



Nghiên cứu ứng dụng màng siêu lọc trong công nghệ xử lý nước suối Tà Vài để cấp nước sinh hoạt

○ PGS.TS. TRẦN ĐỨC HẠ, THS. NGUYỄN DANH TIẾN

Viện Nghiên cứu Cấp thoát nước và Môi trường

ThS. ĐẶNG XUÂN THƯỜNG

Viện Kỹ thuật và Công nghệ môi trường

ThS. NGUYỄN MAI HOA

Khoa Môi trường - Trường Đại học Mở Địa chất

Tóm tắt: Suối Tà Vài là nguồn cung cấp nước sinh hoạt và ăn uống cho nhân dân và bộ đội khu vực miền núi tỉnh Hà Giang. Tuy nhiên, các hoạt động KT-XH dọc hai bờ đã làm cho nguồn nước bị ô nhiễm mà các biện pháp truyền thống không xử lý được để bảo đảm chất lượng nước theo yêu cầu. Nghiên cứu mô hình xử lý nước suối Tà Vài theo 2 giai đoạn: Xử lý bậc 1 bằng lọc hấp phụ zeolit đa năng và xử lý bậc 2 bằng màng siêu lọc UF. Kết quả cho thấy sau quá trình lọc UF, các chỉ tiêu ô nhiễm đặc trưng trong nước suối Tà Vài như: Các chất rắn lơ lửng tạo độ đục, các chất hữu cơ, sắt, mangan, amoni,... và vi khuẩn gây bệnh hầu hết được loại bỏ, bảo đảm yêu cầu của QCVN 01:2009/BYT và QCVN 02:2009/BYT. Quá trình lọc zeolit – lọc màng UF là quá trình xử lý nước cấp không sử dụng hóa chất, phù hợp với đặc điểm chất lượng nước suối Tà Vài.

Abstract: Ta Vai stream is a source of drinking and domestic water for people and soldiers in mountainous areas of Ha Giang province. However, the economic

and social activities along the two banks have caused the water source to be polluted but traditional measures cannot be treated to ensure the required water quality. Study on the process of treating Ta Vai stream water on pilot model according to two stages: first-level treatment by multi-function zeolite adsorption and second-level treatment with ultrafiltration membrane (UF). The results showed that after the UF process, the characteristic pollution indicators of Ta Vai stream water such as suspended solids creating turbidity, organic substances, iron, manganese, ammonium, ... and pathogenic bacteria (coliform) is mostly removed, ensuring the requirements of QCVN 01:2009 / BYT and QCVN 02: 2009 / BYT. The process of zeolite filtration UF membrane is a process of treating water without using chemicals, adapting to the quality characteristics of Ta Vai stream water.

1. Giới thiệu chung

Tại khu vực vùng núi Tây Bắc, nguồn cấp nước sinh hoạt chủ yếu

là các suối nhỏ. Tuy nhiên, nguồn nước này ngày càng bị ô nhiễm do các hoạt động của con người và các tác động tiêu cực của Biến đổi khí hậu. Trong nước sông suối khu vực miền núi ngoài các phần tử phù sa, các keo sét, các chất hữu cơ nguồn gốc lá cây, xác động vật,... còn có dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật, ion kim loại nặng, các vi khuẩn, virus... trong nước mưa cuốn trôi bề mặt từ các vùng canh tác, khai khoáng... chảy vào [1, 2]. Trong nguồn nước mặt xuất hiện nhiều tác nhân ô nhiễm đặc biệt như các chất ô nhiễm dạng vết, các chất hữu cơ tự nhiên, các loại vi khuẩn và virus gây bệnh dịch đặc thù... mà các phương pháp keo tụ - lắng - lọc và khử trùng không thể loại bỏ được chúng.

Tà Vài là một suối nhỏ bắt nguồn từ huyện Vị Xuyên chảy vào thành phố Hà Giang và đổ vào sông Niêm. Đây là nguồn cung cấp chính cho sinh hoạt và hoạt động sản xuất nông nghiệp của các khu dân cư và doanh trại quân đội dọc hai bên bờ suối [3]. Tuy nhiên, cũng như các sông suối khác khu vực miền núi biên giới Tây Bắc [1], nước suối Tà Vài đang bị ô nhiễm với các thông số

BOD, COD, TSS, coliform .. ở mức cao, vượt quy định nguồn nước mặt loại A1 theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt nhiều lần [2], không đảm bảo tiêu chuẩn làm nguồn nước thô để xử lý bằng phương pháp truyền thống cho mục đích cấp nước sinh hoạt [4] để xử lý bằng phương pháp truyền thống.

