



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
2-0002261

(51)⁷ **C02F 1/00**

(13) **Y**

(21) 2-2019-00446 (22) 11.12.2017
(67) 1-2017-05007
(45) 27.01.2020 382 (43) 26.02.2018 359
(73) **ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN, ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI (VN)**
334 Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội
(72) Nguyễn Mạnh Khải (VN), Phạm Thị Thúy (VN)

(54) **QUY TRÌNH CHẾ TẠO VẬT LIỆU XỬ LÝ NƯỚC NHIỄM ASEN ÁP DỤNG
CHO BỂ LỌC CÁT**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm
asen áp dụng cho bể lọc cát, quy trình này bao gồm các bước:

- (i) phối trộn,
- (ii) tạo viên;
- (iii) nung; và
- (iv) thu vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát.

Quy trình này có giá thành rẻ, vật liệu thu được từ quy trình được áp dụng
cho bể lọc cát tại nông thôn, được chế tạo từ thành phần giàu sắt oxit như bùn đỏ
từ nhà máy bauxit, sắt oxit công nghiệp hoặc sắt hydroxyt công nghiệp, v.v., với
thành phần sắt oxit chiếm khoảng 40 - 50% tổng khối lượng vật liệu chính sử
dụng trong quy trình.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực xử lý nước nhiễm asen. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay, các phương pháp xử lý asen phổ biến trên thế giới là oxy hóa kết hợp lắng, hấp phụ lên vật liệu hấp phụ, đông kết tủa và hấp phụ trong quá trình keo tụ tủa bông, nhựa trao đổi ion và phương pháp lọc màng. Các phương pháp thể hiện hiệu quả khác nhau phụ thuộc vào các yếu tố như dạng tồn tại, nồng độ asen trong nước, giá trị pH của nước, hay sự có mặt của các chất hòa tan khác.

Trong đó, đối với phương pháp oxy hóa, trong nước ngầm kỵ khí với pH trung tính, dạng tồn tại chủ yếu của asen là As (III), tuy nhiên thông thường xử lý As (V) có hiệu quả hơn As (III) do As (V) có xu hướng đông kết tủa với cation kim loại (Samuel Luzi và các đồng tác giả, 2004) hoặc hấp phụ trên bề mặt rắn nên nhiều hệ thống xử lý nước áp dụng bước oxy hóa để chuyển As (III) thành As (V) sau đó kết tủa As (V). Quá trình oxy hóa này không loại bỏ asen nhưng nâng cao hiệu quả cho các bước xử lý tiếp theo như lọc, kết tủa, v.v., thường được sử dụng như một phương pháp kết hợp và phụ trợ trong quá trình xử lý, các tác nhân oxy hóa được sử dụng tùy thuộc vào chất lượng nước cũng như giá thành xử lý. Quá trình oxy hóa bằng không khí diễn ra chậm, thời gian đến hàng tuần. Quá trình oxy hóa có thể được xúc tác bằng vi khuẩn, axit mạnh hoặc dung dịch kiềm, đồng, bột cacbon hoạt tính và nhiệt độ cao (Lê Văn Cát, 1999). Quá trình oxy hóa bằng tác nhân hóa học thì asen (III) có thể bị oxy hóa bởi hypoclorit (HClO), permanganat (KMnO_4), hydro peroxyt (H_2O_2) và các tác nhân oxy hóa khác, ozon,

tác nhân fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$) (Ngô Ngọc Cát và Đàm Đức Quý, 2000). Quá trình oxy hóa bằng năng lượng mặt trời thì trong đó, ánh sáng mặt trời được sử dụng làm nguồn tia cực tím, phản ứng có thể xảy ra ở nhiệt độ trong phòng và ánh sáng thấp, không đòi hỏi các thiết bị phức tạp. Trong quá trình phản ứng As (III) bị oxy hóa thành As (V), sau đó tách As (V) ra khỏi nước nhờ hấp phụ bằng các hạt Fe (III) (Đào Ngọc Phong và Đặng Văn Can, 2000; Vũ Minh Thắng, 2012).

Một phương pháp được nghiên cứu nhiều là phương pháp oxy hóa cộng kết tủa. Trong đó, phương pháp đông tụ hoặc đông kết tủa kết hợp lắng bao gồm phương pháp kết tủa – lắng – lọc tự nhiên, phương pháp lọc cát và phương pháp làm mềm nước kết hợp loại bỏ asen bằng vôi.

Trong kết hợp kết tủa – lắng – lọc tự nhiên, quá trình cộng kết tủa - lắng - lọc đồng thời với quá trình xử lý sắt hoặc mangan có sẵn trong nước ngầm tự nhiên. Đây là phương pháp xử lý đơn giản nhất, bằng cách bơm nước ngầm từ giếng khoan, sau đó làm thoáng để oxy hóa sắt, mangan, tạo hydroxyt sắt và mangan kết tủa. As (III) được oxy hóa đồng thời thành As (V), có khả năng hấp phụ lên bề mặt của các bông keo tụ hydroxyt sắt hay mangan tạo thành và lắng xuống đáy bể, hay hấp phụ và bị giữ lại lên bề mặt hạt cát trong bể lọc. Chủ yếu để xử lý sắt và mangan, cho phép loại bỏ 50 - 80% As có trong nước ngầm (Emily Robbins, 2006; Kiem B. Vu và các đồng tác giả, 2003). Viện Hóa học Công nghiệp nghiên cứu phân tích và xử lý asen trong nước ngầm và đưa ra một hệ xử lý quy mô hộ gia đình, chủ yếu để lọc asen và mangan. Nguyên tắc là sử dụng quặng mangan để kết tủa As (V) dưới dạng $\text{Mn}_3(\text{AsO}_4)_2$. Sau thời gian sử dụng, hàng năm phải bổ sung cát đen đã hoạt hóa thành cát chuyên dụng vào cột.

Đối với phương pháp lọc cát, asen được loại bỏ khỏi nước trong bể lọc cát là nhờ sự đông kết tủa với Fe (III) trên bề mặt của các hạt cát và không gian giữa các lỗ rỗng trong lớp cát. Fe (II) ở dạng hòa tan trong nước, sẽ bị oxy hóa bởi oxy của không khí để tạo thành Fe (III). Hydroxyt Fe (III) sẽ được hấp phụ trên bề mặt các hạt cát tạo thành lớp hấp phụ mỏng. As (V), As (III) sẽ hấp phụ vào lớp

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ đó và bị giữ lại ở lớp vật liệu lọc (Ali và các đồng tác giả, 2001; Emily Robbins, 2006).

