



(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)



2-0003566

(51) **C07G 17/00; C10B 53/00**
2006.01

(13) **Y**

(21) 2-2022-00427

(22) 13/08/2020

(67) 1-2020-04684

(45) 25/04/2024 433

(43) 26/10/2020 391A1

(73) Nguyễn Văn Chuyên (VN)

Khoa vệ sinh Quân đội, Học viện Quân Y, số 160 Phùng Hưng, Hà Đông, Hà Nội

(72) Nguyễn Văn Chuyên (VN); Nguyễn Văn Ba (VN); Nguyễn Minh Phương (VN); Hồ Anh Sơn (VN).

(54) **QUY TRÌNH SẢN XUẤT THAN HOẠT TÍNH TỪ CÂY THẦU DẦU (RICINUS COMMUNIS)**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất than hoạt tính cây thầu dầu bao gồm các bước i) chuẩn bị nguyên liệu, ii) gia nhiệt để đốt cháy nguyên liệu, iii) luyện than bằng cách lần lượt thực hiện quá trình than hóa và hoạt hóa nguyên liệu, iv) ủ than, v) tôi luyện than để tăng độ cứng và vi) thu hồi và bảo quản sản phẩm than hoạt tính như được mô tả cụ thể trong bản mô tả. Giải pháp hữu ích còn mô tả phương pháp xử lý nước bị nhiễm kim loại nặng bao gồm asen, chì, cadimi và crom, phương pháp này 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, chì, cadimi, crom bằng lớp vật liệu lọc bao gồm than hoạt tính từ cây thầu dầu có độ dày khoảng 30cm; lọc các chất cặn, các chất kết tủa lần thứ hai nhờ lớp cát thô 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.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực tìm kiếm các vật chất mới. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất than hoạt tính cây thầu dầu và mô tả phương pháp xử lý làm sạch nước bao gồm nước sinh hoạt bị nhiễm chì, cadimi, crom và asen bằng cách sử dụng than hoạt tính từ cây thầu dầu này làm vật liệu lọc thích hợp để áp dụng ở các vùng nông thôn. Phương pháp, vật liệu và thiết bị theo giải pháp hữu ích không chỉ cho phép loại bỏ asen mà còn giúp loại bỏ các kim loại nặng khác bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chì, cadimi và crom một cách hiệu quả ra khỏi nước sinh hoạt nhờ sử dụng các vật liệu rẻ tiền phù hợp cho người dùng ở các vùng nông thôn.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Than hoạt tính

Than hoạt tính là một dạng của cacbon được xử lý để có những lỗ rỗng bé thể tích nhỏ để tăng diện tích bề mặt cho dễ hấp phụ hoặc tăng cường phản ứng hóa học. Than hoạt tính thường thu được từ than củi và đôi khi là than sinh học. Những loại thu được từ than đá hay cốc thì được gọi là than đá hoạt tính hoặc cốc hoạt tính.

Về mặt hóa học, than hoạt tính gồm chủ yếu là nguyên tố cacbon ở dạng vô định hình (bột), một phần có dạng tinh thể vụn grafit. Ngoài carbon thì phần còn lại thường là tàn tro, mà chủ yếu là các kim loại kiềm và vụn cát. Than hoạt tính có diện tích bề mặt ngoài rất lớn nên được ứng dụng như một chất lý tưởng để lọc hút nhiều loại hóa chất.

Than hoạt tính có thể được chế tạo bằng nhiều nguyên liệu khác nhau như bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, tre xanh, gạo dứa, vỏ đậu phộng (lạc), than đá, v.v., qua nhiều công đoạn để cho ra nhiều sản phẩm than hoạt tính dạng mịn hoặc thô. Tùy vào hình dáng bên ngoài mà than hoạt tính được chia làm các loại: than hoạt tính dạng hạt, than hoạt tính dạng bột và than hoạt tính dạng viên nén.

Cây thầu dầu

Họ Thầu dầu (*Euphorbiaceae*) là một họ lớn và đa dạng ở khu vực nhiệt đới với khoảng 6000-8000 loài và đã được Jussieu phân loại lần đầu năm 1789. Từ đó đến nay đã có rất nhiều tác giả nghiên cứu về họ Thầu dầu trên đầy đủ các phương diện như phân loại học, hình thái giải phẫu, phần hoa như Boissier (1862), Mueller-Argovensis (1866), Pax et Hofmann (1910-1931), Hurusawa (1954), Hutchinson (1969), Kohler (1965), Airy Shaw (1983), Webster (1962-1979), Gagnepain (1920-1927), Merrill (1924-1938), Metcalf (1941), Croizat (1942), Li (1984).

