

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ ỐNG LỌC NƯỚC ĐẶT TRÊN TRẠM BƠM THUYỀN ĐỂ CẤP NƯỚC CHO NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

Nguyễn Quốc Dũng, Phan Đình Tuấn, Lê Anh Đức, Nguyễn Quang Thanh
Viện Thủy Công

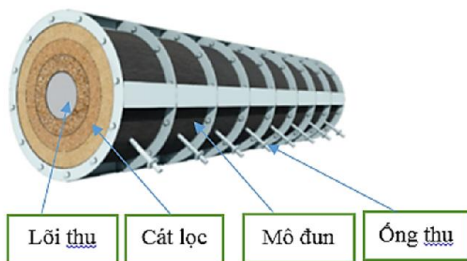
Tóm tắt: Mô hình lõi lọc đặt trên trạm bơm thuyền đã được giới thiệu trong bài báo “Giải pháp lọc nước đặt trên trạm bơm thuyền để cấp nước phục vụ nuôi trồng thủy sản” đăng trên Tạp chí Tài nguyên nước số tháng 1/2018. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, thí nghiệm xác định số lượng lớp lọc, đường kính cấp phối lọc trong từng lớp nhằm đảm bảo chất lượng nước đầu ra phục vụ nuôi trồng thủy sản. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở để chế tạo các mô đun lọc độc lập, từ đó lắp ghép nhiều mô đun để cấp lưu lượng yêu cầu.

Từ khóa: Cấp nước cho nuôi trồng thủy sản, lọc nước, trạm bơm thuyền, cấp mặn chất lượng cao...

Abstract: A filter model placed on a moveable floating deck was addressed in the paper entitled 'Moveable floating deck based filter solution supplying water for aquaculture production' on Journal of Water Resources, issue 1/2018. This paper presents experimental results on the determination of the size of the aggregates and number of the filter layers in order to ensure the quality of the output water for aquaculture farming. The experimental results are also a basis for formulating filter modules that are able to be combined supplying for specific requirements of discharge.

Keywords: water supply for aquaculture, water filter, moveable floating deck, clean salt water resources

1. ĐẶT VẤN ĐỀ



Hình 1: Ống lọc nước đặt trên phao nổi [1]

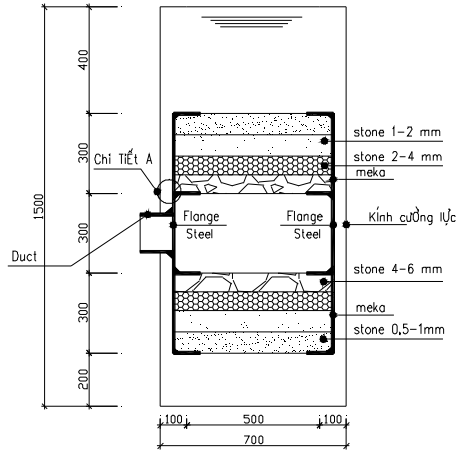
Trong các kết quả nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu giải pháp cấp nước phục vụ nuôi trồng thủy sản vùng bán đảo Cà Mau” nhóm nghiên cứu đã đề xuất sáng tạo một kết cấu lọc kiểu mới bao gồm hệ thống nhiều mô đun ống lọc ghép thành ống lọc dài đặt trên phao nổi để cấp nước phục vụ nuôi trồng thủy sản (Hình 1). Mỗi mô đun ống lọc có chiều dài L thu

được lưu lượng theo kết quả qua nghiên cứu thí nghiệm trình bày trong bài báo này.

Ống lọc có đường kính ngoài $D900$, đường kính lõi $D300$. Ống lõi đục lỗ với độ mở 20%, đường kính lỗ $d=4$ mm. Giữa ống ngoài và ống lõi chèn các lớp cát lọc có cấp phối hạt lớn dần, đảm bảo đường kính lớp sát với lõi đục lỗ không bị lọt qua $d=4$ mm. Thứ tự lần lượt như sau: Áp sát ống lõi đục lỗ là lớp cát 4-6 mm, tiếp theo là lớp 2-4mm và cuối cùng (sát với ống đục lỗ bao ngoài là lớp 1-2mm. Chiều dày cấp phối cho mỗi lớp là 10 cm tạo thành một ống lọc 3 lớp đồng tâm dày 30 cm.

