



(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)



2-0002355

(51) **C02F 1/62**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2020-00221

(22) 31/10/2018

(67) 1-2018-04883

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/12/2018 369A

(73) 1. Nguyễn Văn Chuyên (VN)

Khoa Vệ sinh Quân đội, Học viện Quân y, số 160 Phùng Hưng, phường Phúc La, quận Hà Đông, thành phố Hà Nội

2. Nguyễn Văn Ba (VN)

Trung tâm Ung Bướu - Bệnh viện Quân y 103, số 261 Phùng Hưng, phường Phúc La, quận Hà Đông, thành phố Hà Nội

3. Đỗ Như Bình (VN)

Học viện Quân y, số 160 Phùng Hưng, phường Phúc La, quận Hà Đông, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Văn Chuyên (VN); Nguyễn Văn Ba (VN); Đỗ Như Bình (VN); Hồ Anh Sơn (VN); Phạm Văn Thức (VN); Nguyễn Thị Minh Ngọc (VN).

(54) **PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC SINH HOẠT BỊ NHIỄM ASEN NHỜ SỬ DỤNG THAN HOẠT TÍNH TỪ CÂY THẦU DẦU TÍA**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp xử lý nước sinh hoạt bị nhiễm asen bao gồm các bước: phun nước thành các giọt mưa để loại bỏ thành phần chứa Fe và Mn; lọc các chất cặn, các chất kết tủa nhờ lớp cát mịn có độ dày khoảng 30cm; hấp thụ các thành phần kim loại nặng bao gồm asen bằng lớp than hoạt tính từ cây thầu dầu tía có độ dày khoảng 30cm; lọc các chất cặn, các chất kết tủa lần thứ hai nhờ lớp cát lớn có độ dày khoảng 10cm; cho nước đi qua lớp sỏi nhỏ có độ dày khoảng 1 Ocm; và thu hồi nước đã được lọc sạch vào bể chứa để sử dụng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ môi trường. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp xử lý nước sinh hoạt bị nhiễm asen nhờ sử dụng than hoạt tính từ cây thầu dầu tía thích hợp để áp dụng ở các vùng nông thôn.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Đối với một số vùng nông thôn, việc sử dụng các nguồn nước giếng khoan, nước giếng khơi cho mục đích ăn uống, sinh hoạt, chăn nuôi, trồng trọt là phổ biến. Các loại nước này có nhược điểm là chứa nhiều thành phần kim loại nặng gây hại cho sức khỏe người dùng, nhất là asen, còn gọi là thạch tín, nếu nồng độ vượt quá ngưỡng cho phép. Theo thống kê của Cục Y tế dự phòng - Bộ Y tế, trong số 10 bệnh truyền nhiễm gây dịch được giám sát có tỷ lệ cao nhất là các bệnh cúm, tiêu chảy, sốt rét, sốt xuất huyết, lỵ trực khuẩn, quai bị, lỵ amip, viêm gan virus, thủy đậu, v.v., có liên quan đến nguồn nước bị nhiễm asen và nhiều chất hữu cơ khác. Các nghiên cứu khoa học cũng cho thấy, khi sử dụng nước bị nhiễm asen để ăn uống, người dùng còn có nguy cơ bị mắc các bệnh ung thư, trong đó thường gặp là ung thư da. Asen còn đầu độc hệ tuần hoàn.

Vì vậy, việc cần thiết phải loại bỏ asen ra khỏi nước trước khi sử dụng cho sinh hoạt là việc làm hết sức quan trọng.

Hiện nay, ở Việt Nam cũng như trên thế giới, để loại bỏ asen ra khỏi nước, thường sử dụng một trong ba phương pháp sau: (i) Hấp thụ trên một số vật liệu vô cơ; (ii) Trao đổi trên nhựa anionit và (iii) Phương pháp kết tủa. Nhược điểm của các phương pháp này là không loại bỏ triệt để được asen có hóa trị 3 (asen III) mà chỉ loại bỏ được asen có hóa trị 5 (asen V). Thực tế, asen trong nước ngầm thường tồn tại dạng asen (III) là chủ yếu.

Khi sử dụng ôxy không khí để ôxy hóa asen (III) lên asen (V), phản ứng xảy ra rất chậm và không hoàn toàn, một phần là do cạnh tranh của sắt (II) và mangan (II), đây là một trong các nguyên nhân giải thích tại sao nước ngầm ở nhiều nơi sau

khi xử lý thành nước sinh hoạt vẫn còn có hàm lượng asen cao hơn tiêu chuẩn cho phép.

Hiện nay, tại khu vực nông thôn, công nghệ bể lọc chậm vẫn thường được sử dụng rất phổ biến, tuy nhiên chúng không thể loại bỏ được asen, trong khi yêu cầu công nghệ phải đảm bảo có thể lọc hiệu quả asen với giá thành rẻ, dễ thực hiện và công suất đủ đảm bảo cho các hoạt động sinh hoạt và chăn nuôi gia của các hộ gia đình.

Các công trình nghiên cứu gần đây của Viện Sức khỏe nghề nghiệp – Bộ Y tế cho thấy, chất lượng của các thiết bị lọc nước bán trên thị trường hiện chưa được kiểm soát hiệu quả. Nhiều thiết bị không lọc được asen như nhà cung cấp sản phẩm quảng cáo. Kết quả thử nghiệm của Viện Sức khỏe nghề nghiệp với 3 thiết bị rẻ tiền, bán phổ biến trên thị trường được quảng cáo có khả năng lọc được asen là bộ lọc KOREANA, bộ lọc As-F100 và bộ lọc As-FeOOH thì chỉ có 1/3 bộ lọc có tác dụng lọc asen. Như vậy, việc người dân tự lựa chọn một thiết bị lọc nước rẻ tiền có bán trên thị trường sẽ không đảm bảo chắc chắn có thể chọn được thiết bị lọc lọc được asen hiệu quả như nhà cung cấp sản phẩm cung cấp. Do vậy, việc nghiên cứu một mô hình lọc asen hiệu quả và có thể áp dụng được ở khu vực nông thôn là rất cần thiết.