Theo nghiên cứu gần đây của Trung tâm Nghiên cứu công nghệ môi trường và Phát triển bền vững (CETASD) và Viện Công nghệ Môi trường Liên bang Thụy Sĩ cho thấy đối với các hộ gia đình sử dụng giếng khoan đơn lẻ, nơi có hàm lượng sắt cao trong nước ngầm, mô hình làm thoáng nước ngầm bằng cách phun mưa trên bề mặt bể lọc cát (lọc chậm), phổ biến ở các hộ gia đình hiện nay, cho phép loại bỏ tới 80% asen trong nước ngầm cùng với việc loại bỏ sắt và mangan. Những nghiên cứu này cũng đã chỉ ra rằng hàm lượng As trong nước sau khi xử lý bằng phương pháp trên phụ thuộc nhiều vào thành phần các hợp chất khác trong nước ngầm và trong đa số trường hợp, không cho phép đạt nồng độ As thấp dưới tiêu chuẩn. Trong 54 hộ lấy mẫu, hiệu suất xử lý không đồng nhất với mọi hộ, dao động từ 20 đến 99%; chỉ 40% số hộ xử lý asen trong nước đạt $> 10 \mu\text{g/L}$, có 10% số hộ vẫn không đạt QCVN 02:2009/BYT, do vậy cần tiếp tục xử lý bằng các phương pháp khác (Samuel Luzi và các đồng tác giả, 2004).

Trong phương pháp làm mềm nước kết hợp loại bỏ asen bằng vôi, sử dụng vôi sống (CaO) hoặc vôi tôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) để loại bỏ asen. Hiệu suất đạt khoảng 40 - 70%. Keo tụ bằng vôi đạt hiệu suất cao với pH trên 10,5 cho As (V) và 11 cho As (III), với nồng độ As ban đầu khoảng $50 \mu\text{g/L}$. Phương pháp này thường được sử dụng như một phương pháp kết hợp để đồng thời loại bỏ As và làm mềm nước. Một hạn chế của phương pháp sử dụng vôi là tạo ra một lượng cặn lớn sau xử lý (Vũ Ngọc Duy, 2005).

Một phương pháp khác là phương pháp trao đổi ion. Các ion được trao đổi giữa pha động là dung dịch chứa As và pha tĩnh là nhựa trao đổi ion. Để loại As bằng phương pháp trao đổi ion, nước nhiễm As được cho chảy qua cột nhồi chất trao đổi dưới áp suất. Nhựa trao đổi là loại anion có tính bazơ mạnh (dạng clorua hay hydroxyt) và ổn định ở khoảng pH = 6,5 - 9. Hiệu quả của quá trình loại As phụ thuộc vào pH của dung dịch và hàm lượng của các ion khác trong dung dịch.

Ái lực của nhựa trao đổi đối với các ion giảm theo thứ tự sau: $\text{SO}_4^{2-} > \text{PO}_4^{3-} > \text{HAsO}_4^- > \text{NO}_3^- > \text{NO}_2^- > \text{Cl}^-$. Sự có mặt của sắt trong dung dịch cũng ảnh hưởng đến khả năng loại As. Trong quá trình trao đổi, hiện tượng nồng độ As đầu ra cao hơn đầu vào có thể xảy ra. Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự có mặt của ion sulfat trong dung dịch và khả năng trao đổi ion đã bão hòa. Ion sulfat có thể giải hấp As khi được đi qua cột trao đổi. Chu kì hoạt động và tái sinh nhựa trao đổi được đưa ra trên cơ sở kết quả thực nghiệm trên. Quá trình tái sinh nhựa trao đổi gồm 4 bước: rửa nhựa, tái sinh bằng dung dịch NaCl (đối với nhựa clorua), bằng dung dịch NaOH (đối với nhựa hydroxyt), rửa nhẹ bằng nước và bước thứ 4 là sục nước sạch qua để làm sạch nhựa (Trịnh Thị Thanh và các đồng tác giả, 2004; Ngô Thị Mai Việt, 2010).

Nghiên cứu của Said Bey và các đồng tác giả (2010) đã chỉ ra rằng quá trình thẩm thấu ngược (reverse osmosis – RO) và lọc nano (nanofiltration – NF) có khả năng loại bỏ asen tốt hơn quá trình lọc micro (microfiltration – MF) và siêu lọc (ultrafiltration – UF). Công nghệ màng thường được áp dụng trong xử lý asen là công nghệ RO, sử dụng phương pháp thẩm thấu ngược. Màng lọc RO hoạt động trên cơ chế cơ chế ngược lại với các cơ chế lọc thẩm thấu thông thường, chuyển động của các phân tử nước nhờ áp lực nén của máy bơm cao áp tạo ra một dòng chảy đẩy các thành phần hóa học, các kim loại, tạp chất v.v., có trong nước chuyển động mạnh, văng ra vùng có áp lực thấp hay trôi theo dòng nước ra ngoài theo đường thải. Trong khi ấy các phân tử nước thì lọt qua các mắt lọc cỡ 0,0001 micromet nhờ áp lực dư, với kích cỡ mắt lọc này thì hầu hết các thành phần hóa chất kim loại, các loại vi khuẩn đều không thể lọt qua. Hiệu quả loại bỏ asen bằng công nghệ RO phụ thuộc vào vật liệu màng, nguồn nước, giá trị pH của dung dịch (Maria Giovanna Buonomenna và các đồng tác giả, 2010) và hiệu quả loại bỏ As (V) cao hơn As (III) khi sử dụng công nghệ màng. Công nghệ RO có thể loại bỏ hơn 95% As (V) và 74% As (III) (Said Bey và các đồng tác giả, 2010).

Một phương pháp khác nữa là xử lý nước bằng biện pháp sinh học, là phương pháp sử dụng sinh vật sống (như thực vật, nấm hoặc vi khuẩn) hoặc vật liệu sinh học (như xương, sinh khối, hạt, lá hoặc gỗ) để hấp thu, xử lý các chất gây ô nhiễm. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng vi khuẩn, nấm, thực vật và các sinh vật sống khác có khả năng xử lý As trong nước bề mặt, nước ngầm, đất, trầm tích và nước thải. M. Azizur Rahman và các đồng tác giả (2014) và Shahedur Rahman và các đồng tác giả (2014) đã nghiên cứu khả năng loại bỏ As trong nước thông qua cơ chế hấp thu sinh học của sinh vật. Hiệu suất xử lý cao với nồng độ asen ban đầu trong nước từ 50 - 1000 $\mu\text{g/L}$.

