

# Khảo sát đánh giá một số yếu tố ảnh hưởng đến chỉ tiêu thể tích xả sau bằng thiết bị chuyên dụng

Nguyễn Văn Minh<sup>1\*</sup>, Đào Anh Tuấn<sup>1</sup>, Nguyễn Trọng Tĩnh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Gốm sứ - Thủy tinh, Viện Vật liệu xây dựng, 235 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

## TỪ KHOÁ

Thiết bị vệ sinh  
Thể tích xả  
Thể tích xả sau

## TÓM TẮT

Các dự án xây dựng khu dân cư, thương mại và cơ sở hạ tầng ngày càng gia tăng kéo theo thị trường thiết bị vệ sinh ngày càng phát triển. Hàng loạt thiết bị vệ sinh tiên tiến được cải tiến trong sản xuất chú trọng yếu tố tiết kiệm nước khi sử dụng. Trong số các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tiết kiệm nước của bồn cầu phải kể đến tiêu chí thể tích xả sau khi xả. Việc đánh giá chỉ tiêu thể tích xả cần có thiết bị chuyên dụng để xác định chính xác thời gian mẫu thử cuối cùng thoát ra khỏi lỗ thoát nước cũng như xác định lượng nước thoát ra tiếp theo là rất quan trọng. Trên cơ sở đó, cần tiến hành nghiên cứu chuyên sâu về các yếu tố ảnh hưởng đến lượng nước xả, từ đó đưa ra kết luận, cải tiến về hiệu quả tiết kiệm tài nguyên nước cho một số thiết bị vệ sinh.

## KEYWORDS

Sanitary equipment  
Flush volume  
After flush volume

## ABSTRACT

Residential, commercial and infrastructure construction projects are increasing, leading to the growing sanitary equipment market. A series of advanced sanitary equipment has been improved in production focusing on water saving factors when used. Among the factors that affect the water saving ability of a toilet is the post-flush volume criterion. Evaluating the post-flush volume criterion requires specialized equipment to accurately determine the time the last test sample exits the drain hole as well as determine the volume of water released further, which is very important. On that basis, in-depth studies on factors affecting the post-discharge volume need to be carried out, thereby drawing conclusions and improvements on the efficiency of water resource saving for some pedestal equipment toilet.

## 1. Đặt vấn đề

Những năm gần đây, Việt Nam được thiên nhiên ưu đãi khi người dân đều có nước sạch để sử dụng, nhưng đồng thời rơi vào nhóm quốc gia thiếu nước sạch trầm trọng. Theo Hội Tài Nguyên Nước Quốc Tế, lượng nước sử dụng bình quân đầu người thấp hơn chỉ tiêu trung bình 4.000 m<sup>3</sup>/năm/người. Theo Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, đến năm 2025, lượng nước bình quân đầu người Việt Nam chỉ còn đạt hơn 50% con số này.

Mặt khác, những dự án xây dựng khu dân cư, thương mại và cơ sở hạ tầng ngày càng tăng đồng thời thúc đẩy các ứng dụng thương mại và dân cư trên toàn khu vực kéo theo thị trường thiết bị vệ sinh ngày càng phát triển. Hàng loạt các thiết bị vệ sinh đã được cải tiến tập trung vào khả năng tiết kiệm nước khi sử dụng.

Nhà vệ sinh được trang bị nhiều loại thiết bị vệ sinh để xả chất thải với lượng nước thấp, trên thị trường có một số loại bệ xí có thể tích xả khoảng 4L. Tuy nhiên, ngoài những yêu cầu về tiết kiệm nước còn những yêu cầu khác như kích thước nhỏ gọn và độ ồn khi xả nước thấp. Bệ xí không kết xả có lợi thế về kích thước nhưng độ ồn lớn khi xả lớn hơn so với bệ xí có kết xả. Ngược lại, bệ xí kết xả có thể được lắp đặt mọi nơi bất kể mức áp lực nước nhưng kích thước lớn.