Qua tham khảo nhiều tài liệu, các tác giả giải pháp hữu ích đã rút ra kết luận là phần lớn các phương pháp loại asen đều dựa trên nguyên lý kết tủa và hấp phụ asen trên những loại vật liệu khác nhau. Mỗi phương pháp đều có những ưu, nhược điểm, hiệu quả lọc và giá thành rất chênh lệch, phụ thuộc vào loại nguyên liệu được lựa chọn. Vì vậy, cho đến nay, những bộ lọc asen hiệu quả cao vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi, đặc biệt là tại các vùng nông thôn nghèo của Việt Nam.

Trên thị trường, hiện có những bộ lọc ứng dụng công nghệ cao như màng lọc nano hay thẩm thấu ngược, v. v., có thể lọc được asen nhưng giá thành rất cao.

Đã biết, than hoạt tính từ than đá hoặc từ các chất thải hữu cơ giàu cacbon như vỏ trấu, vỏ gạo dừa, vỏ và thân cây ô-liu, v. v., hay các phụ phẩm từ chế biến nông sản thực phẩm khác cũng có tính chất hấp thụ asen và các kim loại nặng khác. Các bể lọc sử dụng than hoạt tính kết hợp với các lớp vật liệu lọc khác như cát, sỏi đã được sử dụng phổ biến ở nhiều vùng nông thôn không chỉ ở nước ta mà ở nhiều

nơi trên thế giới, nhất là ở các nước nghèo. Các loại bể này có tác dụng cải thiện đáng kể chất lượng nước dùng cho sinh hoạt do loại bỏ được một phần đáng kể các chất cặn, các thành phần sắt, mangan và một phần các kim loại nặng. Tuy nhiên, hiệu quả loại bỏ asen của các bể này chưa cao do khả năng hấp thụ asen của các loại than hoạt tính này còn hạn chế.

Vì vậy, nhu cầu đưa ra một công nghệ bao gồm phương pháp và thiết bị loại bỏ asen hiệu quả từ nước sinh hoạt nhờ sử dụng các vật liệu rẻ tiền phù hợp cho người dùng ở các vùng nông thôn là rất cấp bách.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là khắc phục những nhược điểm nêu trên.

Để đạt được mục đích đó, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp xử lý nước sinh hoạt có khả năng loại bỏ asen hiệu quả ra khỏi nước sinh hoạt nhờ sử dụng than hoạt tính từ cây thầu dầu tía. Với việc sử dụng loại than hoạt tính này, hiệu quả loại bỏ asen có thể tăng gấp hàng chục lần so với các loại than hoạt tính thông thường khác. Giá thành của than hoạt tính từ cây thầu dầu tía lại rẻ, phù hợp với điều kiện kinh tế của người dân các vùng nông thôn.

Như đã biết, thầu dầu tía là loại cây công nghiệp có giá trị kinh tế cao. Tinh dầu được chiết xuất từ hạt thầu dầu có tác dụng nhuận tràng hay làm thuốc xổ tuyệt vời, đặc biệt là có nhiều công dụng trong chăm sóc sức khỏe và sắc đẹp của phụ nữ (điều trị khô mắt, điều trị đục thủy tinh thể, giảm viêm, kích thích mọc lông mi, ngăn ngừa nếp nhăn và quầng mắt, ngăn chặn nhiễm trùng mắt, v.v.).

Trong những năm gần đây, dầu thầu dầu đã được dùng làm nguyên liệu điều chế xăng sinh học để thay thế một phần nhu cầu tiêu thụ xăng truyền thống, vốn là một trong các thủ phạm gây ô nhiễm môi trường và hiệu ứng nhà kính. Để sản xuất xăng sinh học, cần một nhu cầu rất lớn về nguyên liệu dầu sinh học, trong đó có dầu chiết xuất từ hạt cây thầu dầu. Việc chiết xuất tinh dầu từ hạt thầu dầu lại sinh ra một lượng bã thải rất lớn có thể gây ô nhiễm môi trường nếu không được xử lý hợp lý.

Một biện pháp xử lý bã thải từ cây thầu dầu hiệu quả là chế biến thành than hoạt tính dùng cho các mục đích khác nhau, vừa mang lại lợi ích kinh tế lại vừa giải quyết được vấn đề gây ô nhiễm.

Như đã biết, tùy thuộc vào loại nguyên liệu thô ban đầu mà các loại than hoạt tính được tạo ra có khả năng hấp thụ asen khác nhau. Trong quá trình nghiên cứu, tìm kiếm một loại vật liệu lọc có khả năng loại bỏ asen hiệu quả mà có giá thành rẻ, phù hợp với điều kiện ở các vùng nông thôn, các tác giả giải pháp hữu ích đã tiến hành rất nhiều thử nghiệm với nhiều loại than hoạt tính khác nhau, trong đó có than hoạt tính có nguồn gốc hóa thạch, cụ thể là từ than đá và các loại than hoạt tính có nguồn gốc hữu cơ, rẻ tiền như các loại than hoạt tính từ các phụ phẩm nông nghiệp, chế biến nông sản như vỏ trấu, sọ dừa, v.v.. Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy than hoạt tính từ cây thầu dầu/phụ phẩm từ chế biến hạt thầu dầu đã thể hiện khả năng loại bỏ asen hiệu quả một cách bất ngờ, cao hơn hẳn so với các loại than hoạt tính đã được sử dụng để loại bỏ asen từ trước đến nay. Từ đó, theo khía cạnh thứ nhất, các tác giả giải pháp hữu ích đã đề xuất phương pháp xử lý nước sinh hoạt bị nhiễm asen nhờ sử dụng than hoạt tính từ cây thầu dầu tía có khả năng loại bỏ phần lớn hàm lượng asen có trong nước, đảm bảo chất lượng nước sinh hoạt vượt tiêu chuẩn cho phép.