Ngoài ra, có thể xử lý asen bằng phương pháp hấp phụ. Hấp phụ là một trong những phương pháp hiệu quả dùng để xử lý asen trong nước. Hiệu quả của quá trình phụ thuộc vào dạng tồn tại của asen trong dung dịch, pH và thành phần các tạp chất trong dung dịch và bản chất của chất hấp phụ (diện tích bề mặt riêng, điện tích bề mặt, các nhóm chức trên bề mặt, v.v.). Trên thế giới đã có các nghiên cứu về khả năng hấp phụ nhiều vật liệu tự nhiên như: các khoáng vật trong tự nhiên như kaolinit, zeolit, laterit trong nghiên cứu của Rahman và các đồng tác giả (2008), hoặc các vật liệu đã biến tính như cát phủ oxit sắt trong nghiên cứu của Emily Robbins (2006) và Arub Joshi và các đồng tác giả (1996), hay các vật liệu tổng hợp như than hoạt tính, các dạng sắt hydroxyt (Kiem B. Vu, 2003) (vô định hình, hemattit, ferrihydrit, v.v.), nhôm oxit, zeolit tẩm nhôm.

Tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu về hấp phụ asen trong nước bằng các vật liệu tự nhiên và vật liệu tổng hợp giàu sắt, mangan, v.v., đã cho kết quả tốt ở quy mô phòng thí nghiệm và đang được tiếp tục nghiên cứu áp dụng thực tế. Một số kết quả nghiên cứu được thống kê trong Bảng 1. Kết quả cho thấy khi sử dụng vật liệu hấp phụ từ những vật liệu giàu sắt, dung lượng hấp phụ tối đa đều đạt cao ở điều kiện pH phù hợp cho nước ăn uống, cho hiệu suất xử lý cao. Do đó, nghiên cứu này sử dụng những vật liệu giàu sắt để làm nguyên liệu chính cho sản xuất các vật liệu hấp phụ xử lý asen.

Bảng 1: Một số nghiên cứu về vật liệu hấp phụ xử lý arsen

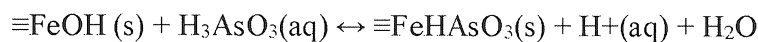
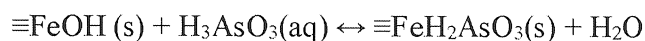
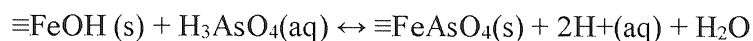
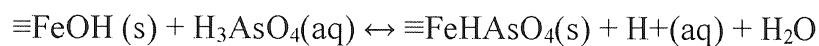
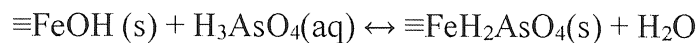
Vật liệu	Phạm vi áp dụng	Kết quả nghiên cứu	Tác giả
Bùn đỏ biến tính nhiệt 400– 500°C	Xử lý As (III,V) quy mô phòng thí nghiệm (PTN)	$Q_{\max} = 4090 \text{ mg/kg}$	Nguyễn Trung Minh, 2016
Bùn đỏ biến tính axit	Xử lý As (III) và As (V) quy mô PTN	Hiệu suất 87,54% ở pH = 3,5 và 96,52% ở pH = 7,25	H.Soner Altundogan và các đồng tác giả, 2002
Bùn đỏ biến tính HCl 1M	Xử lý As (III) và As (V) quy mô PTN	$Q_{\max} = 0,50 \text{ mg/g}$ ở pH = 4; $Q_{\max} = 0,48 \text{ mg/g}$ ở pH = 7,5	Trần Mạnh Hùng, 2012
Laterit biến tính MnO_2	Xử lý As (V) quy mô PTN	Hiệu suất 91,2 – 92,5%, $Q_{\max} = 17,4 \text{ mg/g}$ ở pH = 6	Nguyen Thi Hue và các đồng tác giả, 2015
Laterit	Cột lọc quy mô hộ gia đình	Hiệu suất >94% ở pH = 6	Trần Văn Quy và các đồng tác giả, 2012
Laterit	Xử lý As (III) quy mô PTN	Hiệu suất >90% ở pH <6 và 80% ở pH 6 – 10	Nguyễn Thị Hằng Nga, 2014
Quặng MnO_2	Xử lý As (III) và As (V) quy mô PTN Xử lý với mẫu nước ngầm thực tế tại Tam Hiệp, Thanh Trì, Hà Nội	Hiệu suất >80%, xử lý As (III) hiệu quả hơn As (V), pH tối ưu từ 4 – 5 Xử lý đạt QCVN 02: 2009/BYT với arsen đầu vào <500 ppb	Nguyễn Thị Hà và các đồng tác giả, 2006
Zeolit biến tính MnO_2	Xử lý As (III) quy mô PTN Nước ngầm khu vực huyện Hoài Đức, Hà Nội	Hiệu suất 94,32%, $Q_{\max} = 23,26 \text{ } \mu\text{g/g}$ ở pH = 3 Hiệu suất 96,29% với mẫu nước ngầm thực tế có nồng độ arsen 143,8 $\mu\text{g/L}$	Vũ Minh Thắng, 2012

(Chú giải: $Q_{\max}$ – Dung lượng hấp phụ tối đa)

Vấn đề xử lý arsen sử dụng vật liệu trên nền sắt đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu. Loại bỏ arsen bằng vật liệu trên nền sắt theo cơ chế trao đổi ion, hấp phụ trên bề mặt nhóm hydroxyl hoặc đồng kết tủa. Vật liệu loại bỏ arsen nền sắt bao gồm hydroxyl sắt, oxit sắt, quặng sắt và các vật liệu oxit sắt trên nền các chất mang khác nhau.

Hydroxyt sắt (III) được sử dụng để loại asen khỏi nước ở dạng các hạt hydroxyt sắt (III), hoặc các hạt chất hấp phụ được tạo nên từ 2 oxit của Fe-Si, Fe-Al, hoặc đồng kết tủa asen với sắt (III) clorua bằng NaOH. Ngoài các vật liệu nhân tạo, người ta còn sử dụng các khoáng chất của sắt đã được biến tính để hấp phụ asen. Trong số đó, limonit và laterit là 2 loại khoáng có khả năng hấp phụ As khá cao thường được nghiên cứu sử dụng (tải trọng hấp phụ cực đại As (V) của laterit là 6 mg/g, Frederick Partey, 2008).

Dưới đây là các phản ứng có thể xảy ra giữa các hợp chất asen vô cơ và sắt hydroxyt (kí hiệu ($\equiv\text{FeOH}$) là vị trí của sắt (III) hydroxyt trên bề mặt vật liệu).



Trên thế giới cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu sử dụng các hợp chất của sắt để hấp phụ asen. Các nghiên cứu về sự hấp phụ asen ở cả 2 dạng As (III) và As (V) trên sắt hydroxyt vô định hình đã xác định rằng các vật liệu làm từ sắt hydroxyt vô định hình có khả năng hấp phụ asen cao gấp 5 đến 10 lần khả năng hấp phụ asen của nhôm oxit đã được hoạt hóa.