Phạm vi áp dụng của lọc UF rất rộng rãi, áp dụng trong xử lý nước cấp, xử lý nước thải, loại bỏ asen trong nước ngầm, khử muối, làm ngọt nước biển và nước lợ, xử lý nước cấp cho nồi hơi và tháp làm mát, sản xuất nước siêu sạch, chế biến dược phẩm, tách muối khỏi sữa và phomat, tinh chế nước hoa quả... Đặc biệt, khả năng của màng UF thích ứng cao để xử lý nước có hàm lượng cặn TSS và vi sinh vật lớn như nước sông suối. Các loại màng lọc UF có thể loại bỏ được các phần tử ô nhiễm đặc trưng trong nguồn nước mặt [5, 6] như các chất hữu cơ tự nhiên, động vật đơn bào, vi khuẩn và virus mà các phương pháp truyền thống không thể loại bỏ được chúng. Màng lọc đã bắt đầu đi vào lĩnh vực cấp nước ở Việt Nam nhưng ở mức độ hạn chế với dạng thiết bị nhỏ để xử lý tiếp tục nước ăn uống cho các hộ gia đình hoặc đảm muối m³/ngày để làm ngọt nước biển. Các nghiên cứu gần đây cho thấy, tiềm năng ứng dụng và phát triển công nghệ lọc màng để xử lý nước cấp và nước thải ở nước ta rất lớn [5, 7].

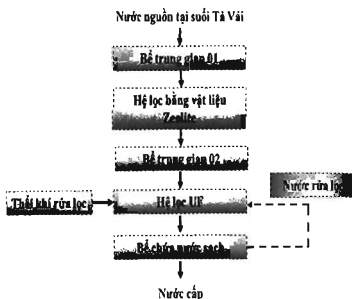
Vì vậy, cần có một công nghệ xử lý phù hợp trên nền kỹ thuật màng lọc để giải quyết vấn đề cấp nước ở vùng miền núi Tây Bắc, như khu vực suối Tà Vải- Hà Giang.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

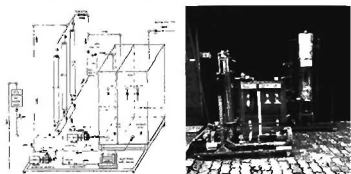
Hệ thống xử lý nước suối Tà Vải bao gồm 2 khâu: Tiền xử lý bằng hệ lọc zeolit và xử lý bậc cao bằng hệ màng lọc UF để cấp nước sinh hoạt được đề xuất trong nội dung nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng lọc kết hợp với vật liệu đa năng để xử lý nước suối vùng biên giới Tây Bắc cấp nước cho sinh hoạt (mã số: KHCN-TB.15C/13-18). Mô hình thử nghiệm lắp đặt tại hiện trường theo sơ đồ công nghệ nêu trên Hình 1.

Đánh giá hiệu quả xử lý bậc cao bằng màng lọc UF của nước suối Tà Vải sau khi qua hệ lọc zeolit là mục tiêu của nghiên cứu này [3]. Nước sau khi được xử lý qua hệ lọc zeolite sẽ được chứa trong bể trung gian 2 là nguồn đầu vào cho hệ thống màng lọc. Nước được bơm lên hệ lọc UF với quy trình lọc – rửa lọc ổn định. Mô hình nghiên cứu về quá trình lọc UF công suất nước sinh hoạt 500L/h nêu trên Hình 2

Hình 1. Sơ đồ mô hình thử nghiệm hệ thống xử lý nước suối Tà Vải để cấp nước sinh hoạt



Hình 2. Sơ đồ mô hình thử nghiệm hệ thống xử lý nước suối Tà Vải để cấp nước sinh hoạt