Than hoạt tính từ cây thầu dầu tía được sản xuất bởi quy trình sau:

- (i) Chuẩn bị nguyên liệu bằng cách lựa chọn thân cây thầu dầu tía đã trưởng thành, cắt thành các đoạn dài 30-50cm tùy vào kích thước lò đốt;
- (ii) Đốt lò trong khoảng 48 giờ;
- (iii) Luyện than trong khoảng 5-6 ngày;
- (iv) Ủ than trong khoảng 48 giờ;
- (v) Phun nước để tối luyện than tăng độ cứng; và
- (iv) Ra lò, thu hồi sản phẩm than hoạt tính có thành phần như sau (% khối lượng):

Nguyên tố	% khối lượng	% nguyên tử
C K	75,37	81,23

O K	22,20	17,97
K K	2,43	0,80
Tổng	100,00	100,00

Trong đó: CK là hỗn hợp Cacbon - Kali

OK là hỗn hợp Oxy - Kali

KK là hỗn hợp Kali - Kali

Trong đó, các tỷ lệ CK, OK và KK ở bảng trên là tỷ lệ % của từng hỗn hợp so với tổng khối lượng của cả ba hỗn hợp nêu trên.

Kết quả đo huỳnh quang tia X của than hoạt tính thầu dầu thu được cho thấy một số ô xít có trong than chiếm tỉ lệ rất thấp và không gây độc. Như vậy, trong than hoạt tính hầu như không chứa tạp chất và kim loại nặng gây độc cho người, nên được bỏ qua, không tính đến.

Đặc tính lý, hóa của sản phẩm than hoạt tính từ cây thầu dầu:

- Trạng thái và hình dạng vật lý: rắn (bột hoặc hạt rắn).
- Mùi: không mùi.
- Vị: không có giá trị.
- Khối lượng phân tử: 12,01 (g/mole).
- Màu: đen.
- pH (1% dung môi/nước): không áp dụng.
- Điểm sôi: không có giá trị.
- Điểm tan chảy: 3500°C.
- Nhiệt độ tới hạn: 6810°C.
- Trọng lượng riêng: 3,51 (nước = 1).
- Áp suất bay hơi: không có giá trị.

- Tỷ trọng bay hơi: không có giá trị.
- Tính chất bay hơi: không có giá trị.
- Ngưỡng mùi: không có giá trị.
- Hệ số phân phối nước/dầu: không có giá trị.
- Tính ion (trong nước): không có giá trị.
- Tính chất phân tán: không có giá trị.
- Tính chất hòa tan: không hòa tan trong nước lạnh, nước nóng.

Đặc điểm cấu tạo của than hoạt tính cây thầu dầu:

So sánh với các than hoạt tính khác:

Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ quả dừa	Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ than đá	Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ thầu dầu
10-50 nm	9-30nm	2-5nm

Với kích thước lỗ xốp nhỏ hơn nhiều, khả năng hấp phụ của than hoạt tính cây thầu dầu vượt trội so với các loại than hoạt tính từ quả dừa và than hoạt tính từ than đá.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ cấu tạo bể lọc nước sử dụng trong phương pháp xử lý nước theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Với mục tiêu xử lý hiệu quả các loại nước nguồn bị nhiễm arsen với giá thành thấp phù hợp với điều kiện của người dân các vùng nông thôn, các tác giả giải pháp hữu ích đã tiến hành một loạt các nghiên cứu, thử nghiệm về khả năng hấp thụ arsen của các loại than hoạt tính khác nhau.

Các tác giả giải pháp hữu ích đã lựa chọn 3 loại than hoạt tính để nghiên cứu, thử nghiệm, trong đó có hai loại đang được sử dụng phổ biến: một loại là than hoạt tính từ than đá và loại thứ hai là than hoạt tính sản xuất từ sọ dừa. Điều khác biệt

của nghiên cứu này là ở chỗ, các tác giả đã lựa chọn thử nghiệm loại than hoạt tính thứ ba là than hoạt tính từ cây thầu dầu tía. Đây là loài cây mọc phổ biến ở các khu vực ven biển và là nguồn cung cấp tinh dầu thầu dầu để sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như chữa bệnh, làm đẹp, sản xuất xăng sinh học, v.v..

Các thử nghiệm được tiến hành như sau:

1. Đánh giá hiệu quả lọc As của 3 loại than hoạt tính trong phòng thí nghiệm:

Phân tích hàm lượng As(III), As(V) trong nước đầu ra để đánh giá hiệu quả loại bỏ asen của các bộ lọc theo thời gian. Các thí nghiệm được tiến hành với nước đầu vào ở 4 nồng độ asen khác nhau.

Các bước tiến hành thử nghiệm:

Bước 1: Pha chế các dung dịch thử nghiệm

* Các dung dịch cần sử dụng gồm có:

- Dung dịch As(V) 1000ppm (mg/L) được pha từ muối $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ bằng cách hòa tan 4,16g muối trong 1L dung dịch axit HCl 0,01%;

- Dung dịch As(III) 1500ppm được pha từ oxit As_2O_3 bằng cách hòa tan 1,985g oxit As_2O_3 trong 200ml dung dịch NaOH 4%, chuyển vào bình định mức 1L, lắc đều. Thêm nước cất đến khoảng 700ml, lắc đều. Thêm tiếp 100ml dung dịch HCl 0,02M, định mức tới vạch và lắc đều;

- Độ chuẩn của dung dịch Na_3AsO_3 ở trên được xác định lại bằng phương pháp bromat với chất chỉ thị metyl da cam trong môi trường HCl 6M ở 70-80°C. Br_2 sinh ra oxi hoá metyl da cam làm mất màu chất chỉ thị;

- Dung dịch chuẩn gốc As(III) được pha loãng và xác định bằng phương pháp bromat. Sau khi xác định lại nồng độ, điều chỉnh để thu được dung dịch gốc Na_3AsO_3 0,02M (1500 mg/L).