Mô đun ống lọc được đặt ngập trong nước với độ sâu từ mặt nước đến tâm ống là H . Nước (đục) từ môi trường xung quanh thấm qua cát lọc nhiều lớp đi vào lõi với lưu lượng Q theo nguyên lý lọc chậm. Theo quy luật vật lý, lưu lượng lọc phụ thuộc vào chiều sâu cột nước H .

Tuy nhiên, chất lượng nước qua lọc lại phụ thuộc vào vận tốc thấm qua tầng lọc, vận tốc thấm lớn thì chất lượng lọc kém và ngược lại. Mục đích của nghiên cứu này là tìm được lưu lượng hợp lý để chất lượng qua ống lọc đáp ứng yêu cầu cho nuôi trồng thủy sản (hàm lượng chất phù sa lơ lửng <100 mg/l [2]).



Hình 2: Sơ đồ ống lọc dùng trong nghiên cứu

2. MÔ TẢ MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

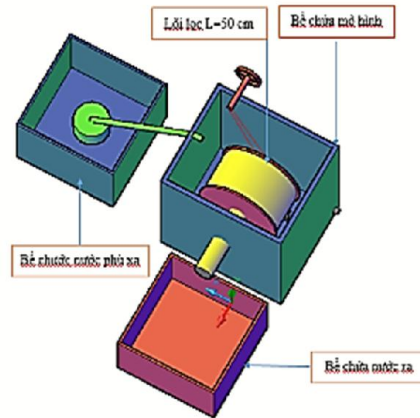
Hình 3 mô tả hệ thống thí nghiệm gồm 3 bể chính. Bể thứ nhất để tạo nguồn cấp vào bể thí nghiệm bằng bơm. Các hàm lượng phù sa trong dải nghiên cứu tạo ra được bằng cách cân lượng bùn bỏ vào mỗi lần thí nghiệm.

Bể thứ 3 để chứa nước đã lọc, mỗi kích bán thí nghiệm sẽ lấy mẫu nước đem đi thí nghiệm, đồng thời quan sát trực quan. Nước từ lõi lọc chảy ra bể này qua một van có thể điều chỉnh được lưu lượng theo yêu cầu.

Bể thí nghiệm có kích thước đủ lớn để đặt ống lọc, đồng thời có bố trí miệng tràn để duy trì chiều sâu nước ổn định suốt quá trình thí nghiệm. Ngoài ra, khoảng không gian xung quanh ống lọc phải đủ lớn để không ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm. Trong nghiên cứu này, khoảng nhỏ nhất cũng trên 20cm. Độ sâu ngập H cũng có thể thay đổi, tuy nhiên xét điều kiện thực tế, trong nghiên cứu này chỉ thay đổi trong phạm vi dưới 1m.

Ống lọc có thể quay được trong quá trình thí

nghiệm. Mục đích là để mô phỏng cách xúc rửa ống lọc khi cần thiết.



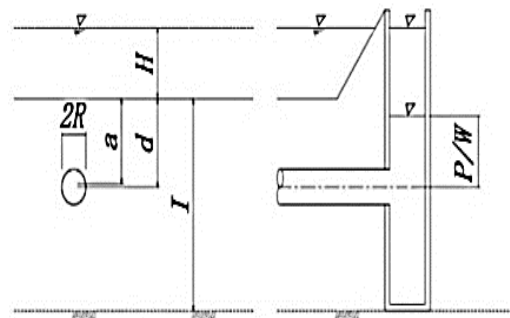
Hình 3: Hệ thống 3 bể thí nghiệm

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1 Thí nghiệm với tầng lọc 3 lớp đậm nhẹ

Trong thí nghiệm này, ống lọc đặt ngập tối đa, hàm lượng phù sa môi trường ngoài ở mức 300 g/m³.

