

# TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ BỂ LỌC CÁT LIÊN TỤC CALCULATING THE PARAMETERS OF THE CONTINUOUS SAND FILTER TANK

Phạm Văn Vương

Viện Khoa học công nghệ xây dựng

Email: [vuongpv.ibst@gmail.com](mailto:vuongpv.ibst@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.59382/pro.intl.con-ibst.2023.ses2-17>

**TÓM TẮT:** Trên thế giới đã sử dụng rộng rãi bể lọc liên tục. Đối với quá trình xử lý nước cấp, “Bể lọc cát tuần hoàn liên tục” là một công nghệ tiên tiến, công nghệ mới, đã được áp dụng tại thành phố Hồ Chí Minh, Khánh Hòa, Phú Yên,... Tại Quảng Nam đã thí nghiệm có kết quả của quá trình nghiên cứu cũng đã cho ra một sản phẩm bể lọc cát tuần hoàn liên tục với công suất 500 m<sup>3</sup>/ngày đêm và đã được Công ty ứng dụng thí nghiệm tại NMN Tam Hiệp, huyện Núi Thành, tỉnh Quảng Nam năm 2011. Tuy vậy, một số thông số như công thức tính diện tích bể lọc liên tục chưa được nghiên cứu, nên trong bài này có đề cập đến tính toán các thông số bể lọc liên tục.

**TỪ KHOẢ:** Bể lọc liên tục, diện tích bể lọc, rửa lọc, kích thước bể lọc, vận tốc lọc, van.

**SUMMARY:** The world has widely used continuous filter tanks. For processing water supply, "Continuous circulating sand filter tank" is an advanced technology, technology new technology, has been applied in Ho Chi Minh City, Khanh Hoa, Phu Yen... In Quang Nam, an experiment was conducted with the results of the research process also launched a product of continuous circulating sand filter tank with a capacity of 500m<sup>3</sup>/day and has been tested by the Company at Tam Hiep Thermal Power Plant, Nui Thanh district, Quang Nam province in 2011. However, some parameters such as The formula for calculating the area of the continuous filter tank has not been studied, so in the article This article deals with the calculation of continuous filter tank parameters.

**KEYWORD:** Continuous filter tank, filter area, filter wash, filter size, filter speed, valve.

## 1. MỞ ĐẦU

DynaSand được giới thiệu vào năm 1980. Phương thức hoạt động không bị gián đoạn của nó, làm cho DynaSand trở nên đơn giản và đáng tin cậy, nhanh chóng được chấp nhận. Khái niệm ban đầu vẫn được giữ nguyên mặc dù sự phát triển kỹ thuật đã cải thiện thiết kế. DynaSand đại diện cho công nghệ lọc liên tục.

Đến năm 2004, khoảng 18.000 bể lọc đã được lắp đặt tại 50 quốc gia trên thế giới, trong đó 1000 bể được lắp đặt ở Thụy Điển [5]. Bể lọc lớn nhất được lắp đặt tại Ả Rập Xê út. Các công nghệ lọc cát tuần hoàn liên tục (Continuous Backwash sand filter, continuous operated upflow filter,...) đang có xu hướng được sử dụng ngày càng nhiều. Nhất là tại các nước như Thụy Điển, Đức, Canada, Ả rập Xê út,...

DynaSand cung cấp một giải pháp hiệu quả về chi phí dựa trên sản phẩm thông minh, độc đáo. DynaSand được áp dụng trong: Xử lý nước uống; Cấp nước quy trình công nghiệp; Quy trình cấp