Chowdhury và các đồng tác giả (2010) đã nghiên cứu sử dụng hỗn hợp quặng oxit sắt và hạt nano oxit sắt từ để hấp phụ asen trong dung dịch. Vật liệu hấp phụ loại bỏ 96 – 99% asen trong môi trường nước có tính axit với nồng độ asen ban đầu là 1,5 mg/L. Trong môi trường pH=2, dung lượng hấp phụ cực đại là 3,69 mg/g đối với As (III) và 3,71 mg/g đối với As (V). Ion PO_4^{3-} ảnh hưởng lớn đến sự hấp phụ asen. Với nồng độ phosphat 5 mg/L, nồng độ asen ban đầu 1,3 mg/L thì hiệu suất hấp phụ asen giảm còn 60%, do vậy cần có giải pháp khắc phục khi xử lý asen trong môi trường giàu ion phosphat.

Mondal và các đồng tác giả (2008) đã nghiên cứu loại bỏ asen ra khỏi nguồn nước bằng cách sử dụng vật liệu biến tính Fe^{3+} trên nền cacbon hoạt tính. Kết quả chỉ ra rằng vật liệu hấp phụ As (V) tốt nhất ở pH trong khoảng 5-7 và As (III) trong khoảng pH là 9-11.

Tại Việt Nam, Viện Công nghệ Hóa học thành phố Hồ Chí Minh thuộc Viện Khoa học Công nghệ Việt Nam đã nghiên cứu sử dụng vật liệu hấp phụ pyrolusit với thành phần chính gồm MnO_2 71,2%; Fe_2O_3 10,2%; SiO_2 15,3%; CaO 0,6% và MgO 0,3% và có kích thước hạt 0,9-1,5 mm để xử lý As trong nước ngầm. Thực tế cho thấy sau khi xử lý hàm lượng asen trong nước giảm từ 170 ppb xuống còn dưới 10 ppb (0,01 mg/L) theo Tiêu chuẩn Việt Nam QCVN02/2009-BYT cho nước ăn uống (Hương Cát, 2007).

PGS.TS. Nguyễn Trung Minh thuộc Viện Địa chất - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam nghiên cứu chế tạo hạt vật liệu BVNQ từ bùn đỏ Bảo Lộc (Lâm Đồng) có dung lượng hấp phụ 4090 mg/kg vật liệu (Nguyễn Trung Minh, 2016).

Phạm Văn Lâm và các đồng tác giả (2009) đã tổng hợp nano sắt từ γ - Fe_3O_4 bằng phản ứng kết tủa (pH = 11 – 13) bởi NaOH từ dung dịch chứa FeCl_2 – FeCl_3 với tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} = 1/2$, nồng độ Fe^{2+} là 0,1 M. Sản phẩm có dạng hình cầu đường kính 10 – 12 nm, có khả năng hấp phụ cả As (V) và As (III), dung lượng hấp phụ asen khoảng 27 g/kg.

Một số phương pháp xử lý ô nhiễm asen trong nước ngầm đã và đang được nghiên cứu, sử dụng và được coi là phù hợp với điều kiện Việt Nam đều có những ưu nhược điểm riêng.

Phương pháp hấp phụ thể hiện ưu điểm khi tận dụng các công trình xử lý nhiễm sắt đã có của các hộ gia đình, đạt hiệu quả xử lý cao đặc biệt tại những nơi có nồng độ sắt trong nước ngầm lớn. Ngoài ra, khi sử dụng phương pháp hấp phụ, các thành phần của bể được thiết kế và lắp đặt đơn giản. Phương pháp này có

nhược điểm đó là cần thay thế chất hấp phụ sau một thời gian sử dụng, tuy nhiên giá thành các chất hấp phụ trên thị trường hiện nay vẫn còn cao so với điều kiện nông thôn.

Phương pháp oxy hóa bằng không khí cộng kết tủa đơn giản, giá thành rẻ và cũng tận dụng được các công trình xử lý nhiễm sắt và mangan của các hộ gia đình, tuy nhiên hiệu suất xử lý không cao đối với những nơi có nồng độ As cao, và chỉ áp dụng được tại những nơi có hàm lượng sắt cao để kết tủa (hoặc phải bổ sung sắt).

Theo khảo sát, trên địa bàn Hà Nội, hầu hết các hộ gia đình đều sử dụng các biện pháp lọc nước bằng cát, đá, sỏi theo phương pháp truyền thống, thô sơ nên không xử lý triệt để asen. Từ đó, asen theo đường nước sinh hoạt tiếp xúc qua da và hệ tiêu hóa tích tụ trong cơ thể gây ra nhiều bệnh tật nguy hiểm. Trong trường hợp hệ thống xử lý sơ bộ bằng các quá trình trên không đủ để xử lý asen hoặc lắp đặt một hệ thống xử lý bổ sung để xử lý asen là rất cần thiết (Hình 1). Trong khi đó, mặc dù đã có nhiều nghiên cứu và ứng dụng thành công công nghệ xử lý nước nhiễm asen tại vùng nông thôn, quy mô hộ gia đình, tuy nhiên giá thành chưa hợp lý, tính phổ biến chưa cao nên cũng chưa đáp ứng được nhu cầu sử dụng nước sạch của các vùng nông thôn có nước nhiễm asen.

Chính vì vậy việc chế tạo được vật liệu này được chế tạo đơn giản, chi phí hợp lý quy mô hộ hoặc nhóm hộ gia đình hoặc cụm dân cư nhỏ, trường mầm non nông thôn để xử lý nguồn nước ngầm nhiễm asen là việc làm có ý nghĩa thiết thực, giúp đảm bảo nguồn nước sạch, cải thiện chất lượng sống của người dân nông thôn.

Mục tiêu của giải pháp hữu ích là đưa ra quy trình sản xuất vật liệu xử lý tận dụng các loại vật liệu rẻ tiền, có sẵn tại địa phương (ví dụ như quặng sắt, bã thải từ nhà máy sắt, bùn đỏ từ nhà máy bauxit hay các loại sắt oxit, sắt hydroxyt công nghiệp, v.v.), phối trộn với các phụ gia mà cũng từ các loại vật liệu rẻ tiền,

để tạo ra vật liệu xử lý nước nhiễm asen giá rẻ, tận dụng để sử dụng trong các hệ lọc nước có sẵn tại nông thôn.