Thầu dầu (*Ricinus communis*), hay đu đủ tía, là một loại cây thân thảo hoặc cây bụi mọc lâu năm. Thân cây có thể cao đến 5m, toàn bộ cây đều nhẵn có phủ một lớp bột sáp, thường có màu xanh lá cây, xám xanh hoặc đỏ tím. Thân Thầu dầu tròn và rỗng, có nhiều cành nhỏ với các lá to và phân chia đều sang hai bên.

Trong dân gian, thầu dầu thường được dùng để chữa đau do cảm sốt, đề trị liệu các chứng bệnh ngoài da như viêm da mủ, eczema, mẩn ngứa, ung nhọt hay các bệnh viêm tuyến vú, viêm đa khớp. Rễ cây thầu dầu còn được dùng chữa phong thấp, đau, v.v. Tuy nhiên, nghiên cứu chế tạo các vật liệu lọc xử lý nước từ loài này còn hạn chế.

Nguồn nước và công nghệ xử lý

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 có thể chứa các kim loại nặng gây hại cho sức khỏe người dùng như chì, cadimi, crom và asen. Theo kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả trong nước, nguồn nước ngầm và nước bề mặt của của nhiều khu vực bị ô nhiễm kim loại nặng như chì, cadimi, crom và asen do các hoạt động công nghiệp và khai thác quặng, v.v. Các nghiên cứu khoa học cũng cho thấy khi sử dụng nước bị nhiễm kim loại nặng như chì, cadimi, crom và asen để ăn uống, người dùng còn có nguy cơ bị mắc nhiều bệnh mạn tính và có thể gây ung thư.

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

Qua nghiên cứu nhiều tài liệu, các tác giả giải pháp hữu ích nhận thấy phần lớn các phương pháp loại bỏ kim loại nặng đều dựa trên nguyên lý kết tủa và hấp phụ kim loại nặng 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 kim loại nặng hiệu quả cao vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi, đặc biệt là tại các vùng nông thôn nghèo của Việt Nam.

Hiện trên thị trường có những bộ lọc ứng dụng công nghệ cao như màng lọc nano hay thẩm thấu ngược, v.v., có thể lọc được kim loại nặng nhưng giá thành rất cao, người vùng nông thôn nghèo rất khó tiếp cận.

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 kim loại nặng, trong khi yêu cầu công nghệ phải đảm bảo có thể lọc hiệu quả kim loại nặng 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.

Than hoạt tính từ than đá hoặc từ các nguồn chất thải nông nghiệp 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 được xác định là có tính chất hấp thụ kim loại nặng. 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 (Fe), mangan (Mn) và một phần các kim loại nặng. Tuy nhiên, hiệu quả loại bỏ kim loại nặng của các bể này chưa cao do khả năng hấp thụ kim loại nặng của các loại than hoạt tính này còn hạn chế.

Bằng độc quyền giải pháp hữu ích số VN 2-0002355 (Y), của chính các tác giả giải pháp hữu ích, bộc lộ than hoạt tính từ cây thầu dầu tía (*Ricinus communis* L) 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 đến 6 ngày;
- (iv) ủ than trong khoảng 48 giờ;
- (v) phun nước để tôi luyện than tăng độ cứng; và
- (vi) ra lò, thu hồi sản phẩm than hoạt tính.

Mặc dù, giải pháp này đã chứng minh tính hiệu quả cao của than hoạt tính cây thầu dầu tía trong xử lý nguồn nước nhiễm asen.

Cây thầu dầu tía là một loại cây trong họ thầu dầu, mọc nhiều ở khu vực ven biển, có thân nhỏ hơn và ít phổ biến hơn cây thầu dầu. Tuy nhiên, theo hướng tiếp tục nghiên cứu, phát triển để hoàn thiện vật liệu lọc, nhóm tác giả đã tiếp tục thực hiện các nghiên cứu sâu rộng để tạo ra loại vật liệu lọc có khả năng loại bỏ không chỉ asen mà còn các kim loại phổ biến khác như chì, cadimi và crom 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 thử nghiệm với than hoạt tính của cây thầu dầu. Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy than hoạt tính từ cây thầu dầu đã thể hiện khả năng loại bỏ asen, chì, cadimi và crom hiệu quả một cách bất ngờ.