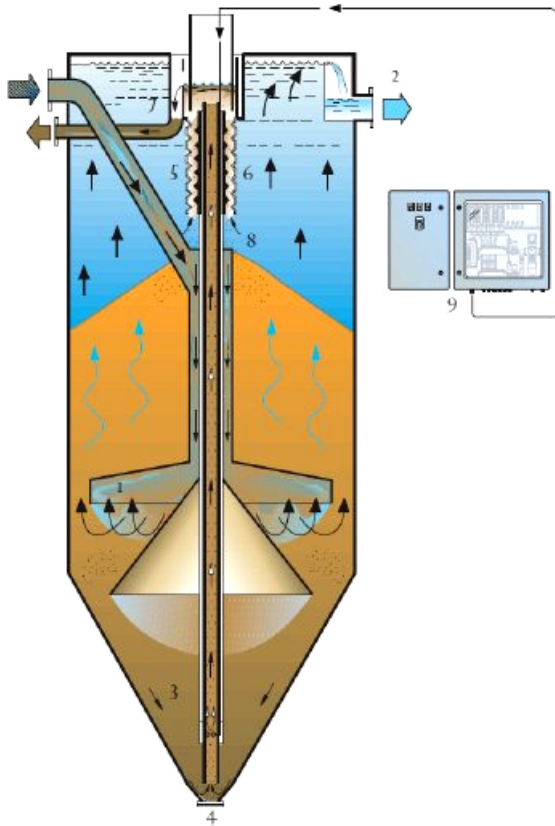
nước tuần hoàn; Xử lý nước thải trước khi xả ra nguồn nước; Tái sử dụng nước thải.

DynaSand đơn giản hóa hệ thống: Không cần bơm rửa ngược; Không có bể chứa nước rửa lọc; Không có bể thu gom nước rửa; Không có van tự động; Không có máy thổi khí; Không bị tắc vòi phun đáy bộ lọc.

## 2. HOẠT ĐỘNG CỦA BỂ LỌC LỌC LIÊN TỤC

Bể lọc liên tục còn có tên là DynaSand dựa trên nguyên tắc dòng chảy ngược. Nước cần xử lý được tiếp nhận qua bộ phân phối đầu vào (1) ở phần dưới của thiết bị và được làm sạch khi nó chảy lên trên qua lớp cát, trước khi xả qua lọc đầu ra (2) ở trên cùng. Cát có chứa chất bẩn bị cuốn vào được chuyển từ phần dưới cùng của thiết bị (3), nhờ một máy bơm không khí (4), đến thiết bị rửa cát (5) ở trên cùng. Quá trình làm sạch cát bắt đầu trong chính máy bơm, trong đó các tạp chất được tách ra khỏi các hạt cát bằng hoạt động trộn

hỗn loạn. Cát bị ô nhiễm bẩn tràn từ đầu ra của máy bơm vào mê cung thiết bị giặt (6), trong đó nó được rửa sạch bằng một dòng nước sạch ngược dòng nhỏ.



**Hình 1. Sơ đồ hoạt động của bể lọc liên tục [2], [3]**

Các chất bẩn tách ra được thải qua cửa xả nước rửa (7), trong khi các hạt cát sạch (nặng hơn) được trả lại cho nền cát (8). Kết quả là, giòng chuyển động chậm, liên tục đi xuống qua thiết bị. Khí nén cho máy bơm cát được cung cấp thông qua bảng điều khiển (9) (xem Hình 1).

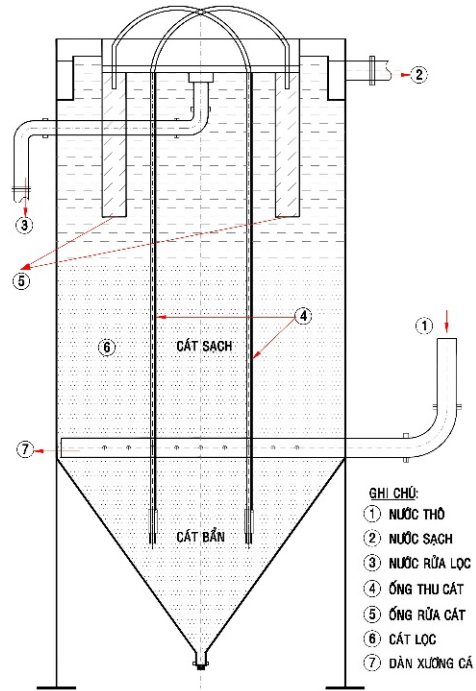
Do đó, quá trình lọc nước và rửa cát diễn ra liên tục, cho phép bộ lọc duy trì hoạt động mà không bị gián đoạn.