Các thông tin và các bài báo trích dẫn nêu trên có thể tìm thấy trong danh mục tài liệu tham khảo dưới đây:

1. Samuel Luzi, Micheal Berg, Pham Thị Kim Trang, Pham Hung Viet & Roland Schertenleib (2004), *Household Sand Filters for Arsenic Removal*, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG), Ueberlandstr. 133, CH-8600 Duebendorf, Switzerland.
2. Lê Văn Cát (1999), *Cơ sở hóa học và kỹ thuật xử lý nước*, NXB Thanh niên, Hà Nội.
3. Ngô Ngọc Cát & Đàm Đức Quý (2000), *Đánh giá nước nhiễm độc asen (As) ở phường Quỳnh Lôi quận Hai Bà Trưng, Hà Nội và đề xuất các giải pháp làm sạch nước.*, Hội thảo về hiện trạng chất lượng nước ngầm trên địa bàn Hà Nội, Bộ KH&ĐT.
4. Đào Ngọc Phong & Đặng Văn Can (2000), "Đánh giá tác động của asen tới môi sinh và sức khỏe con người ở các vùng mỏ nhiệt dịch có hàm lượng asen cao", *Tập san Địa chất và Khoáng sản*. 7, tr. 199.
5. Vũ Minh Thắng (2012), *Nghiên cứu xử lý asen trong nước ngầm bằng vật liệu zeolit biến tính đioxit mangan (MnO₂)*, Luận văn Thạc sĩ ngành Khoa học môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học quốc gia Hà Nội.
6. Emily Robbins (2006), *Development of an iron-oxide coated ceramic filter for removal of As (III) and As (V) in developing nations*, Master of Science in Environmental Engineering, Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Kansas.
7. Kiem B. Vu, Michael D. Kaminski & Luis Nunez (2003), *Review Of Arsenic Removal Technologies For Contaminated Groundwaters*, Argonne National Laboratory, Chemical Engineering Division.
8. Ali và các đồng tác giả (2001), "Development of Low-cost Technologies for Removal of Arsenic from Groundwater", *Technologies for Arsenic Removal from Drinking Water*, tr. 99 - 119.

9. Vũ Ngọc Duy (2005), *Nghiên cứu động học oxy hóa As (III) trong nước bằng Clo và Cloramin*, Luận văn Thạc sĩ Khoa học, Đại học Khoa Học Tự Nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội.
12. Trịnh Thị Thanh, Trần Yên & Đồng Kim Loan (2004), *Giáo trình công nghệ môi trường 2*, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia Hà Nội, 36-44.
13. Ngô Thị Mai Việt (2010), *Ứng dụng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử để nghiên cứu tính chất hấp phụ các kim loại nặng của đá tổ ong và khả năng ứng dụng trong phân tích*, Luận án tiến sĩ, ĐHKHTN, ĐH Quốc Gia Hà Nội.
14. Said Bey, Alessandra Criscuoli, Alberto Figoli, Agnieszka Leopold, Silvia Simone, Mohammed Benamor & Enrico Drioli (2010), "Removal of As (V) by PVDF hollow fibers membrane contactors using Aliquat-336 as extractant", *Desalination*. 264(3), tr. 193-200.
15. Maria Giovanna Buonomenna, Giovanni Golemme, Alberto Figoli & Enrico Drioli (2010), "Fluorinated membranes as interfaces for application in catalysis", *Desalination*. 250(3), tr. 1147-1149.
16. M. Azizur Rahman & Christel Hassler (2014), "Is arsenic biotransformation a detoxification mechanism for microorganisms?", *Aquatic Toxicology*. 146, tr. 212-219.
17. Shahedur Rahman, Ki-Hyun Kim, Subbroto Kumar Saha, A. M. Swaraz & Dipak Kumar Paul (2014), "Review of remediation techniques for arsenic (As) contamination: A novel approach utilizing bio-organisms", *Journal of Environmental Management*. 134, tr. 175-185.
18. Rahman và các đồng tác giả (2008), "Laterite-A Potential Alternative for Removal of Groundwater Arsenic", *Journal of Applied Science Environmental Management*. 12(1), tr. 93-100.
19. Arub Joshi & Malay Chaudhuri (1996), "Removal of Arsenic from Ground Water by Iron Oxyde-Coated Sand", *Journal of Environment Engineering*, tr. 769 -770.
20. Nguyễn Trung Minh (2016), "Hạt vật liệu chế tạo từ bùn đỏ bauxit Bảo Lộc và định hướng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm nước thải", *Các khoa học về trái đất*, tr. 231-237.

21. H.Soner Altundogan, Sema Altundogan & Fikret Tumen (2002), "Arsenic adsorption from aqueous solution by activated red mud", *Waste Management*. 22(E), tr. 357-363.
22. Trần Mạnh Hùng (2012), *Nghiên cứu thành phần, tính chất của bùn đỏ và định hướng ứng dụng trong lĩnh vực môi trường*, Luận văn Thạc sỹ Khoa học: chuyên ngành Hóa phân tích, Đại học Khoa học Tự nhiên.
23. Nguyen Thi Hue và các đồng tác giả (2015), Study on removal of both arsenic an phosphate from water by MnO₂ - doped Laterite in northern Viet Nam, *The Proceedings of the 7th VAST - AIST WORKSHOP*.
24. Trần Văn Quy, Nguyễn Xuân Huân & Trần Văn Sơn (2012), "Nghiên cứu hiện trạng và hiệu quả xử lý ô nhiễm asen trong nước ngầm ở huyện Hoài Đức, Hà Nội bằng các vật liệu có sẵn trong tự nhiên", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*. 28, tr. 174-180.
25. Nguyễn Thị Hằng Nga (2014), *Nghiên cứu khả năng xử lý asen (As) trong nước ô nhiễm bằng sản phẩm đất phong hoá nhiệt đới*, Hội nghị khoa học thường niên, Khoa Kỹ Thuật Tài Nguyên Nước, Trường ĐH Thủy lợi
26. Nguyễn Thị Hà, Hoàng Thị Trung Hiếu & Nguyễn Văn Hà (2006), Nghiên cứu tách asen trong nước ngầm bằng hệ thống lọc hấp phụ asen quy mô hộ gia đình sử dụng quặng MnO₂, *Hội nghị Khoa học lần thứ 20 Đại học Bách khoa Hà Nội - Phân ban: Môi trường*, tr. 80-86.
27. Frederick Partey, David Norman, Samuel Ndur & Robert Nartey (2008), "Arsenic sorption onto laterite iron concretions: Temperature effect", *Journal of Colloid and Interface Science*.
28. Chowdhury, Saidur Rahman, Yanful & Ernest K (2010), "Arsenic and chromium removal by mixed magnetite–maghemite nanoparticles and the effect of phosphate on removal", *Journal of Environmental Management*. 91(11), tr. 2238-2247.
29. Mondal P, Majumder C. B & Mohanty B (2008), "Effects of adsorbent dose, its particle size and initial arsenic concentration on the removal of arsenic, iron and manganese from simulated ground water by Fe³⁺ impregnated activated carbon", *Journal of Hazardous Materials*. 150(3), tr. 695-702.

30. Hương Cát (2007), *Phương pháp loại bỏ asen trong nước*, truy cập ngày 10-12-2015, tại trang web <http://vnn.vietnamnet.vn/khoahoc/2007/10/751>.

31. Phạm Văn Lâm (2009), *Vật liệu hấp phụ asen trên nền oxit sắt có kích thước nano*, Viện Hóa học (A18- 18 Hoàng Quốc Việt- Hà Nội).