* Mẫu thử nghiệm:

Các dung dịch thử nghiệm được pha từ các dung dịch gốc As(V) 1000ppm và As(III) 1500ppm theo bảng pha chế dung dịch dưới đây. Tỷ lệ hàm lượng As(III) và As(V) là 1:3, tổng thể tích dung dịch là 1000L. Các dung dịch mẫu thử được chứa trong các thùng và đậy kín tránh tiếp xúc không khí.

Bảng 1. Bảng pha chế dung dịch thử nghiệm

C_{AS} tổng (ppb)	Nồng độ các Loại As	Thể tích As(V) 1000ppm (ml)	Thể tích As(III) 1500ppm (ml)	$V_{tổng}$ (L)
100	$C_{As(III)}25ppb$	75	16,7	1000
	$C_{As(V)} 75ppb$			
200	$C_{As(III)}25ppb$	150	33,3	1000
	$C_{As(V)} 75ppb$			
500	$C_{As(III)}25ppb$	375	83,3	1000
	$C_{As(V)} 75ppb$			
1000	$C_{As(III)}25ppb$	750	166,7	1000
	$C_{As(V)} 75ppb$			

Bước 2: Tiến hành lọc các dung dịch đã chuẩn bị ở trên

Mỗi mẫu nước đã pha chế được lọc qua 6 bộ lọc (3 loại bộ lọc (tương ứng với 3 loại than hoạt tính) x 2 bộ mỗi loại) với tốc độ lọc 1L/h. Trung bình mỗi ngày thể tích lọc được là 20L.

Bước 3: Lấy mẫu và phân tích hàm lượng As đầu ra (2 lần/1 tháng)

- Lấy mẫu và bảo quản mẫu

Các mẫu được lấy và bảo quản theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 5993 - 1995).

Chất bảo vệ và chất ổn định đã được đưa thêm vào mẫu là axit HCl 0,05%.

Tiến hành: rửa sạch bình chứa mẫu và tráng bằng chính mẫu nước, thêm HCl vào mẫu đã lấy, đổ tràn qua miệng bình, sau đó đậy kín tránh không khí.

Các mẫu được phân tích trong vòng 2 ngày kể từ ngày lấy mẫu.

- Phương pháp phân tích: As (tổng) - As (III) = As(V)

Phân tích As tổng trong nước bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử lò graphit (máy Analytikjena Novaa-400).

2. Đánh giá ảnh hưởng của phosphat và sắt tới hiệu quả lọc As của than hoạt tính từ cây thầu dầu trong phòng thí nghiệm

Quy trình tiến hành thử nghiệm:

Bước 1: Pha chế dung dịch thử nghiệm

Các dung dịch cần sử dụng:

- Dung dịch As(V) 1000ppm (mg/L)
- Dung dịch As(III) 1500ppm được pha từ oxit As_2O_3

Các dung dịch thử nghiệm được pha từ các dung dịch gốc As(V) 1000ppm và As(III) 1500ppm; Tỷ lệ hàm lượng As(III) và As(V) là 1:3. Các dung dịch mẫu thử được chứa trong các thùng và đậy kín để tránh tiếp xúc với không khí.

- Muối Na_3PO_4 : nồng độ lần lượt: 1ppm; 2ppm; 4ppm.
- Muối Fe: nồng độ lần lượt: 1ppm; 5ppm; 10ppm.

Bước 2: Vận hành 3 bộ lọc với các dung dịch đã chuẩn bị

Mỗi mẫu nước đã pha chế được lọc qua bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu. Tốc độ lọc qua các bộ lọc này là 1L/h, trung bình mỗi ngày thể tích lọc được là 20L.

Bước 3: Lấy mẫu và phân tích hàm lượng As đầu ra (2 lần/tháng)

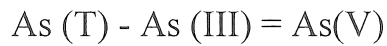
- Lấy mẫu và bảo quản mẫu

Các mẫu được lấy và bảo quản theo TC Việt Nam (TCVN 5993 - 1995). Chất bảo vệ và chất ổn định đã được đưa thêm vào mẫu là axit HCl 0,05%.

Tiến hành: Rửa sạch bình chứa mẫu và tráng bằng chính mẫu nước, thêm HCl nồng độ 0,05% vào mẫu đã lấy, đổ tràn qua miệng bình, sau đó đậy kín tránh không khí.

Các mẫu được phân tích trong vòng 2 ngày kể từ ngày lấy mẫu.

- Phương pháp phân tích:



Phân tích As (T) tổng trong nước được phân tích bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử lò graphit (máy Analytikjena Nova-400).

Phân tích As(III) trong nước được phân tích bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử, sử dụng kỹ thuật Hydrua hoá GH-AAS.

Phân tích photpho trong nước: (AOAC 973.55: Phương pháp trắc quang UV-VIS).

Phân tích sắt trong nước: (AOAC 974.27: Phương pháp quang phổ hấp thụ ngọn lửa F-AAS). Các điều kiện đo phổ Fe bằng phép đo F-AAS trên máy quang phổ hấp thụ nguyên tử Philips Pye Unicam SP91800.

3. Đánh giá hiệu quả loại bỏ asen của 3 loại than hoạt tính trong phòng thí nghiệm

a) Bộ lọc than hoạt tính từ sọ dừa

Số lượng bộ lọc được sử dụng trong phân thử nghiệm này là 8 bộ lọc than hoạt tính từ sọ dừa, trong đó tương ứng mỗi một nồng độ asen đầu vào sẽ thực hiện thử nghiệm lặp 2 lần. Kết quả trung bình được tóm tắt trong bảng kết quả sau:

Bảng 2. Kết quả phân tích As đầu ra trong nước được lọc bởi bộ lọc than hoạt tính từ sọ dừa

Thể tích dung dịch lọc (Lít)	Nồng độ As đầu vào (ppm)	0,1ppm	0,2ppm	0,5ppm	1,0ppm
1	Nồng độ As đầu ra (ppm)	0,059	0,116	0,415	0,920
2		0,068	0,133	0,459	0,946
3		0,085	0,167	0,472	0,975
4		0,088	0,172	0,480	0,983
6		0,092	0,179	0,484	0,987
8		0,094	0,185	0,491	0,988