Vì vậy, có nhu cầu đối với công nghệ bao gồm phương pháp, vật liệu và thiết bị không chỉ cho phép loại bỏ asen mà còn bao gồm các kim loại nặng khác như chì, cadimi và crom một cách 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

Vấn đề kỹ thuật cần được giải quyết

Theo hướng tiếp tục nghiên cứu, phát triển để hoàn thiện vật liệu lọc và phương pháp xử lý nước, nhóm tác giả đã tiếp tục thực hiện các nghiên cứu sâu rộng để tạo ra loại vật liệu lọc có khả năng loại bỏ không chỉ asen mà còn các kim loại phổ biến khác như chì, cadimi và crom hiệu quả mà có giá thành rẻ, phù hợp với điều kiện ở các vùng nông thôn.

Cụ thể, trên cơ sở kết quả áp dụng và tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện quy trình bậc lộ trong bằng độc quyền giải pháp hữu ích số VN 2-0002355 (Y) của chính các tác giả giải pháp hữu ích, nhóm tác giả giải pháp hữu ích đã tiếp tục nghiên cứu, tìm kiếm một loại vật liệu lọc có khả năng loại bỏ không chỉ asen tốt hơn mà còn các kim loại nặng phổ biến khác như chì, cadimi và crom hiệu quả mà có giá thành rẻ, phù hợp với điều kiện ở các vùng nông thôn, đảm bảo chất lượng nước sinh hoạt đáp ứng tiêu chuẩn cho phép.

Cách thức giải quyết vấn đề

Mục đích của giải pháp hữu ích là tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện vật liệu lọc và phương pháp xử lý nước như trên đây.

Để đạt được mục đích đó, giải pháp hữu ích đề xuất vật liệu lọc và phương pháp xử lý nước sinh hoạt có khả năng loại bỏ các kim loại nặng hiệu quả ra khỏi nước sinh hoạt nhờ sử dụng than hoạt tính từ cây thầu dầu. Với việc sử dụng loại than hoạt tính này, hiệu quả loại bỏ kim loại nặng 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 lại rẻ, phù hợp với điều kiện kinh tế của người dân các vùng nông thôn.

Cụ thể, theo khía cạnh thứ nhất, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình sản xuất than hoạt tính từ cây thầu dầu (*Ricinus communis*), đặc trưng ở chỗ, quy trình sản xuất bao gồm các bước sau:

i) chuẩn bị nguyên liệu, trong đó:

- thu gom, lựa chọn thân cây thầu dầu đã trưởng thành, xử lý cắt thành các đoạn dài kích thước đều để tạo sự đồng nhất thuận lợi cho việc duy trì quá trình cháy đồng đều;

ii) gia nhiệt để đốt cháy nguyên liệu với tốc độ gia nhiệt 10°C/phút đến nhiệt độ định trước 150°C để đảm bảo nguyên liệu cháy đồng đều thì chuyển sang bước tiếp theo, trong đó:

- thực hiện việc thường xuyên theo dõi quá trình cháy trong lò và duy trì tránh không để hiện tượng khói đen và ngọn lửa đỏ đen trong lò; và
- bước đốt cháy nguyên liệu được thực thực hiện trong 48 giờ;

iii) luyện than bằng cách lần lượt thực hiện quá trình than hóa và hoạt hóa nguyên liệu, trong đó:

- quá trình than hóa được thực hiện bằng cách gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến 400°C và duy trì nhiệt độ này trong 1,5 giờ, và trong đó việc gia nhiệt để thực hiện quá trình than hóa được thực hiện trong hai giai đoạn:
 - giai đoạn 1: gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến 250°C ;
 - giai đoạn 2: gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến 400°C ;
- quá trình hoạt hóa nguyên liệu đã được than hóa được hoạt hóa bằng hơi nước với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến nhiệt độ 800°C trong điều kiện không có oxy;
- trong đó tổng thời gian thực hiện bước luyện than là từ 5 đến 6 ngày;

iv) ủ than trong khoảng 48 giờ, trong đó đảm bảo lò phải kín và ngừng cấp oxy vào lò để nhiệt độ lò giảm dần;

v) tôi luyện than để tăng độ cứng bằng cách phun nước trong hai lần, mỗi lần cách nhau 24 giờ, trong đó hơi nước quá nhiệt ở 130°C được phun vào với tốc độ $0,1 \text{ mol/g.h}$; và

vi) thu hồi và bảo quản sản phẩm than hoạt tính.