Tính sơ bộ khả năng lấy nước lớn nhất của ống là Q₁ (theo công thức 3).



$$Q = \varphi \varepsilon \omega \sqrt{2gH_0} \quad (3)$$

Hình 4: Sơ đồ tính toán khả năng lấy nước của ống lọc [3]

Dựa vào công thức 3, khả năng lọc lớn nhất:

$$Q_1 = 0,5 * 0,6 * \pi * 0,15^2 * \sqrt{2g * 0,5} = 140 \frac{m^3}{h}$$

$$\rightarrow V_1 = \frac{Q_1}{\omega} = 0,55 \text{ m/s} \rightarrow [\omega]_1 = \frac{\omega * [v]_1}{v} = 12,8 \text{ cm}^2$$

Tuy nhiên, với vận tốc chảy trong tầng lọc như trên lớn hơn rất nhiều so với điều kiện cho phép không gây xáo trộn các lớp lọc. Do đó chất lượng nước ra cũng đục gần như nước đầu vào. Vì vậy, cần phải khống chế lưu lượng để đạt được điều kiện $[V]_1 < 1 \text{ cm/s}$ (bảng 1) nhằm không gây xáo trộn tầng lọc bằng cách thu nhỏ ống lấy nước bằng việc giảm diện tích lấy nước đến mức, tính ra yêu cầu $[\omega]_1 < 12,8 \text{ cm}^2$.

Bảng 1: Vận tốc giới hạn gây xáo động cát sỏi

Cát sỏi	Cát nhỏ	Cát trung bình	Cát lớn
Đường kính mm	0.05~0.25	0.25~0.5	0.65~2.0
Tốc độ giới hạn cm/s	1.0~1.5	1.5~1.7	1.7~3.7

3.2 Thí nghiệm khống chế V_1 để nâng cao chất lượng lọc

Từ điều kiện $[\omega]_1 < 12,8 \text{ cm}^2$ lựa chọn 2 ống D38 có $[\omega]_{D38} = 11,3 \text{ cm}^2$ và ống D28 có $[\omega]_{D28} = 6,15 \text{ cm}^2$ để tiếp tục làm thí nghiệm. Đo lưu lượng trong hai trường hợp ống D38 và D28 cho thấy lưu lượng phụ thuộc cột nước H theo dạng đường cong như hình 5.

Ở cột nước làm việc (dự kiến $H = 60 \text{ cm}$) có sự chênh lệch giữa tính toán theo công thức (3) khoảng 20%, cụ thể là:

$$Q_{D38}^H = 9 \frac{m^3}{h}; Q_{D38}^t = 7,5 \frac{m^3}{h}$$

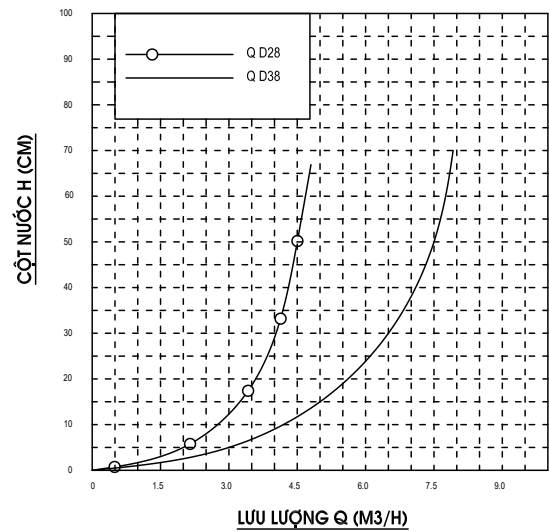
$$Q_{D28}^H = 5 \frac{m^3}{h}; Q_{D28}^t = 4 \frac{m^3}{h}$$

Trong đó:

Q^t : Lưu lượng tính theo công thức (3);

Q^H : Lưu lượng đo;