Tại Nhật Bản [1], công nghệ bệ xí tiết kiệm nước phát triển nhanh chóng, khoảng 20 năm trước, thể tích xả của bệ xí phổ biến là 13L, đến năm 2011, bệ xí 4L ra đời. Hiện nay, trên thị trường xuất hiện loại bệ xí có thể tích xả dưới 4L. Công nghệ kiểm soát thể tích xả của hãng Toto đạt đến mức 4,8L từ năm 2009, đến nay đã đạt đến mức 3,8 lít.

Phân bố thể tích xả của bệ xí trên thế giới như sau, phần lớn thể tích xả của bệ xí là 6L. Tại Hồng Kông thể tích xả là 7,5L, Trung Quốc đại lục (không tính khu vực thành phố) là 9L. Một số vùng của nước Mỹ có mức thể tích xả đạt 4,8L. Như vậy có thể thấy, mức thể tích xả của bệ xí trên thế giới là 6L, hãng TOTO đã đạt đến mức 4,8L, cao cấp hơn đã giảm đến mức 3,8L.

Khi công nghệ tiết kiệm nước ngày càng phát triển, sẽ xuất hiện những lo ngại về hiệu suất xả, khả năng vận chuyển nước thải và khả năng tẩy rửa của bệ xí. Bệ xí không kết xả có kích thước nhỏ hơn được lựa chọn nhiều hơn so với bệ xí thông thường có kết xả. Do vậy, nhu cầu khách hàng về loại bệ xí không kết xả có hiệu suất xả cao hơn, độ yên tĩnh và linh hoạt khi lắp đặt ở nơi có áp lực nước thấp. Vì vậy, công nghệ mới được phát triển để đáp ứng những yêu cầu này.

Theo TCVN 12649:2021 "Bệ xí bệt và bộ bệ xí bệt có bể nước thích hợp" định nghĩa thì thể tích xả sau (after – flush volume) là thể tích nước xả còn thoát ra tiếp sau khi mẫu thử cuối cùng thoát ra khỏi

\*Liên hệ tác giả: nvminhvbm@gmail.com

Nhận ngày 24/04/2024, sửa xong ngày 26/09/2024, chấp nhận đăng ngày 30/09/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.05.2024.680>

lỗ thoát của bệ xí. Việc đánh giá chỉ tiêu thể tích xả sau cần thiết bị chuyên dụng để xác định chính xác thời điểm mẫu thử cuối cùng thoát ra khỏi lỗ xả cũng như xác định thể tích nước thoát ra tiếp là rất quan trọng. Trên cơ sở đó, những nghiên cứu chuyên sâu các yếu tố ảnh hưởng đến thể tích xả sau cần được thực hiện, từ đó đưa ra những kết luận và cải tiến về hiệu quả tiết kiệm tài nguyên nước đối với một số thiết bị sử dụng vệ sinh.

## 2. Cơ sở khoa học

Bệ xí (*WC pan*) là thiết bị có dạng lòng chảo dùng để nhận, xả chất thải rắn và lỏng của con người có các dạng bệ xí có chân đỡ, bệ xí treo tường, bệ xí áp tường, bệ xí rửa ngang, bệ xí rửa dọc, bệ xí xi phong, bệ xí kết rời, bệ xí kết liền. Bệ xí và bộ xí được phân loại như sau:

Kiểu 1: Bệ xí và bộ xí được thiết kế để sử dụng và thử nghiệm bằng cách sử dụng thể tích nước xả hoàn toàn danh nghĩa của một trong 4L, 5L, 6L, 7L, hoặc 9L và trong trường hợp xả giảm không được nhỏ hơn theo Bảng 1 và Bảng 2.

Kiểu 2: Bộ xí được thiết kế sử dụng với một van xả áp lực hoặc một kết xả kết hợp với thiết bị xả khác và được thử nghiệm như mô tả trong Điều 6, sử dụng thể tích xả lớn nhất 6L hoặc kết hợp xả đôi lớn nhất 6L và xả giảm không lớn hơn hai phần ba thể tích xả lớn nhất.