Theo một phương án của khía cạnh thứ nhất, bước iii) quá trình hoạt hóa được thực hiện trong môi trường hơi nước, trong CO_2 và còn được xử lý bằng hóa chất.

Theo một phương án khác của khía cạnh thứ nhất, hóa chất xử lý được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat (Na_2CO_3) và kali cacbonat (K_2CO_3).

Theo một phương án khác nữa của khía cạnh thứ nhất, hóa chất xử lý hoạt hóa được sử dụng là Na_2CO_3 , trong tỷ lệ $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{nguyên liệu}$ là 13%.

Theo một phương án của khía cạnh thứ nhất, hóa chất xử lý hoạt hóa được sử dụng là K_2CO_3 , trong tỷ lệ $\text{K}_2\text{CO}_3/\text{nguyên liệu}$ là 10%.

Theo một phương án của khía cạnh thứ nhất, than này có kích thước lỗ xốp là $3,2973 \pm 0,0201 \text{ m}^2/\text{g}$ được đo theo phương pháp BET.

Theo khía cạnh thứ hai, giải pháp hữu ích còn mô tả phương pháp xử lý nước bị nhiễm kim loại nặng bao gồm asen, chì, cadimi và crom, đặc trưng ở chỗ, phương pháp này sử dụng than hoạt tính theo khía cạnh thứ nhất hoặc phương án bất kỳ trong số các phương án của khía cạnh thứ nhất làm vật liệu lọc trong thiết bị lọc bao gồm khoang chứa nước chưa lọc, lớp cát làm mịn sạch, lớp vật liệu lọc, lớp cát thô, lớp sỏi nhỏ, lớp sỏi lớn, ống thu gom nước sạch, và bao gồm các bước:

phun nước thành các giọt nhỏ để loại bỏ thành phần chứa Fe và Mn nhờ phản ứng oxy hóa bằng oxy không khí;

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, chì, cadimi, crom bằng lớp vật liệu lọc bao gồm than hoạt tính từ cây thầu dầu có độ dày khoảng 30cm;

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

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

thu hồi nước đã được lọc sạch vào bể chứa để sử dụng thông qua ống thu gom nước sạch.

Theo một phương án của khía cạnh thứ hai, thiết bị lọc còn được lắp đặt vòi hoa sen phun mưa) trên mặt thoáng để phun nước thành các giọt nhỏ.

Theo một phương án khác của khía cạnh thứ hai, thiết bị lọc còn được lắp đặt bể chứa nước sinh hoạt mà được nối trực tiếp với ống thu gom nước sạch.

Theo một phương án của khía cạnh thứ hai, thiết bị lọc còn được lắp đặt van xả phèn, tốt hơn là trên lớp cát làm mịn sạch.

Hiệu quả của giải pháp hữu ích

Giải pháp kỹ thuật theo giải pháp hữu ích cho phép tạo ra vật liệu lọc và phương pháp xử lý nước sinh hoạt sử dụng vật liệu này có khả năng loại bỏ các kim loại nặng hiệu quả ra khỏi nước sinh hoạt nhờ sử dụng than hoạt tính từ cây thầu

dầu. Với việc sử dụng loại than hoạt tính này, hiệu quả loại bỏ kim loại nặng 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 lại rẻ, phù hợp với điều kiện kinh tế của người dân các vùng nông thôn.

Kết quả đo huỳnh quang tia X của vật liệu lọc dạng than từ thầu dầu được nung ủ cho thấy hàm lượng một số oxit có trong than chiếm tỷ lệ rất thấp và không gây độc. Như vậy, than không chứa tạp chất gây độc và kim loại nặng gây độc cho người, rất thích hợp dùng để xử lý nước sinh hoạt.