Màng UF được lựa chọn Aquaflex 64, hãng sản xuất PENTAIR - Hà Lan. Đây là loại màng: Dạng sợi rỗng, kiểu lọc từ trong ra ngoài (Inside-out), kích thước lỗ 0,02 μ m, vật liệu màng PES. Modul màng có diện tích bề mặt màng: 64 m², đường kính ống màng 220 mm, chiều dài 1537 mm và trọng lượng 34 kg, đường kính cổng vào (inlet): 2,5 inch, đường kính cổng ra (outlet): 2,5 inch. Thông lượng lọc của bộ (modul) màng là: 50÷120 L/m².h. Số lượng màng sử dụng: 03 màng, trong đó 02 màng được lắp chạy song song và 01 màng được lắp nối tiếp và sử dụng nước thải từ 02 màng trước. Hệ thống màng lọc UF (Model UF 90) đảm bảo lượng nước thu hồi là 100%. Đồng thời, với việc đánh giá hiệu quả xử lý, trên hệ thống màng lọc UF thử nghiệm để tài triển khai nghiên cứu hiện tượng tắc và quy trình phục hồi hoạt động màng lọc.

Đánh giá hiệu quả xử lý bậc cao qua modul màng UF theo các thông số: Độ đục, COD, Fe, Mn, N-NH₄, coliform và một số thông số khác để từ đây xây dựng sơ đồ dây chuyền công nghệ và xác định thông số thiết kế và thông số vận hành của các bộ màng lọc UF trên hệ thống xử lý nước này.

Phân tích chất lượng nước được thực hiện theo các phương pháp chuẩn, trình bày trong **Bảng 1** sau đây:

Quá trình thử nghiệm xử lý nước suối Tà Vài triển khai trong năm 2017. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm sẽ làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế và

Bảng 1. Các phương pháp phân tích chất lượng nước

TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	Độ đục	NTU	TCVN 6184 – 1998
2	COD theo Pecmanganat	mg/l	TCVN 6186 1996
3	Amoni (N-NH ₄)	mg/l	TCVN 6179-1-1996
4	Sắt	mg/l	TCVN 6177 1996
5	Mangan	mg/l	TCVN 6002 - 1995
6	Coliforms	MPN/100ml	TCVN 6187-1,2-1996

lựa chọn thiết bị để lắp đặt các trạm cấp nước sinh hoạt phi tập trung từ nguồn nước suối Tà Vài.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

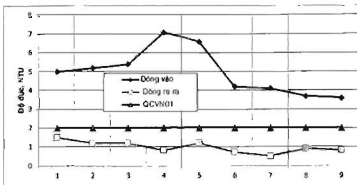
Nước nguồn suối Tà Vài sau khi được xử lý qua hệ lọc zeolite (vật liệu ODM -2F) được chứa trong bể trung gian 2, và đây là nguồn nước đầu vào cho hệ thống màng lọc. Nước được bơm lên hệ lọc UF với quy trình lọc – rửa lọc ổn định. Kết quả xử lý bậc cao bằng màng lọc UF của nước suối Tà Vài sau khi qua hệ lọc zeolit được nêu trên các **Hình 3**, **Hình 4**, **Hình 5**, **Hình 6** và **Hình 7**.

Các biểu đồ trên **Hình 3** cho thấy, sau hệ zeolit đa năng, độ đục trong nước vẫn cao, nằm ở mức 3,5 đến 7 NTU. Tuy nhiên khi lọc qua hệ lọc màng UF, các phần tử rắn không hòa tan tạo độ đục (kích thước lớn hơn 0,02µm) được giữ lại trước màng nên độ đục trong nước đồng thấp, luôn nhỏ hơn giá trị cho phép theo QCVN 01:2009/BYT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước ăn uống [8] và QCVN 02:2009/BYT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước sinh hoạt [9].

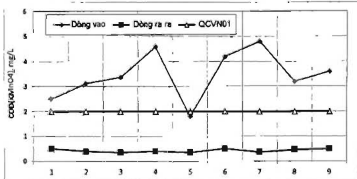
Trong mùa xuân, hàm lượng các chất hữu cơ nguồn gốc từ xác động vật và thực vật thường cao hơn so với các mùa khác, dao động từ 15 đến 40 mg/L. Khi đi qua hệ lọc hấp phụ ODM-2F, COD giảm xuống còn 2-4,8 mg/L [10]. Trên **Hình 4** cũng có thấy hàm lượng các chất hữu cơ quang màng UF cũng giảm rõ rệt. COD sau màng có giá trị rất nhỏ, xấp xỉ 1 mg/L. Điều này cũng chứng tỏ các chất hữu cơ tự nhiên (NOM) cũng đã được giữ lại trên màng UF.