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Những phương pháp kể trên đều có những ưu và nhược điểm riêng, để khắc phục những nhược điểm này, dựa trên tính khả thi trong xử lý asen của các loại vật liệu kể trên theo phương pháp hấp phụ, các tác giả giải pháp hữu ích đã lựa chọn phương pháp hấp phụ để xây dựng hệ thống xử lý asen trong nước. Các kết quả nghiên cứu đã có cũng cho thấy các vật liệu giàu sắt (oxit sắt, sắt hydroxyt) có hiệu quả xử lý asen rất cao, đồng thời, các khoáng tự nhiên như laterit, cao lanh, v.v., cũng cho hiệu quả xử lý tốt và giá thành rẻ. Do đó, các tác giả giải pháp hữu ích đã lựa chọn sự kết hợp giữa vật liệu giàu sắt và các loại khoáng tự nhiên đã nêu để đưa ra loại vật liệu tối ưu trong hiệu quả xử lý asen theo phương pháp hấp phụ cũng như đảm bảo dễ dàng trong quá trình vận hành và rửa lọc.

Cụ thể, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát. Quy trình theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước:

(i) phối trộn: phối trộn vật liệu theo tỷ lệ khối lượng như sau: vật liệu chính 40%, nhôm hydroxyt 10%, cao lanh 20% và phụ gia từ đất sét 30% thu được hỗn hợp vật liệu, trong đó vật liệu chính là các vật liệu giàu sắt có thành phần sắt oxit chiếm 40 – 50% tổng khối lượng vật liệu chính;

(ii) tạo viên;

(iii) nung; và

(iv) thu vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện sơ đồ hệ thống pilot để xử lý asen trong nước ngầm của trường Mầm non xã Cự Khê.

Hình 2 thể hiện kết quả xử lý nước nhiễm asen của hệ thống pilot được đặt tại trường Mầm non xã Cự Khê.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Các bước của quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát được mô tả cụ thể dưới đây.

(i) Phối trộn:

Phối trộn vật liệu theo tỷ lệ khối lượng như sau:

- vật liệu chính: 40%;
- nhôm hydroxyt: 10%;
- cao lanh: 20%; và
- phụ gia từ đất sét: 30%; thu được hỗn hợp vật liệu.

Trong đó, vật liệu chính được sử dụng làm nguyên liệu cho quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm asen theo giải pháp hữu ích là các vật liệu giàu sắt như quặng sắt, bùn đỏ (từ nhà máy bauxit), sắt oxit công nghiệp hoặc sắt hydroxyt công nghiệp, v.v., làm nhiệm vụ cung cấp thành phần sắt cho vật liệu. Vật liệu chính được sử dụng làm nguyên liệu cần có thành phần sắt oxit chiếm 40-50% tổng khối lượng vật liệu này. Các vật liệu giàu sắt sau khi bám dính lên bề mặt các phụ gia, sẽ có diện tích bề mặt tiếp xúc với nước ngầm lớn, bảo đảm quá trình hấp phụ asen, loại bỏ chúng ra khỏi nước ngầm. Do đó, nếu hàm lượng sắt oxit quá thấp thì sẽ làm giảm hiệu quả xử lý asen. Và do đây là các nguyên liệu tận dụng từ các quá trình sản xuất công nghiệp, nên hàm lượng sắt oxit sẽ không quá lớn. Thành phần sắt oxit chiếm 40 – 50% tổng khối lượng vật liệu là hàm lượng tối ưu

đối với vật liệu chính được dùng làm nguyên liệu cho quy trình theo giải pháp hữu ích.

Nhôm hydroxyt, cao lanh và phụ gia từ đất sét đều đóng vai trò chất phụ gia, để tạo khung xương và tạo độ bền cho vật liệu. Các phụ gia này sau quá trình nung sẽ tạo thành khung xương cứng, tương tự quá trình nung gạch. Tuy nhiên, các vật liệu đóng vai trò chất phụ gia này vẫn bảo đảm độ xốp của vật liệu xử lý nước nhiễm asen thu được, làm tăng diện tích tiếp xúc của sắt với nước cần xử lý, nhưng vẫn bảo đảm độ bền của vật liệu xử lý nước nhiễm asen trong nước. Tỷ lệ các vật liệu đóng vai trò chất phụ gia này đã được lựa chọn thông qua thử nghiệm, để vật liệu xử lý nước nhiễm asen thu được từ quy trình đảm bảo độ cứng để có đủ độ bền trong quá trình sử dụng, và độ xốp để tăng diện tích tiếp xúc xử lý của vật liệu thu được tối ưu.

Bổ sung nước vào hỗn hợp vật liệu, thu được hỗn hợp vật liệu phối trộn. Nước được bổ sung vào hỗn hợp vật liệu phối trộn chỉ để tạo độ ẩm cho hỗn hợp vật liệu phối trộn, đủ để tạo khuôn và tạo viên trong bước tiếp theo. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực hóa học vật liệu sẽ dễ dàng xác định được lượng nước cần thiết để bổ sung vào hỗn hợp, sao cho đáp ứng được mục đích này.

Việc phối trộn có thể được thực hiện dễ dàng bằng các thiết bị phối trộn cơ học hoặc thủ công.

(ii) Tạo viên:

Tạo viên hỗn hợp vật liệu phối trộn bằng máy ép viên, tạo thành vật liệu dạng viên hình trụ có đường kính 1 cm và chiều dài 2 cm.

Làm khô vật liệu thu được sau tạo viên, thu được vật liệu dạng viên. Việc làm khô có thể được thực hiện bằng cách để khô tự nhiên hoặc sấy tại nhiệt độ 50°C trong 24 giờ.

Các thiết bị được sử dụng như máy ép viên, thiết bị sấy là các thiết bị thông thường trong lĩnh vực.

Kích thước viên vật liệu được lựa chọn sao cho kích thước không quá lớn khiến làm giảm diện tích bề mặt và giảm hiệu quả xử lý, cũng như không quá nhỏ để tránh việc rò rỉ cặn sắt và vỡ viên vật liệu. Quá trình sấy giúp viên vật liệu ổn định trước khi vào quá trình nung.

(iii) Nung:

Vật liệu dạng viên được đưa vào lò nung, tăng nhiệt độ từ từ với tốc độ gia nhiệt là $2,5^{\circ}\text{C}/\text{phút}$, đến nhiệt độ là 500°C và giữ nhiệt độ này trong 10 giờ. Thiết bị nung là thiết bị thông thường trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Quá trình nung này bảo đảm biến đổi tính chất vật liệu, giúp các nguyên liệu ban đầu trở nên rắn và bền vững, đáp ứng được các yêu cầu cho sử dụng thực tế. Quá trình gia nhiệt, với tốc độ gia nhiệt thấp bảo đảm viên vật liệu không bị vỡ vụn trong quá trình nung.