Dòng xả của bệ xí phun tia xi phong liên quan đến vấn đề dòng chảy bề mặt tự do có hình dạng, vị trí thay đổi phức tạp và liên tục. Những nhà nghiên cứu trong lĩnh vực này đã sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn (FVM) để phân tích ba phương trình điều khiển trong không gian và thời gian. Mô hình nhiễu loạn khả thi được lựa chọn là mô hình độ nhớt để nghiên cứu dòng chảy chất lỏng với thành có độ uốn cong lớn. [5].

Áp dụng phương trình cân bằng năng lượng của năng lượng tạo ra khi xả nước và năng lượng cần thiết nhấn chìm chất thải bán rắn :

$$\frac{m_{fw}}{m_s} = (1 - \frac{\rho_f}{\rho_s})(z_2 - z_1)/(z_0 - z_1) \quad (1)$$

$m_{fw}$  là khối lượng nước xả.

$m_s$  là khối lượng chất thải bán rắn chìm trong nước.

$\rho_f$  là mật độ của chất lỏng trong lòng bệ xí.

$\rho_s$  là mật độ của vật thể chất thải bán rắn.

$Z_0 - Z_1$  khoảng cách từ đáy kết xả đến mực nước trong lòng bệ xí

$Z_2 - Z_1$  khoảng cách cần nhấn chìm chất thải rắn ngập trong nước

Như vậy, khối lượng tương đối của nước xả cần thiết phụ thuộc nhiều vào thể năng của nước xả và mật độ tương đối của nước đen và nước thải bán rắn. Khi kết xả hoặc nguồn nước xả được nâng cao hơn mực nước trong lòng bệ xí 10 cm thì giá trị tương đối khối lượng nước xả tương đương với  $\rho_f/\rho_s$  đối với chất thải bán rắn nhẹ trong khi đó, lượng nước xả gấp 10 lần đối với chất thải bán rắn đặc khi  $\rho_f/\rho_s$  thay đổi từ 1,5 đến 2. Do đó, chất thải bán rắn đậm đặc cần nhiều năng lượng hòa tan hơn vì chúng có xu hướng di chuyển nổi lên trên chống lại trọng lực trong lòng bệ xí dài hơn.

Theo công thức 1, năng lượng cần thiết để nhấn chìm vật thể bán rắn vào trong chất lỏng và đẩy thoát khỏi bể nước vào đường dẫn

thoát phụ thuộc vào khối lượng nước  $m_{fw}$  và khoảng cách  $Z_0 - Z_1$ . Khi khối lượng  $m_{fw}$  lớn 7L, 9L và  $Z_0$  cố định cũng tạo ra được một năng lượng đủ để xả thoát các chất thải trong lòng bệ xí cũng như đẩy chất thải đi xa một khoảng cách đủ dài trên đường ống thoát sau khi chất thải rắn thoát khỏi bể nước của bệ xí. Bên cạnh đó, cùng một năng lượng để xả thoát chất thải rắn có thể giảm lượng nước sử dụng nhưng tăng khoảng cách ( $Z_0 - Z_1$ ) (khoảng cách giữa đáy kết xả so với mực nước  $Z_1$ )

Như phân tích ở trên, năng lượng của lượng nước xả tồn tại dưới dạng thể năng  $Z_1 - Z_0$  tại kết xả phải thực hiện các hai nhiệm vụ:

- Lượng nước đẩy chất thải thoát khỏi lòng bệ xí và bể nước.
- Đẩy lượng chất thải sau khi thoát khỏi toàn bộ bệ xí di chuyển

trong hệ thống đường thoát của tòa nhà.