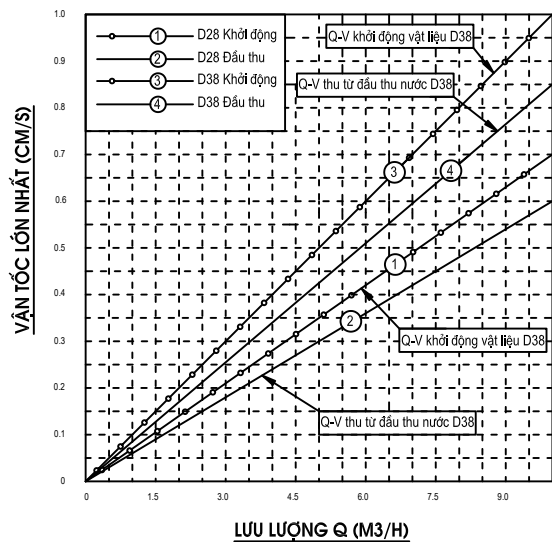
QUAN HỆ Q-H VỚI CÁC ỐNG D28 & D38, L=50 CM



Hình 5: Quan hệ $Q \sim H$ qua thí nghiệm

Dựa vào biểu đồ hình 6 nhóm nghiên cứu nhận thấy rằng khả năng lấy của lõi D28 nên vào khoảng $4 \text{ m}^3/\text{h}$ và D38 nên là $7.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ứng với cột nước $H \geq 50 \text{ cm}$ khi đó vận tốc khởi động vận liệu là $0,3 \text{ cm/s}$ & $0,7 \text{ cm/s} < [V]_1$.

QUAN HỆ Q-V VỚI CÁC CẤP LƯU LƯỢNG



Hình 6: Vận tốc khởi động vật liệu TH1 giữa lý thuyết và thực tế thí nghiệm

Với lưu lượng $Q = 4 \text{ m}^3/\text{h}$ (ống D28), nhóm nghiên cứu đã lấy nước đem đi thí nghiệm. Kết quả chất lượng nước qua lọc có độ đục

=91mg/l < [yêu cầu = 100 mg/l]. Chứng chỉ thí nghiệm thể hiện trên hình 7.

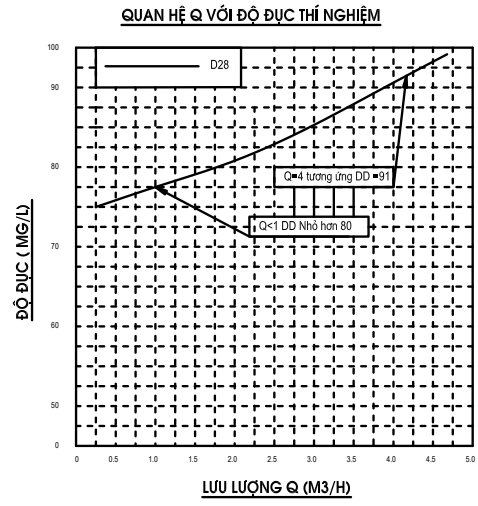
Tương tự như vậy, với ống D38, Q = 7,5 m³/h, độ đục là 103 mg/l, coi như đạt yêu cầu (xem hình 8).



Hình 7: Độ đục =91 mg/l ứng với Q=4 m³/h



Hình 8: Độ đục =103 mg/l với Q=7.5 m³/h



Hình 9: Quan hệ giữa Q và độ đục trong ứng THI

Thí nghiệm với nhiều cấp Q khác nhau, nhóm nghiên cứu xây dựng quan hệ giữa Q và độ đục, từ biểu đồ hình 9 nhóm nghiên cứu nhận thấy rằng để đạt độ đục thiên an toàn (khoảng < 80 mg/l) thì với 3 cấp phối lọc 3 lớp như trên cộng với việc đầm thủ công khó đạt được.

Nếu chấp nhận giảm lưu lượng đến mức Q<1 m³/h thì độ đục có thể đạt được. Tuy nhiên, điều này không đảm bảo cho điều kiện kinh tế đối với yêu cầu của đề tài với công suất là 50m³/h; khi đó để làm được sẽ cần một lõi lọc dài đến 25m.

Một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến vận tốc thấm là hệ số đầm K và số lớp lọc. Nhóm nghiên cứu kiến nghị tăng thêm 1 lớp vật liệu và đầm càng chặt càng tốt với mục đích không chế vận tốc thấm.