### 3. THỰC NGHIỆM CẢI TIẾN BỂ LỌC LIÊN TỤC

Công ty cổ phần cấp thoát nước Quảng Nam (sau đây gọi tắt là Công ty CTN Quảng Nam) đã xây dựng Cụm thực nghiệm lắp đặt thực nghiệm ba đơn nguyên bể lọc cát tuần hoàn liên tục, trong đó một đơn nguyên có công suất 5.000 m<sup>3</sup>/ngày.đêm, tại Nhà máy nước Tam Xuân.

Bể lọc thực nghiệm của đề tài với hệ thống các ống công nghệ độc lập, có 4 ống thu cát và rửa cát. Cát rửa được nhìn thấy qua ống quan sát (xem Hình 2).

Trên cơ sở quan sát thực tế các yếu tố kỹ thuật từ bể lọc nước bằng vật liệu cát tuần hoàn liên tục hiện đang sử dụng tại một số nhà máy nước ở Việt Nam và đặc biệt là tập trung nghiên cứu, khảo sát, giải mã các chi tiết kỹ thuật từ bể lọc nước nhân hiệu DynaSand của hãng Nordic Water Thụy Điển, nhóm nghiên cứu đề tài [4] đã áp dụng cơ bản các nguyên lý hoạt động chung của bể lọc nước bằng vật liệu cát tuần hoàn liên tục và lựa chọn những giải pháp cải tiến khả thi để tự làm chủ được công nghệ, cụ thể:



**Hình 2. Sơ đồ bố trí ống công nghệ giữa Bể lọc thực nghiệm của đề tài [4]**

a) Các giải pháp cải tiến đã được thực nghiệm:

Cải tiến giải pháp công nghệ lồng ghép 3 chức năng: Thu cát, rửa cát và phân phối nước vào trong một bể gọi là lõi lọc bằng giải pháp công nghệ thực hiện ba chức năng thu cát; rửa cát và phân phối nước hoàn toàn độc lập.

Chức năng thu cát và rửa cát được thực hiện bằng nhiều cặp ống theo nguyên lý hoạt động đồng thời nhưng không chi phối lẫn nhau.

b) Cải tiến 1 cặp ống thu cát và rửa cát thành hai cặp ống thu cát và rửa cát đối với bể lọc có công suất 500 m<sup>3</sup>/ngày, thành bố cặp ống thu cát và rửa cát đối với bể lọc có công suất 5.000 m<sup>3</sup>/ngày.

### 4. TÍNH TOÁN BỂ LỌC DYNASAND

Diện tích các bể lọc của trạm xử lý được xác định theo công thức chung [1], công thức (3.1):

$$F = \frac{Q}{TV_{tb} - 3,6aWt_1 - at_2V_{tb}} \quad (1)$$

Trong đó:

**F** - Diện tích các bể lọc của trạm xử lý, tính bằng mét vuông, (m<sup>2</sup>).

**Q** - Công suất hữu ích của trạm, (m<sup>3</sup>/ngày).

**T** - Thời gian làm việc của trạm trong một ngày đêm, (h).

**V<sub>tb</sub>** - Tốc độ lọc tính toán ở chế độ làm việc bình thường lấy theo bảng 21 và có tính đến vận tốc lọc tăng cường tính theo công thức (29), tính bằng m/s [1].

**a** - Số lần rửa mỗi một bể lọc trong 1 ngày đêm ở chế độ làm việc bình thường (xem 8.11.7)

**Wt<sub>1</sub>** - Cường độ nước rửa (tính bằng lít trên giây, mét vuông: L/s.m<sup>2</sup>) (xem bảng 23 và 8.13.15).

**t<sub>1</sub>** - Thời gian rửa (tính bằng giờ: h) (xem bảng 23).

**t<sub>2</sub>** - Thời gian ngừng bể lọc để rửa (xem 8.13.2).

Để tính diện tích các bể lọc liên tục DynaSand, sử dụng công thức (1), với điều kiện tính toán là bể lọc liên tục, nên: **t<sub>2</sub> = 0**;

**q<sub>r</sub>** - Lưu lượng nước rửa lọc; theo các thí nghiệm của hãng Nordic Water (Thụy Điển) và Công ty CTN Quảng Nam: **q = 0,5 – 10% Q**; ta đặt hệ số này là **α**.