(iv) Thu vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát:

Vật liệu được làm nguội từ từ về nhiệt độ phòng trong 10 giờ, sau đó được đưa ra khỏi lò, thu được sản phẩm là vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát theo giải pháp hữu ích.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1: Sản xuất vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát.

Phối trộn các vật liệu theo tỷ lệ như dưới đây:

- Vật liệu chính 40%

trong đó, vật liệu chính là bùn đỏ được tận thu từ nhà máy sản xuất nhôm Tân Rai, Tây Nguyên.

- nhôm hydroxyt: 10%;

- cao lanh: 20%; và

- phụ gia từ đất sét: 30%;

trong đó, phụ gia từ đất sét là hỗn hợp 2 loại đất sét được phối trộn theo tỷ lệ 1:1. Loại đất sét thứ nhất được khai thác từ An Lão, Hải Phòng và loại đất sét thứ hai được khai thác từ Thanh Hóa; thu được hỗn hợp vật liệu.

Bổ sung nước từ từ vào hỗn hợp vật liệu và tiếp tục trộn, thu được hỗn hợp có độ ẩm đủ để tạo viên là hỗn hợp vật liệu phối trộn.

Đưa hỗn hợp vật liệu phối trộn vào máy ép viên, tạo thành vật liệu dạng viên hình trụ có đường kính 1 cm và chiều dài 2 cm. Làm khô vật liệu thu được sau tạo viên bằng cách sấy tại nhiệt độ 50°C trong 24 giờ, thu được vật liệu dạng viên.

Vật liệu dạng viên được đưa vào lò nung, tăng nhiệt độ từ từ với tốc độ gia nhiệt là 2,5°C/phút, đến nhiệt độ là 500°C và giữ nhiệt độ này trong 10 giờ.

Vật liệu được làm nguội từ từ về nhiệt độ phòng trong 10 giờ, sau đó được đưa ra khỏi lò, thu được sản phẩm là vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát.

Vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát thu được đạt các chỉ tiêu kỹ thuật như trong Bảng 2 dưới đây:

Bảng 2: Các chỉ tiêu kỹ thuật của vật liệu

STT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Độ xốp (%)	4,5 – 6,5
2	Khối lượng riêng (g/cm ³)	1,2 – 1,8
3	Dung lượng hấp thụ tĩnh (Q _{max}) (mg/g)	> 30
4	Kích thước vật liệu (mm)	10

Ví dụ 2: Áp dụng vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp cho bể lọc cát trong hệ thống xử lý nước ngầm nhiễm asen.

Vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát theo giải pháp hữu ích đã được áp dụng cho hệ thống xử lý nước ngầm của trường Mầm non xã Cự Khê, thuộc thôn Khúc Thủy, xã Cự Khê, huyện Thanh Oai, Hà Nội. Huyện Thanh Oai là một huyện bị ô nhiễm As nặng, theo khảo sát của Trung tâm Quốc gia nước sạch và vệ sinh an toàn nông thôn năm 2016, trong 2864 mẫu, có 46,46% vượt mức nồng độ As cho phép ($\geq 50\text{ppb}$), trong đó có 16,13% tương đương 462 mẫu có nồng độ As lớn hơn 100 ppb. Trong đó, điển hình là Cự Khê cùng với Xuân Dương và Cao Dương là các xã có tỉ lệ nhiễm asen trong nước ngầm vượt mức cho phép rất cao (đều lớn hơn 80%), trong đó hầu hết các mẫu được lấy đều có hàm lượng asen vượt quá giới hạn cho phép của nước sinh hoạt theo QCVN 02: 2009/BYT, và có trên 50% các mẫu được lấy có lượng As lớn hơn 100 ppb.

Hiện nay, tuy đã có một nhà máy nước tại xã Cự Khê, tuy nhiên không đủ cung cấp cho toàn xã. Các hộ gia đình trong xã vẫn sử dụng nguồn nước từ các giếng khoan thủ công, nhỏ, sâu khoảng 20 – 30 mét trong khuôn viên gia đình. Nước bơm lên sử dụng ngay để tưới cây hoặc vệ sinh nhà cửa, hoặc chỉ được xử lý theo cách đơn giản: lọc qua 1 bể có lớp cát vàng, đá xanh hoặc sỏi rồi đưa ngay vào bể để sử dụng.

Nguồn nước từ quá trình tự xử lý của người dân chưa đảm bảo cho sử dụng trong ăn uống và chế biến thực phẩm của làng nghề Cự Đà, gây lo lắng cho cư dân nơi đây. Vấn đề này cần sớm được giải quyết nếu không sẽ làm ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe và hoạt động sản xuất cũng như sinh hoạt của người dân, đồng thời gây mất an toàn thực phẩm cho những người tiêu dùng đang sử dụng sản phẩm của làng nghề Cự Đà.

Mầm non xã Cự Khê, thuộc thôn Khúc Thủy, là một trong các công trình công cộng của xã, với hơn 200 học sinh và 30 giáo viên đang học tập và công tác. Nguồn nước sử dụng chính tại đây vẫn là nước từ các giếng khoan sau khi tự xử lý, tuy nhiên phần lớn không đạt theo cả 2 quy chuẩn QCVN 01:2009/BYT và QCVN 02:2009/BYT về chỉ tiêu asen. Hiện tại, nguồn nước ăn uống tại trường là các bình

nước lọc thương phẩm trên thị trường, rất tốn kém trong sử dụng, và vận chuyển; ngoài ra, nước sau xử lý không đạt quy chuẩn còn được sử dụng để tưới rau và phục vụ một số sinh hoạt khác của cán bộ và học sinh trong trường, điều này gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe của các học sinh, có thể gây nhiễm độc asen mãn tính.

Hệ thống pilot được lắp đặt tại trường mầm non có sơ đồ như được thể hiện trên Hình 1. Hệ thống hoạt động theo nguyên tắc như sau:

- Nước ngầm nhiễm As được bơm lên bể sục khí, tại đây, quá trình sục diễn ra liên tục với lượng khí được đưa vào từ máy nén khí đa năng. Trên đường ống lắp đặt sẵn các thiết bị và đường ống phục vụ quá trình bơm chất trợ lắng khi cần thiết.

- Sau quá trình sục khí, nước được đưa sang bể lắng lamen. Nước sau bể lắng, được điều chỉnh lưu lượng cấp vào bể lọc thông qua một van và lưu lượng kế.

- Trong bể lọc chính, nước chảy ngược từ dưới lên ngược chiều trọng lực, đi qua các lớp lọc cát, lớp vật liệu hấp phụ chính và lớp than hoạt tính, sau đó đi ra bể chứa nước sạch.