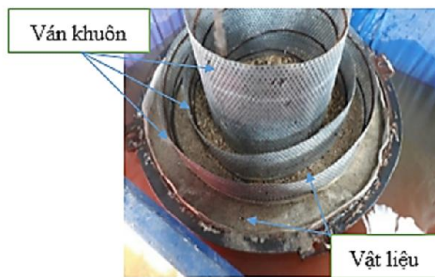
3.3 Thí nghiệm với tầng lọc 4 lớp đầm nhẹ đạt K = 0,95

3.3.1 Chế tạo lại mô hình lõi lọc

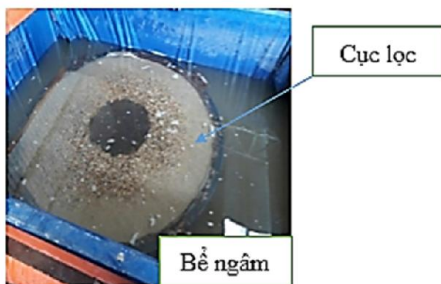
Lõi lọc được cải tiến với việc để nguyên tiết diện và độ mở của ống D300 & D900; tăng thêm 1 lớp cát 0,5-1mm, các thông số cho 4 lớp lọc gồm: Lớp 4-6mm dày 7cm, lớp 2-4mm dày 7cm, tiếp theo là 1-2mm dày 8cm và cuối cùng là lớp 0,5-1mm dày 8mm ngoài cùng, cột nước thí nghiệm H=50cm. Đường kính vòi ra D28mm.

Để đạt được các kết cấu lọc gồm các lớp cát, chọn chiều cao mỗi lần đầm 10cm sao cho tổng 5 lần đạt chiều cao mô hình 50 cm với độ chặt tương đối K95. Quy trình đầm chia làm 5 lần như sau:

- Nhồi cát theo tính toán vào các lớp ván khuôn và bơm nước sao cho đạt chiều cao $H=10$ cm. Dùng đầm rung chọc sao cho cây thép ngấp khoảng 5cm, đầm đều với mật độ đầm khoảng 10 lần/ $0,02$ m² diện tích mặt các lớp.
- Sau đó dùng đầm bê tông đầm trực tiếp làm phẳng mặt
- Bơm nước ngấp lớp cát vừa đầm ngâm cục lọc trong 1h, đo chiều cao lún và ghi chép số liệu
- Tiếp tục đổ các lớp vật liệu theo tính toán, đồng thời bơm nước dâng lên so với lớp cũ 10 cm
- Đầm và thực hiện ngâm cục lọc trong 1h cho lần lượt từng lần đầm.



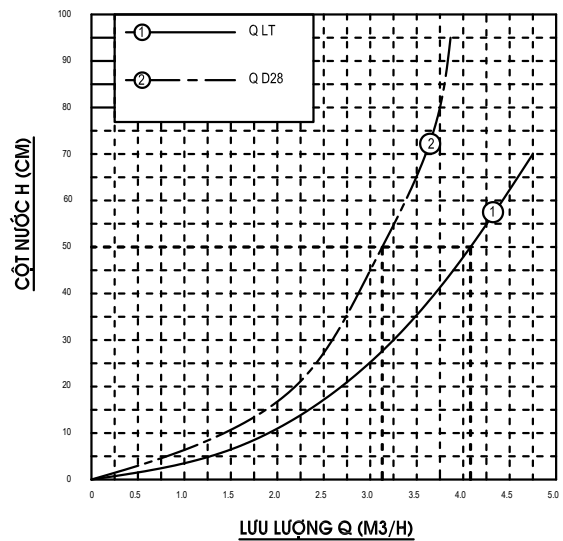
Hình 10: Hình ảnh nhồi lõi lọc từng lớp 10 cm ngâm trong nước