Hàm lượng kim loại như sắt, mangan trong nguồn nước mặt mặc dù đã được xử lý qua hệ zeolit để đạt mức quy định của QCVN 01:2009/BYT [8], tuy nhiên khi đi qua hệ lọc UF giá trị này cũng tiếp tục giảm. Màng UF có thể loại bỏ được sắt, mangan và các kim loại nặng khác trong nước khi nó tồn tại dưới dạng hydroxit không hòa tan hóa trị cao.

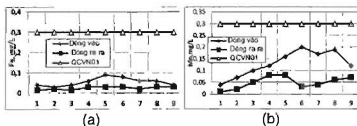
Hình 3. Hiệu quả xử lý của màng UF theo độ đục



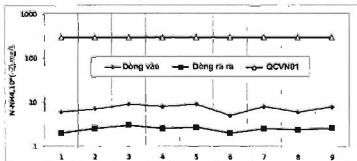
Hình 4. Hiệu quả xử lý của màng UF theo COD (KMnO₄)



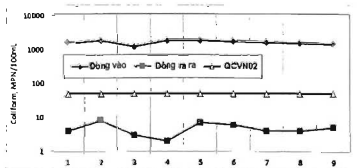
Hình 5. Hiệu quả xử lý của màng UF theo Fe (a) và theo Mn (b)



Hình 6. Hiệu quả xử lý của màng UF theo N-NH₄



Hình 7. Hiệu quả xử lý của màng UF theo Coliform



Các hoạt động kinh tế xã hội, đặc biệt là chăn nuôi gia súc đầu nguồn suối Tà Vài làm cho hàm lượng amoni trong nước suối cao [2]. Sau khi qua hệ lọc zeolit, hàm lượng amoni trong nước suối Tà Vài giảm rõ rệt với giá trị nhỏ hơn quy định của QCVN 01:2009/BYT là 3 mg/L. Sau khi qua màng lọc UF giá trị này tiếp tục giảm. Hàm lượng N-NH₄ trong nước đầu ra màng UF nằm trong khoảng 0.02 đến 0,03 mg/L.

Màng lọc UF có khả năng loại bỏ các vi khuẩn và virus [11]. Hình 7 cho thấy, hiệu quả loại bỏ vi khuẩn và các vi sinh vật khác của màng lọc UF. Tuy nhiên cũng thấy rằng sau UF vẫn còn xuất hiện coliform trong nước đóng ra. Giá trị này nhỏ hơn 50 vi khuẩn/100 mL quy định cho nước sinh hoạt của hệ thống cấp nước tập trung theo QCVN 02:2009/BYT [9]. Để an toàn và tránh rủi ro, sau lọc UF, nước cần được khử trùng tiếp tục để các chỉ tiêu vi sinh vật đáp ứng quy định của QCVN 01:2009/BYT cho nước ăn uống [8].

Như vậy, với nước suối Tà Vài có các chất ô nhiễm đặc trưng như nồng độ các chất hữu cơ tự nhiên (NOM), amoni, Fe, Mn,... cao; độ đục lớn và tồn tại các vi khuẩn gây bệnh, sau quá trình tiền xử lý bằng lọc hấp phụ vật liệu ODM-2F, màng lọc UF có thể loại bỏ các phần tử ô nhiễm này để nước sau xử lý đảm bảo chất lượng nước sinh hoạt. Đây là quá trình xử lý không dùng hóa chất mà được nhiều nghiên cứu đề cập đến [5, 6, 11, 12, 13].

4. Kết luận

Màng siêu lọc (UF) có thể sử dụng để xử lý tiếp tục và nâng cao sau khi qua một số công đoạn tiền xử lý nước mặt bằng phương pháp truyền thống để cấp sinh hoạt và ăn uống. Trong nghiên cứu này, tiền xử lý nước suối Tà Vài là lọc hấp phụ bằng vật liệu lọc đa năng ODM-2F. Các kết quả thử nghiệm trên mô hình xử lý theo quy trình lọc zeolit – lọc màng UF cho thấy sau hệ thống này các chỉ tiêu ô nhiễm trong nước suối Tà Vài được loại bỏ đến dưới ngưỡng quy định của QCVN 02:2009/BYT đối với nước sinh hoạt. Các chỉ tiêu này cũng nằm trong giới hạn cho phép đối với nước ăn uống, tuy nhiên để đề phòng rủi ro, sau màng lọc UF nước cấp cần được khử trùng tiếp tục mới đảm bảo yêu cầu ăn uống.