12		0,093	0,186	0,495	0,990
24		0,096	0,191		
48		0,097	0,197		

Than hoạt tính từ sọ dừa rất phổ biến ngoài cộng đồng với công dụng lọc nước, trong đó có nhân mạnh khả năng lọc kim loại nặng dùng cho ăn uống, song các kết quả thử nghiệm cho thấy bộ lọc này không có khả năng xử lý As. Với tất cả các nồng độ As đầu vào đã khảo sát, dung dịch đầu ra vẫn cho hàm lượng As cao gấp nhiều lần giới hạn cho phép là 0,01ppm. Đối với nồng độ dung dịch As đầu vào là 0,1ppm, ngay sau thể tích lấy những mẫu nước lọc đầu tiên (1L), nồng độ As xác định được đã xấp xỉ 0,06ppm, tức là cao gấp 6 lần nồng độ As giới hạn cho phép trong nước ăn uống. Mặt khác, các nồng độ As đầu ra trong các thể tích lọc tiếp theo tiến rất nhanh đến nồng độ đầu vào. Đối với nồng độ As đầu vào là 0,1ppm, đến thể tích 48L, nồng độ As xác định được là 0,097ppm xấp xỉ đạt bằng nồng độ As vào 0,1ppm. Các nồng độ khảo sát khác cũng cho kết quả tương tự.

b) Bộ lọc than hoạt tính từ than đá

Số lượng bộ lọc được sử dụng trong phần thử nghiệm này là 8 bộ lọc than hoạt tính từ than đá, trong đó tương ứng mỗi một nồng độ asen đầu vào sẽ thực hiện thử nghiệm lặp lại 2 lần. Kết quả trung bình được tóm tắt trong bảng kết quả sau:

Bảng 3. Kết quả phân tích As đầu ra trong nước được lọc bởi bộ lọc than hoạt tính từ than đá

Thể tích dung dịch lọc (Lít)	Nồng độ As đầu vào (ppm)	0,1ppm	0,2ppm	0,5ppm	1,0ppm
1	Nồng độ As đầu ra	0,061	0,118	0,416	0,922
2	(ppm)	0,069	0,134	0,458	0,949

3		0,085	0,165	0,474	0,977
4		0,085	0,181	0,485	0,985
6		0,094	0,183	0,486	0,988
8		0,095	0,186	0,496	0,991
12		0,094	0,188	0,498	0,995
24		0,095	0,194		
48		0,099	0,196		

Than hoạt tính từ than đá được sử dụng rất phổ biến. Đây là loại than hoạt tính cũng thường được sử dụng để lọc nước tại cộng đồng. Kết quả từ Bảng trên cho thấy với tất cả các nồng độ As đầu vào đã thử nghiệm, dung dịch đầu ra vẫn có hàm lượng As cao gấp nhiều lần giới hạn cho phép là 0,01ppm. Với nồng độ dung dịch As đầu vào là 0,1ppm, ở ngay những mẫu nước lọc đầu tiên (1L), nồng độ As xác định được là 0,061ppm, cao hơn 6 lần nồng độ As giới hạn cho phép trong nước sinh hoạt. Đối với nồng độ As đầu vào là 0,1ppm, đến thể tích lọc 48L, nồng độ As xác định được là 0,099ppm xấp xỉ đạt bằng nồng độ As đầu vào 0,1ppm. Các nồng độ khảo sát khác cũng cho kết quả tương tự. Như vậy, bộ lọc than hoạt tính từ than đá hầu như không có khả năng loại bỏ As.

c) Bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Số lượng bộ lọc được sử dụng trong phần thử nghiệm này là 8 bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía, trong đó tương ứng mỗi một nồng độ arsen đầu vào sẽ thực hiện thử nghiệm lặp lại 2 lần.

Bảng 4. Kết quả phân tích As tổng đầu ra trong nước lọc bởi bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Thể tích lọc (Lít)	Nồng độ As đầu vào (ppm)	0,1ppm	0,2ppm	0,5ppm	1,0ppm
--------------------	--------------------------	--------	--------	--------	--------

20	Nồng độ As đầu ra (ppm)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
300		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
600		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
900		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1200		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1500		< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1800		< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,015
2100		< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,028
2400		< 0,005	< 0,005	0,014	0,048
2600		< 0,005	< 0,005	0,039	0,062

Bảng 5. Kết quả phân tích As (III) đầu ra trong nước được lọc bởi bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Thể tích lọc (Lít)	Nồng độ As đầu vào (ppm)	0,1ppm	0,2ppm	0,5ppm	1,0ppm
20	Nồng độ As (III) đầu ra (ppm)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
300		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
600		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
900		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
1200		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
1500		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

1800		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
2100		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
2400		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
2600		< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003

Từ 2 bảng số liệu phân tích As tổng và As(III) đầu ra được lọc bởi bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía với các nồng độ khảo sát đầu vào là 0,1ppm; 0,2ppm; 0,5ppm, và 1,0ppm, các tác giả giải pháp hữu ích đã đi đến kết luận sau:

- Bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía đã lọc rất tốt As(III), với tỷ lệ As(III):As(V) = 1:3, các kết quả phân tích As(III) đầu ra (< 0,003ppm) đều nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn cho phép As (0,010ppm) trong nước. Nước sau lọc bằng than hoạt tính từ cây thầu dầu tía đều có hàm lượng arsen nhỏ hơn 10µg/L đảm bảo tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 01/2009-BYT dùng cho ăn uống.

- Bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía xử lý triệt để As tổng (cả As (III) và As (V)) ở các nồng độ As tổng đầu vào là 0,1ppm; 0,2ppm. Thể tích đã được lọc là 2600L đối với nồng độ As đầu vào là 0,1ppm và 0,2ppm.