Hình 11: Mô hình sau đầm và ngâm nước sau 1 đêm

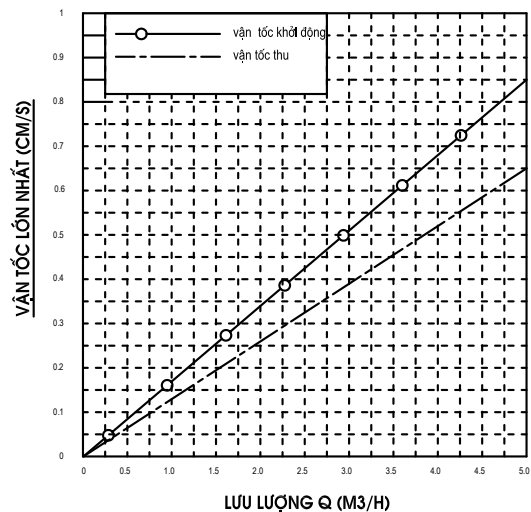
3.3.2 Kết quả tính toán và thí nghiệm cho lõi lọc 4 lớp đầm chặt

QUAN HỆ Q-H VỚI CÁC ỐNG D, L=50 CM



Hình 12: Quan hệ Q – H với lõi 4 lớp đầm chặt

QUAN HỆ Q-V VỚI CÁC CẤP LƯU LƯỢNG KHỞI ĐỘNG VẬT LIỆU



Hình 13: Quan hệ Q – V

Với nhiều cấp lưu lượng và cột nước H thay đổi, kết quả thu được từ mô hình 4 lớp vật liệu có $Q > 3$ m³/h ; cột nước $H > 50$ cm ; vận tốc khởi động vật liệu tương ứng $V=0,5$ cm/s < $[V]_2$.

Tiến hành thí nghiệm với các mẫu với nhiều cấp Q ta thu được kết quả về độ đục cho các mẫu (Hình 14).



Hình 14: Chất lượng dầu ra đánh giá trực quan khi cột nước H từ H=80cm đến H=0 cm.



Hình 15: Từ trái sang phải: nước đầu vào, dầu ra với $Q=5 \text{ m}^3/\text{h}$; $4 \text{ m}^3/\text{h}$; $3 \text{ m}^3/\text{h}$.

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST RESULT

1. Tên mẫu thử (Name of sample): Nước đầu vào 1
2. Khách hàng (Customer): Viện thủy công Đúc số 3, ngõ 95, Chua Bộc, P. Trưng Liệt, Q. Đống Đa, Hà Nội
3. Số lượng mẫu (Quantity): 01 chai
4. Ngày nhận mẫu (Date of receiving): 6/10/2017
5. Tình trạng mẫu (Status of sample): Mẫu đựng trong chai nhựa nắp xoắn
6. Thời gian thử nghiệm / Test duration: Từ ngày/From: 6/10/17 đến ngày/To: 16/10/17

STT	Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Giới hạn phép lệch	Kết quả
1	Hàm lượng cặn không tan (TSS) mg/l	TCVN 4560 : 1988		165

PHỤ TRÁCH PHÒNG THỬ NGHIỆM HÓA-THỰC PHẨM
Đỗ Văn Thích

Hà Nội, ngày 16 tháng 10 năm 2017
KT. GIÁM ĐỐC
NGUYỄN NGỌC CHÂM

Hình 16: Hàm lượng phù sa đầu vào là 165 mg/l

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST RESULT

1. Tên mẫu thử (Name of sample): Mẫu nước đầu ra số 1 $Q = 3,2 \text{ m}^3/\text{h}$
2. Khách hàng (Customer): Viện thủy công Đúc số 3, ngõ 95, Chua Bộc, P. Trưng Liệt, Q. Đống Đa, Hà Nội
3. Số lượng mẫu (Quantity): 01 chai
4. Ngày nhận mẫu (Date of receiving): 6/10/2017
5. Tình trạng mẫu (Status of sample): Mẫu đựng trong chai nhựa nắp xoắn
6. Thời gian thử nghiệm / Test duration: Từ ngày/From: 6/10/17 đến ngày/To: 16/10/17