Như vậy, từ các nghiên cứu này thấy rằng xử lý nước mặt sông suối khu vực miền núi phía Bắc theo công nghệ lọc vật liệu đa năng ODM-2F và lọc màng UF đảm bảo được chất lượng nước cấp nước sinh hoạt. Đây là mô hình hợp lý cho các cụm dân cư hoặc các đơn vị bộ đội biên phòng, nơi không có điều kiện cấp nước tập trung.

Lời cảm ơn: Cảm ơn Ban chủ nhiệm đề tài "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng lọc kết hợp với vật liệu đa năng để xử lý nước suối vùng biên

giới Tây Bắc cấp nước cho sinh hoạt (mã số: KH-CN-TB.15C/13-18)" cấp kinh phí cũng như tạo điều kiện để triển khai nghiên cứu nội dung này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Xuân Thường, Nguyễn Phú Duyên, Nguyễn Thanh Hải. *Hiện trạng chất lượng nước các sông suối một số tỉnh biên giới phía Bắc*. Tạp chí Môi trường và Đô thị, số 1+3(114+115), T1+3/2018, trang 26-29.
2. Đặng Xuân Thường, Đỗ Thị Lan, Hoàng Quý Nhân, Lương Thị Hoa, Nguyễn Thanh Hải. *Nghiên cứu ô nhiễm nguồn nước suối đa sản xuất nông nghiệp và chăn thả gia súc, gia cầm theo tập tục của người bản địa tại lưu vực suối Tà Vài, Hà Giang*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên, ISSN 1859-2171, tập 171, số 11, 2017, 207-212.
3. Đặng Xuân Thường, Lưu Thị Anh Thơ, Lê Văn Thạch, Lương Thị Hoa, Dương Văn Đàng. *Nghiên cứu mô hình xử lý nước suối Tà Vài tỉnh Hà Giang bằng công nghệ màng lọc kết hợp vật liệu lọc đa năng để cấp nước phục vụ sinh hoạt*. Tạp chí Cấp thoát nước, số 6(116), 2017, trang 40-43.
4. TCXD 233:1999- *Các chỉ tiêu lựa chọn nguồn nước mặt, nước ngầm phục vụ hệ thống cấp nước sinh hoạt*.
5. Trần Đức Ha, Trần Thị Việt Nga, Đặng Thị Thanh Huyền, Trần Thị Hiền Hoa (2017). *Kỹ thuật lọc màng trong xử lý nước cấp và nước thải*. Nhà xuất bản Xây dựng.
6. R. V. Reis & A.L. Zydney (2007). "Bioprocess Membrane Technology". *Journal of Membrane Science* 297 (2007), 16–50.
7. Huyen T.T. Dang (2009) *Surface modifying macromolecules (SMM)- incorporated Ultrafiltration membrane for NOM removal: Characterization and Cleaning*. Doctoral thesis. University of Ottawa, Canada.
8. QCVN 01:2009/BYT- *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước ăn uống*.
9. QCVN 02:2009/BYT- *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước sinh hoạt*.
10. Đặng Xuân Thường, Trần Công Việt, Vũ Xuân Hợi, Nguyễn Mai Hoa, Nguyễn Thanh Hải. *Kết quả bước đầu nghiên cứu sử dụng vật liệu lọc đa năng ODM-2F làm vật liệu hấp phụ để xử lý nước suối Tà Vài – Hà Giang ở quy mô pilot*. Tạp chí "Cấp thoát nước" số 1+2 (117+118), 2018, trang 59-62.
11. EPA (2001). *Low-pressure membrane filtration for pathogen removal: application, implementation, and regulatory issues*. United States Environmental Protection Agency. 815-C-01-001. Malcolm Pirnie, INC; Ch2mhill; Separation Processes, INC.
12. J. Crittenden, R. Trussell, D. Hand, K. Howe and G. Tchobanoglous (2005). *Water Treatment: Principles and Design*. John Wiley & Sons Publisher Inc., USA.
13. L.J. Zeman & A.L. Zydney, Marcel Dekker (1996). *Microfiltration and Ultrafiltration: Principles and Applications*. ■