- Đối với nồng độ đầu vào 0,5ppm khi lọc 2400L nước, hàm lượng As bắt đầu lớn hơn giới hạn cho phép (0,014ppm). Điều đó có nghĩa là bộ lọc có thể lọc được tối thiểu là 2100L với nồng độ cao gấp 50 lần nồng độ As cho phép.

- Đối với nồng độ đầu vào 1,0ppm, kết quả phân tích As tổng cho thấy tín hiệu As bắt đầu lớn hơn giới hạn cho phép As trong nước (0,015ppm) khi thể tích lọc là 1800L. Như vậy, thể tích lọc được nước đạt tới mức 1500L ở nồng độ 1,0ppm.

Trong đó, than hoạt tính từ cây thầu dầu tía được sản xuất bởi quy trình gồm các bước sau:

- (i) Chuẩn bị nguyên liệu bằng cách lựa chọn thân cây thầu dầu tía đã trưởng thành, cắt thành các đoạn dài 30-50cm tùy vào kích thước lò đốt;

- (ii) Đốt lò trong khoảng 48 giờ, đảm bảo nguyên liệu chắc chắn cháy hết thì chuyển sang bước tiếp theo;

(iii) Luyện than trong khoảng 5-6 ngày để thực hiện quá trình than hóa và hoạt hóa, sau đó ngừng cung cấp nhiên liệu từ bên ngoài, đảm bảo nguyên liệu trong lò tự cháy trong điều kiện yếm khí; đảm bảo thời gian và nhiệt độ hoạt hóa than rồi chuyển sang bước tiếp theo;

(iv) Ủ than trong khoảng 48 giờ; đảm bảo lò phải kín, ngừng cấp oxi vào lò, để nhiệt độ lò giảm dần;

(v) Phun nước để tôi luyện than để tăng độ cứng thành 2 đợt, mỗi đợt cách nhau 24 giờ; và

(iv) Ra lò, thu hồi sản phẩm than hoạt tính có thành phần như sau (% khối lượng):

Nguyên tố	%khối lượng	% nguyên tử
C K	75,37	81,23
O K	22,20	17,97
K K	2,43	0,80
Tổng	100,00	100,00

Trong đó: CK là hỗn hợp Cacbon - Kali

OK là hỗn hợp Oxy - Kali

KK là hỗn hợp Kali - Kali

Trong đó, các tỷ lệ CK, OK và KK ở bảng trên là tỷ lệ % của từng hỗn hợp so với tổng khối lượng của cả ba hỗn hợp nêu trên.

Kết quả đo huỳnh quang tia X của than hoạt tính thầu dầu thu được ở trên cho thấy một số ô xít có trong than chiếm tỉ lệ rất thấp và không gây độc. Như vậy, trong than hầu như không chứa tạp chất và kim loại nặng gây độc cho người, nên được bỏ qua, không tính đến.

Như vậy, trong thành phần than hoạt tính điều chế từ cây thầu dầu không có chứa thành phần có khả năng gây độc cho người và động vật.

Đặc tính lý, hóa của sản phẩm than hoạt tính từ cây thầu dầu:

- Trạng thái và hình dạng vật lý: rắn (bột hoặc hạt rắn).
- Mùi: không mùi.
- Vị: không có giá trị.
- Khối lượng phân tử: 12,01 (g/mole).
- Màu: đen.
- pH (1% dung môi/nước): không áp dụng.
- Điểm sôi: không có giá trị.
- Điểm tan chảy: 3500°C.
- Nhiệt độ tới hạn: 6810°C.
- Trọng lượng riêng: 3,51 (nước = 1).
- Áp suất bay hơi: không có giá trị.
- Tỷ trọng bay hơi: không có giá trị.
- Tính chất bay hơi: không có giá trị.
- Ngưỡng mùi: không có giá trị.
- Hệ số phân phối nước/dầu: không có giá trị.
- Tính ion (trong nước): không có giá trị.
- Tính chất phân tán: không có giá trị.
- Tính chất hòa tan: không hòa tan trong nước lạnh, nước nóng.

Đặc điểm cấu tạo của than hoạt tính cây thầu dầu:

So sánh với các than hoạt tính khác:

Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ quả dừa	Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ than đá	Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ thầu dầu
---	---	--

10-50 nm	9-30nm	2-5nm
----------	--------	-------

Với kích thước lỗ xốp nhỏ hơn nhiều, khả năng hấp phụ của than hoạt tính cây thầu dầu vượt trội so với các loại than hoạt tính từ quả dừa và than hoạt tính từ than đá.

4. Đánh giá hiệu quả lọc asen của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía đối với nguồn nước dưới ảnh hưởng của phốt phát

Số lượng bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía được sử dụng trong phần thử nghiệm này là 6 bộ, trong đó tương ứng mỗi một nồng độ phốt phát ảnh hưởng vào sẽ thực hiện thử nghiệm lặp lại 2 lần. Kết quả trung bình của 2 bộ lọc thử nghiệm lặp lại được tóm tắt trong bảng sau.

Bảng 6. Các kết quả phân tích As tổng đầu ra trong nước dưới ảnh hưởng của phốt phát của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Nồng độ Asen đầu vào 0,5ppm				
Thể tích lọc (Lít)	Nồng độ phốt phát đầu vào (ppm)	1ppm	2ppm	4ppm
20	Nồng độ As tổng đầu ra (ppm)	< 0,010	< 0,010	<0,010
300		< 0,010	< 0,010	<0,010
600		< 0,010	< 0,010	<0,010
900		< 0,010	< 0,010	0,026
1200		< 0,010	0,035	0,038
1500		0,021	0,049	0,055
1800		0,037	0,063	0,074

Bảng 7. Các kết quả phân tích As (III) đầu ra trong nước dưới ảnh hưởng phốt phát của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Nồng độ asen đầu vào 0,5ppm				
Thể tích lọc (Lít)	Nồng độ phốt phát đầu vào (ppm)	1ppm	2ppm	4ppm
20	Nồng độ As (III) đầu ra (ppm)	< 0,005	< 0,005	<0,005
300		< 0,005	< 0,005	<0,005
600		< 0,005	< 0,005	<0,005
900		< 0,005	< 0,005	<0,005
1200		< 0,005	< 0,005	<0,005
1500		< 0,005	< 0,005	<0,005
1800		< 0,005	< 0,005	<0,005

Khi có mặt các gốc phốt phát, khả năng loại asen của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía giảm. Với nồng độ phốt phát khoảng 1,0ppm, khả năng loại As giảm 15%. Tuy nhiên, ở nồng độ phốt phát này, bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía đều loại As về mức giới hạn cho phép của WHO là 0,01ppm tương ứng khoảng 1200L nước đã lọc. Với nồng độ phốt phát 2,0ppm, khả năng loại As của bộ bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía giảm 40%.

