient thủy lực và được xem là điểm trên cùng của bất kỳ đoạn ống nào dốc lên theo gradient thủy lực hoặc chạy song song với nó.
- **Xuống dốc cao.** Van khí kết hợp nên được bố trí tại những vị trí xuống dốc cao đột ngột.

- **Lên dốc thấp.** Van khí/ chân không hoặc van khí kết hợp nên được bố trí tại những vị trí lên dốc thấp.
- **Đi lên dài.** Van khí/ chân không hoặc van khí kết hợp nên được bố trí tại các khoảng cách 400m đến 800m dọc theo phần đi lên của tuyến ống.
- **Xuống dốc dài.** Van xả khí hoặc van khí kết hợp nên được xem xét tại vị trí vát đầu và kết thúc của phần tuyến ống ngang dài, các van xả khí hoặc các van khí kết hợp nên được bố trí tại các khoảng cách 400m đến 800m dọc theo phần tuyến ống nằm ngang.

3. Kết luận và kiến nghị

Như vậy sự xuất hiện và ảnh hưởng của các túi khí trên đường ống là nguyên nhân gây ra những sự cố và sự làm việc kém hiệu quả của hệ thống. Việc xác định vị trí chính xác và lựa chọn loại van khí phù hợp để loại bỏ khí trên đường ống cấp nước là một trong các yếu tố quan trọng tạo ra sự ổn định, làm việc hiệu quả cho các tuyến truyền dẫn, vận chuyển nước thô về trạm xử lý hoặc nước sạch vận chuyển vào mạng lưới phân phối. Từ đó góp phần đảm bảo hệ thống làm việc với độ tin cậy cao đặc biệt là các khu vực có địa hình phức tạp.

Theo chỉ dẫn thiết kế ở mục 8.10 và 8.11 của TCXDVN 33-2006 đề cập đến việc bố trí van thu xả khí là ở vị trí điểm cao gãy góc của đường ống theo trắc dọc. Chỉ dẫn này cần bổ sung, làm rõ và chi tiết hơn như nội dung bài báo đã trình bày ở Bảng 1.

Cùng với việc chọn vị trí, loại van khí thì việc xác định kích thước của van khí cũng chưa đề cập đến trong TCXDVN 33-2006 mà lấy theo sơ bộ là loại $d = 25\text{mm}$ và $d = 50\text{mm}$ tùy vào đường kính ống. Việc lựa chọn theo sơ bộ này dẫn đến hệ thống sẽ làm việc khi các túi khí không thể được loại bỏ hết. Bởi thế việc có một chỉ dẫn tính toán xác định kích thước van khí là cần thiết.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Ngọc Dung (2003), Cấp nước đô thị, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [2]. Lê Dung (2003), Công trình thu nước trạm bơm cấp thoát nước, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Tài (1999), Thủy Lực Đại Cương, NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Văn Tín (2001), Cấp nước tập 1, NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [5]. Trịnh Xuân Lai. 2014. Tính toán mạng lưới phân phối nước và phân tích nước va. NXB Khoa học Kỹ thuật.
- [6]. TCXDVN 33 - 2006 Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình. Tiêu chuẩn thiết kế.
- [7]. Edmunds, Robert C.1979. " Air Binding In Pipes" Journal AWWA. Mau, pp. 272-277.

- [8]. “Theory, Application, and Sizing of Air Valves”, 1997. Val-Matic Valve & Mfg.Corp.Zumdahl, Steven S.Chmistry, third edition.
- [9]. H. Reissig,R. Fischer và R. Reimann: Laboratorium sunterchungen zur unterirdischen Enteisung von Grundwassern Acta hydrochim et hydrobiol. 10 (1982). 5, 487-496.
- [10]. H.Reissig, A.Gnauck và M.Schwan: Zur Bemessung Untereirdischer Enteisungsalagen Teil 2: Kinetik der initialen Sauerstoffzhrung im Bodennaterial eines reduzierten Grundwasserleister Acta hydrochim et hydrobiol 13 (1985) 4,461– 468.
- [11]. P. Boochs, G. Barovic: Numerical model describing groundwater treatment by recharge of oxygenated water, water resources research 1981, vol 17. N1.
- [12]. American Water Work Ass.n (1976), Water Distribution operator training Handbook Copyright, pp.25-58.
- [13]. James B. (Burt) Rishel, P.E (2002), Water pumps and pumping Systems, pp.1- 8.
- [14]. Japan water works Association (1969), Design criterion of water works facilities.