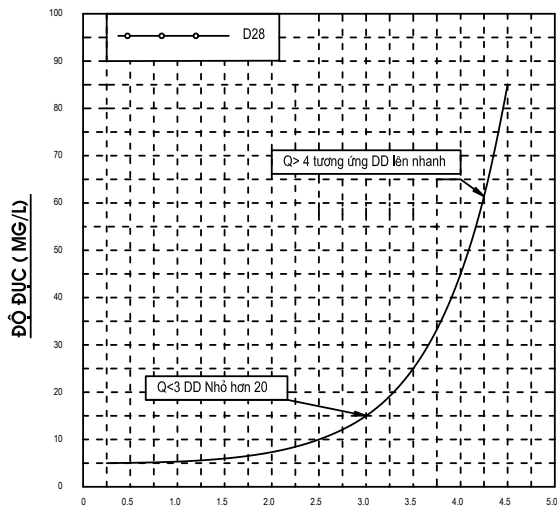
STT	Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Giới hạn phép lệch	Kết quả
1	Hàm lượng cặn không tan (TSS) mg/l	TCVN 4560 : 1988		10

PHỤ TRÁCH PHÒNG THỬ NGHIỆM HÓA-THỰC PHẨM
Đỗ Văn Thích

Hà Nội, ngày 16 tháng 10 năm 2017
KT. GIÁM ĐỐC
NGUYỄN NGỌC CHÂM

Hình 17: Hàm lượng phù sa đầu ra là 10 mg/l khi $Q=3 \text{ m}^3/\text{h}$

QUAN HỆ Q VỚI ĐỘ ĐỤC THÍ NGHIỆM



LƯU LƯỢNG Q (M3/H)

Hình 18: Quan hệ Q - độ đục với lõi lọc 4 lớp đảm chặt

Dựa vào biểu đồ hình 18, nhận thấy rằng hiệu quả rõ rệt khi Q tăng hàm lượng phù sa đầu ra tăng nhanh khi $Q > 4 \text{ m}^3$. Còn khi lấy $Q < 3 \text{ m}^3/\text{h}$ thì hàm lượng phù sa đầu ra rất nhỏ nhưng hiệu quả kinh tế không cao.

Quyết định chọn $Q=3 \text{ m}^3/\text{h}$, khi đó vận tốc thấm qua lõi lọc $[V] = 0.5 \text{ cm/s} < [V1]$ là phù hợp về độ đục và vận tốc không gây sáo trộn tầng lọc.

4. KẾT LUẬN

Bằng thí nghiệm đã xác định được các thông số mô đun ống lọc phục vụ thiết kế trạm bơm cấp nước NTTS vùng Bán đảo Cà Mau với các thông số như sau:

Ống lọc gồm hệ thống nhiều mô đun ống lọc dài 50cm ghép lại đặt trên phao nổi để cấp nước phục vụ nuôi trồng thủy sản như hình 1.

Ống lọc có đường kính ngoài D900, đường kính lõi D300. Ống ngoài và ống lõi đục lỗ với độ mở 20%, đường kính lỗ $d=4$ mm. Giữa ống ngoài và ống lõi chèn 4 lớp cát lọc có cấp phối hạt lớn dần từ ngoài vào lõi được đầm chặt và ngâm nước để có hệ số đầm chặt $K = 0,95$.

Thứ tự lần lượt như sau: áp sát ống lõi đục lỗ là lớp cát có đường kính 4-6 mm dày 7cm, tiếp theo là lớp 2-4 mm dày 7cm, tiếp là lớp 1-2mm dày 7cm và cuối cùng (sát với ống đục lỗ bao ngoài) là lớp 0,5-1mm dày 8cm. Chiều dày cấp phối cho mỗi lớp là 10 cm tạo thành một ống lọc 3 lớp đồng tâm dày 30 cm.

Đặt ngập lõi lọc với $H=50$ cm (tính từ tâm ống đến mặt nước. Đường kính vòi ra D28mm.

Mỗi mô đun dài 50cm cho phép lọc tối thiểu 3 m³/h, độ đục nước đầu ra < 80 mg/lít.

Ngoài ra, kết cấu lõi lọc theo kết quả nghiên cứu có thể áp dụng để lọc nước sông trong mùa lũ phục vụ cấp nước sinh hoạt nông thôn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hội Thủy lợi, “Giải pháp lọc nước đặt trên trạm bơm thuyền cấp nước phục vụ NTTS”, *Tài nguyên nước -T1/2018*, 2018, Hà Nội.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *QCVN 38:2011/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh*, 2011, Hà Nội.
- [3] Trần Văn Hùng, *Đề cương thủy lực công trình*, Cần Thơ.