**ω** - Diện tích mặt cắt ống xả cặn của bể lọc.

**t<sub>1</sub>** - Thời gian chu kỳ rửa lọc 36 phút (0,6 h) (theo Công ty CTN Quảng Nam).

**V<sub>ây</sub>**, diện tích các bể lọc liên tục DynaSand là:

$$F = \frac{Q}{TV_{tb} - 3,6at_1\alpha Q / \omega} \quad (2)$$

Các thông số kỹ thuật (xem hình 3). Diện tích các bể lọc liên tục DynaSand cũng được tính theo công thức (2).

Do đó, công suất bể lọc:

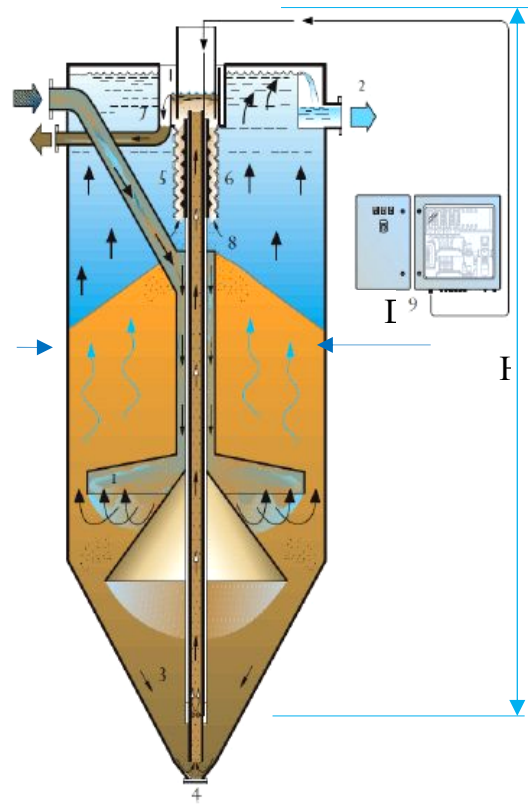
$$Q_{cs} = Q_{hi} + q_{rl} \quad (3)$$

Trong đó:

**Q<sub>hi</sub>** - Công suất nước sạch hữu ích;

**q<sub>rl</sub>** - Lưu lượng nước rửa lọc.

**h** - Chênh lệch mực nước giữa mực nước sau lọc tràn sang bể chứa nước sạch và mực nước tại ngăn xả nước rửa trung tâm (theo mô hình Công ty CTN Quảng Nam thiết kế).



**Hình 3. Đặt ký hiệu kích thước cho bể lọc để tính toán**

- Các thông số kỹ thuật thiết kế bể lọc [4] (xem Bảng số 2, Bảng số 3).

**Bảng số 2. Các thông số kỹ thuật của cụm bể lọc cát tuần hoàn liên tục công suất 5.000 m<sup>3</sup>/ngày [4]**

Stt	Thông số chung	Đơn vị	Số lượng
1	Lưu lượng cụm lọc	m <sup>3</sup> /ngày	5.000
2	Bể phản ứng	bể	1
2.1	Đường kính bể D	m	4,2
2.2	Chiều cao bể H	m	6,5
3	Bể lọc		
3.1	Số lượng	Bể	04
3.2	Lưu lượng làm việc bình thường 1 bể	m <sup>3</sup> /h	52,1
3.3	Lưu lượng làm việc tăng cường 1 bể	m <sup>3</sup> /h	69,4
3.4	Đường kính bể	m	3,2
3.5	Chiều cao bể	m	6