Dưới dạng thể tích nước cụ thể như sau

- Lượng nước làm sạch lòng bệ xí  $V_{lb}$
- Lượng nước đẩy chất thải thoát khỏi lòng bệ xí và bể nước ký hiệu  $V_x$ .

- Lượng nước đẩy chất thải sau khi thoát khỏi toàn bộ bệ xí di chuyển trong hệ thống đường thoát của công trình ký hiệu  $V_{xs}$ .

- Lượng nước làm đầy bể nước đạt tới mức  $Z_1$  ký hiệu  $V_f$ .

- Thể tích xả danh nghĩa ký hiệu  $V$

$$V = V_{lb} + V_x + V_{xs} + V_f$$

Như vậy, yếu tố ảnh hưởng đến thể tích xả sau của những bệ xí có thể tích xả danh nghĩa 5L, 6L phụ thuộc vào độ cao  $Z_1 - Z_0$  (chiều cao đáy kết xả so với mực nước cân bằng tại bể nước) khi bệ xí sử dụng kết xả. Đối với những bệ xí sử dụng bơm điện tử phụ thuộc áp lực của dòng nước sinh ra khi đó tạo ra công hoặc năng lượng đủ để nhấn chất thải vào trong lòng bệ xí và di chuyển chúng qua hệ thống bể nước.

## 3. Mẫu thí nghiệm

Mẫu thí nghiệm gồm 5 mẫu ký hiệu lần lượt M1, M2, M3, M4 và M5. Trong đó, mẫu M4 được nhập khẩu, có hệ thống xả nước bằng bơm áp lực. Các mẫu M1, M2, M3, M5 được sản xuất trong nước, hệ thống xả bằng kết.

## 4. Phương pháp thử

Tiêu chuẩn TCVN 12649:2020 được sử dụng để xác định thể tích xả sau và độ bền tải trọng của bệ xí. Khi thí nghiệm theo 5.7.2.7, thể tích xả sau phù hợp là 2,5 L hoặc 2,8 L.

## 5. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm tính năng xả của bệ xí, độ bền tải trọng và độ bền của nắp nhựa bệ xí tại phòng thí nghiệm VILAS 003.



Hình 1. Thiết bị xác định thể tích xả, thể tích xả sau.

**6. Kết quả thí nghiệm thể tích xả**

**Bảng 1.** Thí nghiệm thể tích xả danh nghĩa.

STT	Nhãn hiệu mẫu	Thể tích xả danh nghĩa (lít)	Khoảng cách từ đáy kết xả đến bề mặt nước trong lòng bệ (mm)
1	M1	7	210
2	M2	6	185
3	M3	9	200
4	M4	4	
5	M5	6	190

Nhận xét:

- Mẫu M4 sử dụng thiết bị bơm tạo ra áp lực 0,15 MPa đến 0,75MPa nên không cần phải xác định khoảng cách từ đáy kết xả đến bề mặt nước trong lòng bệ xí. Bên cạnh đó thể tích xả danh nghĩa 4L nên không phải xác định thể tích xả sau. Do sử dụng thiết bị bơm tạo áp lực nên ồn hơn so các loại bệ xí có kết khi xả cũng như bắn nước ra ngoài.

- Mẫu M1 và M3 đều có thể tích xả danh nghĩa lớn là 7L và 9L nên cũng không phải xác định thể tích xả sau. Nhìn trên mối quan hệ giữa khối lượng nước và khoảng cách ( $Z_1 - Z_0$ ) có thể thấy năng lượng của khối nước khi xả của hai loại bệ xí khá lớn, hoàn toàn có thể đẩy các chất thải trong lòng bệ thoát khỏi hoàn toàn thiết bị cũng như đẩy đi xa trong đường ống thoát.

- Như vậy còn hai mẫu M2 và M5 thực hiện thí nghiệm thể tích xả sau

**7. Kết quả thí nghiệm thể tích xả sau**

Kết quả thí nghiệm thể tích xả sau mẫu M2 và M5 được đưa ra trong Bảng 2, Bảng 3.