5. Đánh giá hiệu quả lọc asen của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía đối với nguồn nước dưới ảnh hưởng của sắt

Số lượng bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía được sử dụng trong phần thử nghiệm này là 6 bộ, trong đó tương ứng mỗi một nồng độ sắt ảnh hưởng đầu vào sẽ thực hiện thử nghiệm lặp lại 2 lần. Kết quả trung bình của 2 bộ lọc thử nghiệm lặp lại được tóm tắt trong Bảng 8 dưới đây.

Bảng 8. Các kết quả phân tích As tổng đầu ra trong nước dưới ảnh hưởng của sắt của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Nồng độ Asen đầu vào 0,5ppm				
Thể tích lọc (L)	Nồng độ sắt đầu vào (ppm)	1,00ppm	5,00ppm	10,00ppm
20	Nồng độ As đầu ra (ppm)	<0,010	<0,010	<0,010
300		<0,010	<0,010	<0,010
600		<0,010	<0,010	<0,010
900		< 0,010	<0,010	<0,010
1200		<0,010	<0,010	<0,010
1500		<0,010	<0,010	<0,010
1800		<0,010	<0,010	<0,010

Bảng 9. Các kết quả phân tích As (III) đầu ra trong nước dưới ảnh hưởng của sắt của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía

Nồng độ Asen đầu vào 0,5ppm				
Thể tích lọc (L)	Nồng độ sắt đầu vào (ppm)	1,00ppm	5,00ppm	10,00ppm
20	Nồng độ As đầu ra (ppm)	< 0,005	< 0,005	< 0,005
300		< 0,005	< 0,005	< 0,005
600		< 0,005	< 0,005	< 0,005
900		< 0,005	< 0,005	< 0,005
1200		< 0,005	< 0,005	<0,005

1500		< 0,005	< 0,005	< 0,005
1800		< 0,005	< 0,005	< 0,005

Khi có mặt của sắt, bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu tía có khả năng loại bỏ As rất tốt. Trong thời gian 1 tháng thử nghiệm lọc nước có As đầu vào 0,5ppm và các nồng độ Fe lần lượt là 1,0ppm, 5,0ppm và 10,0ppm tương ứng tỉ lệ Fe/As là 2, 10, và 20 lần, cho kết quả As(Tổng) và As(III) đều nhỏ hơn giới hạn cho phép trong nước ăn uống của WHO, tức là khả năng loại As là 100% trong thời gian thử.

Từ các kết quả nghiên cứu trên, các tác giả giải pháp hữu ích đã đề xuất công nghệ xử lý nước sinh hoạt bị nhiễm asen với hiệu quả loại bỏ asen cao bất ngờ.

Theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp xử lý nước nhiễm asen, khác biệt ở chỗ: thành phần asen được loại bỏ ra khỏi nước nhờ lớp than hoạt tính từ cây thầu dầu tía.

Theo một phương án ưu tiên, phương pháp này bao gồm các bước:

- phun nước thành các giọt mưa để loại bỏ thành phần chứa Fe và Mn nhờ phản ứng ô xi hóa theo cách thông thường;
- lọc các chất cặn, các chất kết tủa nhờ lớp cát mịn có độ dày khoảng 30cm;
- hấp thụ các thành phần kim loại nặng bao gồm asen bằng lớp than hoạt tính từ cây thầu dầu tía có độ dày khoảng 30cm;
- lọc các chất cặn, các chất kết tủa lần thứ hai nhờ lớp cát lớn có độ dày khoảng 10cm;
- cho nước đi qua lớp sỏi nhỏ có độ dày khoảng 10cm; và
- thu hồi nước đã được lọc sạch vào bể chứa để sử dụng.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích đề xuất bể lọc nước sinh hoạt nhiễm asen, trong đó bể này bao gồm lớp than hoạt tính từ cây thầu dầu có tác dụng loại bỏ hiệu quả một cách bất ngờ thành phần asen chứa trong nước.

Theo một phương án ưu tiên, bể lọc nước theo giải pháp hữu ích bao gồm:

- Thân bể 1;

- Vòi sen phun mưa 2 để phun nước cần xử lý thành các giọt mưa nhằm ô xi hóa các thành phần Fe và Mn chứa trong nước để loại bỏ chúng;

- Khoang chứa nước chưa lọc 3 chứa nước được phun từ vòi sen phun mưa 2; khoang này có van xả phèn 3.1;

- Lớp cát mịn sạch 4 ở phía dưới khoang chứa nước 3 để loại bỏ các chất cặn và các thành phần chứa Fe và Mn đã bị ô xi hóa ra khỏi nước; theo một phương án ưu tiên, lớp cát 4 này có độ dày 30cm;

- Lớp than hoạt tính 5 ở phía dưới lớp cát mịn 4 để hấp thụ thành phần asen chứa trong nước, khác biệt ở chỗ: than hoạt tính này là than hoạt tính từ cây thầu dầu tía;

Theo một phương án ưu tiên, lớp than hoạt tính này có độ dày 30cm;

- Tiếp theo là lớp cát thô 6 để đỡ lớp than hoạt tính 5, ngăn không cho lớp than này trôi theo dòng nước, phân tán vào dòng nước đầu ra;

Theo một phương án ưu tiên, lớp cát 6 này có độ dày 10cm;