Stt	Thông số chung	Đơn vị	Số lượng
4	Cát lọc		
4.1	Kích cỡ cát	mm	0,75-1,2
4.2	Chiều dày cát lọc	m	1,5-1,8
5	Ống thu cát		
5.1	Số lượng	ống	04
5.2	Đường kính ống thu cát	mm	34
6	Ống cấp khí		
6.1	Số lượng ống cấp khí	ống	4
6.2	Đường kính ống cấp khí	mm	10
6.3	Áp lực khí	Kg/cm <sup>2</sup>	2-2,5
7	Ống rửa cát		
7.1	Số lượng ống rửa	ống	4
7.2	Đường kính ống rửa cát	mm	150
7.3	Lưu lượng nước rửa bình thường bể	m <sup>3</sup> /h	4,2-5,6
8	Tiêu hao điện (máy nén khí)	Kwh/m <sup>3</sup>	0,03

**Bảng 3. Thông số thiết kế đối với bể hình trụ**

Diện tích (m <sup>2</sup> )	Đường kính (m)	Chiều cao (lớp lọc 1m) (m)	Chiều cao (lớp lọc 2m) (m)	Công suất (l/s)	Tổn thất (m)	Khí thổi (m <sup>3</sup> /h)
0,6	0,9	3,0	4,0	0,6 - 2,2	0,5 - 0,6	1,7 - 3,4
1,1	1,2	3,5	4,5	0,9 - 4,0	0,15 - 0,6	1,7 - 3,4
1,8	1,5	3,5	4,5	1,9 - 6,0	0,15 - 0,6	1,7 - 3,4
2,5	1,0	4,0	5,0	2,6 - 8,8	0,15 - 0,6	3,4 - 5,0
3,5	2,1	4,0	5,0	3,8 - 12,0	0,15 - 0,6	3,4 - 5,0
4,5	2,4	4,5	5,5	4,7 - 16,0	0,15 - 0,6	3,4 - 5,0
5,7	2,7	4,5	5,5	6,3 - 20,0	0,15 - 0,6	3,4 - 5,0

## 5. KẾT LUẬN

Bể lọc cát liên tục đã và đang được ứng dụng rộng trên thế giới và gần đây công nghệ bể lọc cát liên tục đã được áp dụng tại một số nhà máy nước tại Việt Nam. Các tính toán và các kết quả nghiên cứu này là một cơ sở khoa học giúp các nhà đầu tư lựa chọn những giải pháp cải tiến, phù hợp với nguồn lực đầu tư, có tính khả thi cao và tự làm chủ được công nghệ này.

Quá trình thực nghiệm đã đưa ra các thông số kỹ thuật của cụm bể lọc cát tuần hoàn liên tục, đề xuất các công thức tính diện tích bể lọc liên tục. Kết quả nghiên cứu này là một cơ sở khoa học giúp ích cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm nâng cao và cải tiến công nghệ.

Kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng vào tính toán, thiết kế cho các dự án đầu tư xây dựng nhà máy nước tại Việt Nam. Tuy nhiên, để vận dụng kết quả nghiên cứu này đạt hiệu quả tốt nhất, khi

đơn vị tư vấn tính toán thiết kế cần xem xét, phân tích kỹ các điều kiện biên có tác động và ảnh hưởng tới dự án.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tiêu chuẩn TCVN 13606:2023 về Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình - Yêu cầu thiết kế.
- [2] Thiết bị lọc liên tục DYNASAND - Nordic Water Products AB - Thụy Điển.
- [3] Thiết bị lọc tự rửa, lọc không van - Công ty Cổ phần WesternTech Việt Nam.
- [4] Ngô Đức Trung. Nghiên cứu làm chủ, cải tiến và ứng dụng công nghệ Bể lọc cát tuần hoàn liên tục trong xử lý nước cấp cho sinh hoạt. NATIF.TT.08.ĐT/2017.
- [5] Saleh Faraj Magram and Mahmoud Mohamed Abdel Azeem, 2008. Evaluation of the Performance of Dynamic Sand Filtration Under Real Working Conditions. Research Journal of Environmental Sciences, 2. P. 52-57.