Nước thu được sau khi đi qua hệ thống lọc có sử dụng vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát theo giải pháp hữu ích được phân tích để xác định các thông số về Fe, As, v.v., để xác định xem nước sau xử lý có đáp ứng tiêu chuẩn về nước sinh hoạt hay không. Kết quả được thể hiện trên Hình 2.

Nước sau xử lý đạt các thông số về pH, As, Fe đều phù hợp theo QCVN 01:2009/BYT, phù hợp làm nước sinh hoạt cho dân cư.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề xuất quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát, quy trình theo giải pháp hữu ích đã tận dụng được các loại vật

liệu rẻ tiền, có sẵn tại địa phương, tạo ra vật liệu xử lý nước nhiễm asen giá rẻ, tận dụng để sử dụng trong các hệ lọc nước có sẵn tại nông thôn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chế tạo vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát bao gồm các bước:

(i) phối trộn:

phối trộn vật liệu theo tỷ lệ khối lượng như sau:

- vật liệu chính: 40%;
- nhôm hydroxyt: 10%;
- cao lanh: 20%; và
- phụ gia từ đất sét: 30%;

thu được hỗn hợp vật liệu;

trong đó vật liệu chính là các vật liệu giàu sắt có thành phần sắt oxit chiếm 40 – 50% tổng khối lượng vật liệu chính;

bổ sung nước vào hỗn hợp vật liệu để tạo độ ẩm đủ để tạo viên, thu được hỗn hợp vật liệu phối trộn;

(ii) tạo viên:

tạo viên hỗn hợp vật liệu phối trộn bằng máy ép viên, tạo thành vật liệu dạng viên hình trụ có đường kính 1 cm và chiều dài 2 cm;

làm khô vật liệu thu được sau tạo viên, bằng cách để khô tự nhiên hoặc sấy tại nhiệt độ 50⁰C trong 24 giờ, thu được vật liệu dạng viên;

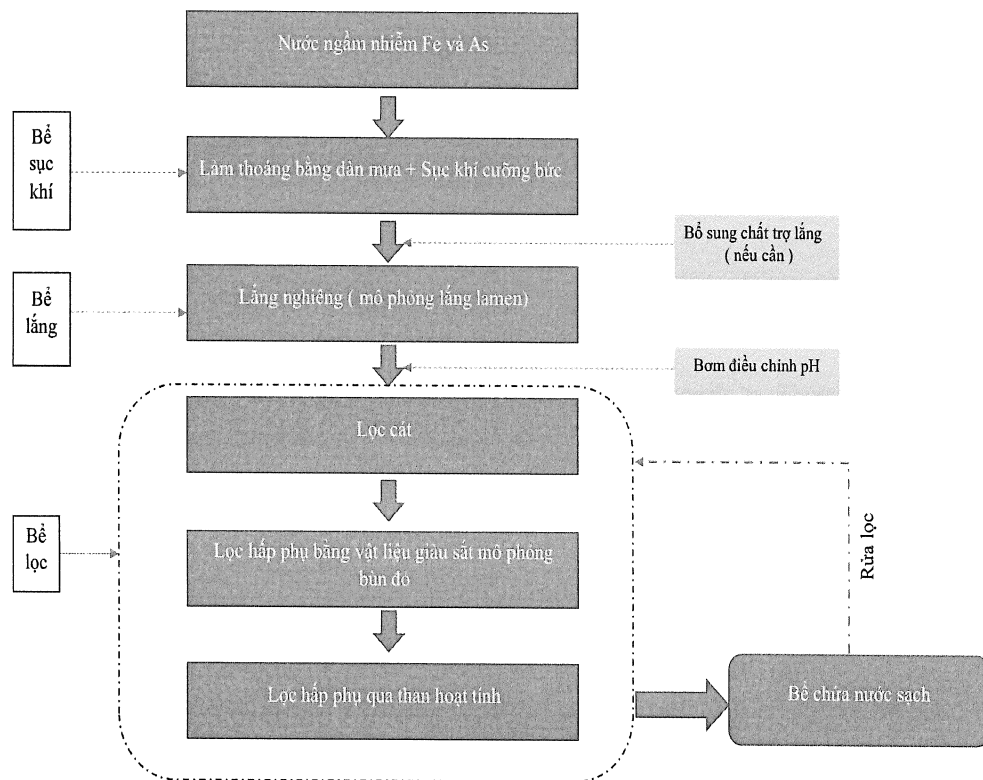
(iii) nung:

đưa vật liệu dạng viên vào lò nung, tăng nhiệt độ từ từ với tốc độ gia nhiệt là 2,5⁰C/phút, đến nhiệt độ là 500⁰C và giữ nhiệt độ này trong 10 giờ; và

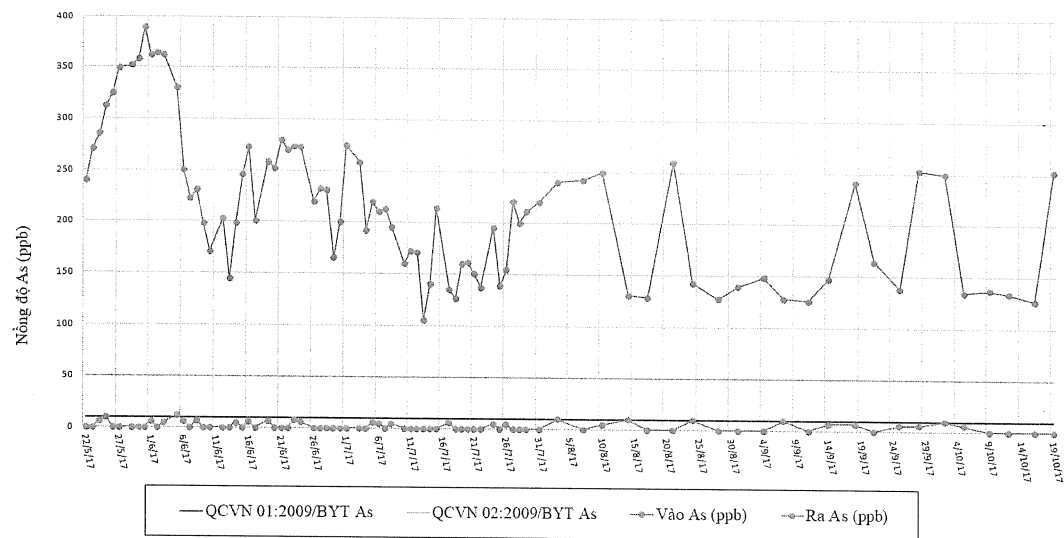
(iv) thu vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát:

làm nguội từ từ vật liệu trong lò nung về nhiệt độ phòng trong 10 giờ; và

đưa vật liệu ra khỏi lò, thu được sản phẩm là vật liệu xử lý nước nhiễm asen áp dụng cho bể lọc cát.



Hình 1



Hình 2