- Tiếp theo là lớp sỏi nhỏ 7 có độ dày 10cm để đỡ lớp cát thô 6, ngăn không cho lớp cát 6 trôi theo dòng nước đầu ra;

- Dưới cùng là lớp sỏi lớn 8 để đỡ lớp sỏi nhỏ 7;

- Ống thu gom nước sạch 9 có các lỗ nhỏ được bố trí bên trong lớp sỏi lớn 8 để thu gom nước sạch vào bể chứa nước sinh hoạt 10.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Phương pháp và bể xử lý nước sinh hoạt bị nhiễm asen theo giải pháp hữu ích có hiệu quả loại bỏ asen tuyệt vời, đáp ứng tiêu chuẩn đối với nước sinh hoạt. Bể xử lý có giá thành rẻ rất phù hợp với điều kiện sống của người dân ở các vùng nông thôn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý nước sinh hoạt bị nhiễm asen bao gồm các bước:

phun nước thành các giọt mưa để loại bỏ thành phần chứa Fe và Mn nhờ phản ứng ô xi hóa theo cách thông thường;

lọc các chất cặn, các chất kết tủa nhờ lớp cát mịn có độ dày khoảng 30cm;

hấp thụ các thành phần kim loại nặng bao gồm asen bằng lớp than hoạt tính từ cây thầu dầu tía có độ dày khoảng 30cm;

lọc các chất cặn, các chất kết tủa lần thứ hai nhờ lớp cát lớn có độ dày khoảng 10cm;

cho nước đi qua lớp sỏi nhỏ có độ dày khoảng 10cm; và

thu hồi nước đã được lọc sạch vào bể chứa để sử dụng;

trong đó, than hoạt tính từ cây thầu dầu tía được sản xuất theo quy trình sau:

chuẩn bị nguyên liệu bằng cách lựa chọn thân cây thầu dầu tía đã trưởng thành, cắt thành các đoạn dài 30-50cm tùy vào kích thước lò đốt;

đốt lò trong khoảng 48 giờ, đảm bảo nguyên liệu chắc chắn cháy thì chuyển sang bước tiếp theo;

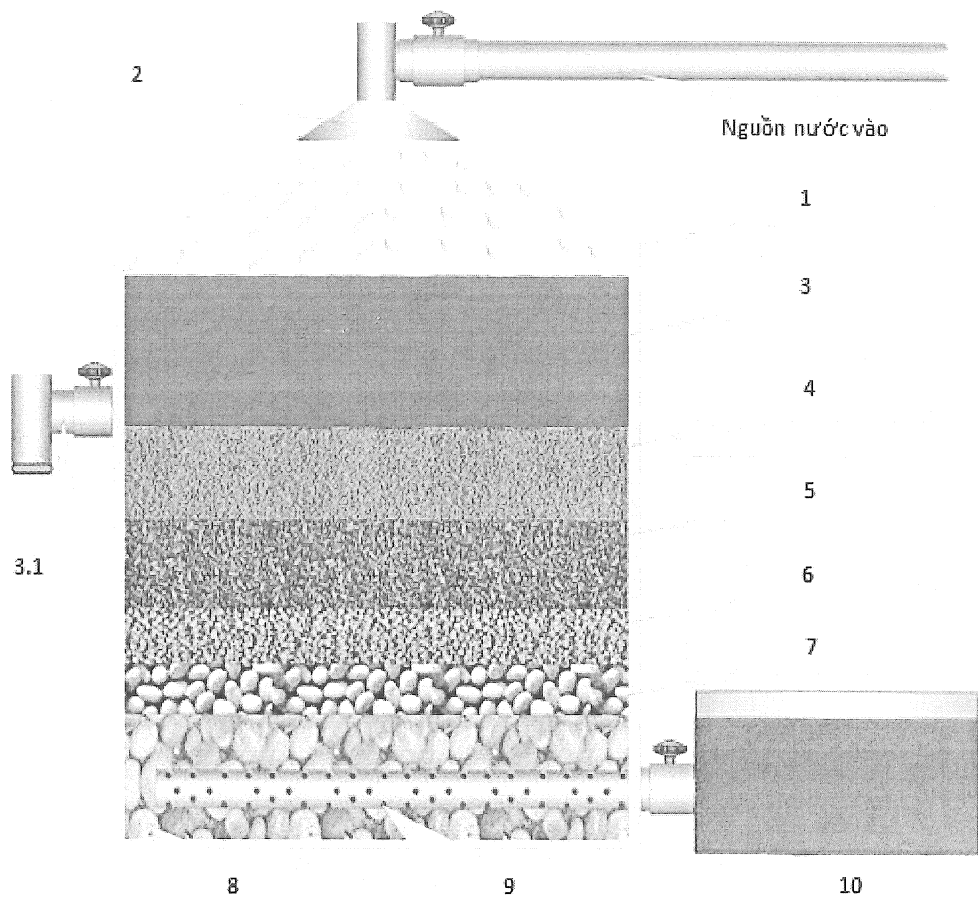
luyện than trong khoảng 5-6 ngày để thực hiện quá trình than hóa và hoạt hóa, sau đó ngừng cung cấp nhiên liệu từ bên ngoài, đảm bảo nguyên liệu trong lò tự cháy trong điều kiện yếm khí; đảm bảo thời gian và nhiệt độ hoạt hóa than rồi chuyển sang bước tiếp theo;

ủ than trong khoảng 48 giờ; đảm bảo lò phải kín, ngừng cấp oxi vào lò, để nhiệt độ lò giảm dần;

phun nước để tôi luyện than tăng độ cứng thành 2 đợt, mỗi đợt cách nhau 24 giờ; và

ra lò, thu hồi sản phẩm than hoạt tính có thành phần như sau (% khối lượng so với tổng khối lượng của cả ba thành phần):

Nguyên tố	% khối lượng	% nguyên tử
C K	75,37	81,23
O K	22,20	17,97
K K	2,43	0,80
Tổng	100,00	100,00



Hình 1

1