**Bảng 2.** Thí nghiệm thể tích xả sau mẫu M2.

Lần thí	Nhãn hiệu mẫu	Thể tích xả sau (L)	Mức độ thoát 6 vật mẫu
1	M2	2,64	Thoát hết
2		2,72	Thoát hết
3		2,66	Thoát hết
4		2,74	Thoát hết
5		2,77	Thoát hết
6		2,65	Thoát hết
7		2,59	Thoát hết
8		2,67	Thoát hết
9		2,75	Thoát hết
10		2,58	Thoát hết
TB		2,67	

**Bảng 3.** Thí nghiệm thể tích xả sau mẫu M5.

Lần thử	Nhãn hiệu mẫu	Thể tích xả sau (L)	Mức độ thoát 6 vật mẫu
1	M2	2,66	Thoát hết
2		2,65	Thoát hết
3		2,70	Thoát hết
4		2,72	Thoát hết
5		2,71	Thoát hết
6		2,75	Thoát hết
7		2,69	Thoát hết
8		2,77	Thoát hết
9		2,62	Thoát hết
10		2,68	Thoát hết
TB		2,69	



Hình 2. Thí nghiệm thể tích xả, thể tích xả sau.

Nhận xét:

- Thể tích xả sau của các mẫu thí nghiệm đạt 2,67L và 2,69L. Hai mẫu thí nghiệm đều có thể tích xả danh nghĩa 6L.

- Mức độ chênh lệch thể tích xả sau giữa hai mẫu là 0,02L. Kết quả chênh lệch này cũng chưa làm rõ mức độ ảnh hưởng của khoảng cách từ đáy kết xả đến bề mặt nước trong lòng bệ xí.

## 8. Kết luận

- Nghiên cứu đã khảo sát và làm rõ một số yếu tố ảnh hưởng đến thể tích xả danh nghĩa, thể tích xả sau của bệ xí dưới góc độ cơ học chất lỏng và bảo toàn năng lượng, đồng thời tham khảo tài liệu nghiên cứu về vấn đề này. Cụ thể, thể tích xả danh nghĩa, thể tích xả sau phụ thuộc vào khối lượng nước xả, chiều cao của đáy kết xả so với mực nước cân bằng trong lòng bệ xí (đối với bệ xí xả trọng lực) hoặc áp lực của nước đưa vào lòng bệ xí (xả có kết riêng hoặc bơm điện), cấu tạo bể nước, đường kính bể nước và độ nhám thành ống.

- Trên giả thiết cố định các thông số như cùng cấu tạo bể nước, đường kính siphon, độ nhám lòng bệ xí ...., thể tích xả danh

nghĩa bệ xí và thể tích xả sau phụ thuộc vào chiều cao đáy kết xả đến bề mặt nước trong lòng bệ xí (bệ xí sử dụng kết xả) hoặc áp lực của bơm xả (khi sử dụng thiết bị xả điện tử).

## Tài liệu tham khảo

- [1]. Kojiro Watari, M. O. (2013). A study of 4 liter toilet with new flushing technology. *CIBW062 Symposium 2013*.
- [2]. Lopes, A. G., & Vítor Costa. (2018). Using CFD in the Design Process of a Toilet Bowl. *Proceedings of the 5th International Conference of Fluid Flow, Heat and Mass Transfer (FFHMT'18)*, 107.
- [3]. T. Seelig, C. H. (n.d.). Flushing qualities of selected toilet bowls .
- [4]. Yang, S., Yicheng Zhang, Hassan Hemida, Yu Wang, & Dejian Ren. (2020). Flow Field Simulation Analysis of Train Siphon Toilet with Variable Pipe Diameter Based on the Investigation of Siphon Performance. *Journal of Physics: Conference Series*, 1626 (2020) 012099.
- [5]. Zaied, R. A. (2018). Development of water saving toilet-flushing mechanisms. *Applied Water Science*, 1-10.