Ngoài ra, kết quả đo diện tích bề mặt BET của than thầu dầu cho thấy, than có kích thước lỗ xốp nhỏ khoảng $3,2973 \pm 0,0201 \text{ m}^2/\text{g}$ nên có khả năng xử lý các kim loại nặng tốt. Điều này cho thấy đây là vật liệu than có tiềm năng cao trong ứng dụng xử lý môi trường. Với kích thước lỗ xốp nhỏ hơn nhiều giải thích khả năng hấp phụ vượt trội của than hoạt tính cây thầu dầu so với các loại than hoạt tính từ quả dừa và than hoạt tính từ than đá (mà sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây). Điều này giải thích cho lý do hiệu quả xử lý nước nhiễm kim loại nặng vượt trội của than hoạt tính cây thầu dầu.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Sau đây, giải pháp hữu ích còn được mô tả một cách chi tiết hơn thông qua các phương án cụ thể với mục đích minh họa cho giải pháp hữu ích với sự tham chiếu đến hình vẽ, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ thể hiện giản đồ quy trình điều chế than hoạt tính theo một phương án cụ thể được ưu tiên theo giải pháp hữu ích;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện phương pháp xử lý nước bị nhiễm kim loại nặng bằng cách sử dụng than hoạt tính làm vật liệu lọc và thiết bị lọc 100 theo một phương án cụ thể được ưu tiên theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Sau đây, giải pháp hữu ích còn được mô tả thông qua các phương án cụ thể minh họa và mô tả chi tiết hơn nữa cho giải pháp hữu ích. Ngoài ra, cần phải hiểu rằng, các phương án cụ thể sau đây được mô tả chỉ với mục đích minh họa cho giải pháp hữu ích và giải pháp hữu ích không chỉ giới hạn ở các phương án cụ thể này.

Rõ ràng là, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, trên cơ sở các nội dung mô tả trong bản mô tả này, có thể thực hiện các phương án tương đương mà không nằm ngoài phạm vi của giải pháp hữu ích như được mô tả trong yêu cầu bảo hộ kèm theo sau đây.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, các giá trị số nên được hiểu là bao gồm cả nghĩa “khoảng”, cụ thể là chỉ chính giá trị số đó cũng như các giá trị số nằm trong khoảng $\pm 10\%$, tốt hơn là $\pm 5\%$, và tốt nhất là 0% của giá trị số đó. Do đó, ví dụ, nếu tốc độ gia nhiệt theo giải pháp hữu ích là $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$, thì cần phải hiểu rằng tốc độ gia nhiệt là 11, 10,5, 9,5 và $9^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ hoặc các giá trị khác nằm trong khoảng các giá trị này đều có thể được sử dụng theo giải pháp hữu ích.

Với mục tiêu xử lý hiệu quả các loại nước nguồn bị các nhiễm kim loại nặng 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 để tạo ra và hoàn thiện vật liệu lọc xét về khả năng hấp thụ kim loại nặng. Cụ thể, nhóm tác giả giải pháp hữu ích đã nghiên cứu và chứng minh được tính hiệu quả cao của than hoạt tính từ cây thầu dầu trong xử lý nguồn nước, ngoài nhiễm asen, còn nhiễm các kim loại nặng khác bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chì, cadimi và crom. Điều khác biệt của nghiên cứu này là ở chỗ, nhóm tác giả giải pháp hữu ích thay than hoạt tính của cây thầu dầu tía bằng than hoạt tính của cây thầu dầu, cùng họ với cây thầu dầu tía, nhưng phổ biến hơn, và thực hiện các nghiên cứu thử nghiệm sâu rộng để lựa chọn điều kiện tối ưu đồng thời hoàn thiện quy trình điều chế than hoạt tính này và phương pháp xử lý nước và đánh giá khả năng loại bỏ không chỉ asen mà còn các kim loại phổ biến khác như chì, cadimi và crom.

Than hoạt tính theo giải pháp hữu ích

Theo đó và như được mô tả trong Hình 1, theo một phương án cụ thể được ưu tiên, giải pháp hữu ích đề xuất than hoạt tính từ cây thầu dầu (*Ricinus communis*), đặc trưng ở chỗ, than này thu được từ quy trình sản xuất bao gồm các bước sau:

i) chuẩn bị nguyên liệu, trong đó:

- thu gom, lựa chọn thân cây thầu dầu đã trưởng thành, xử lý cắt thành các đoạn dài kích thước đều để tạo sự đồng nhất thuận lợi cho việc duy trì quá trình cháy đồng đều;
- ii) gia nhiệt để đốt cháy nguyên liệu với tốc độ gia nhiệt $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến nhiệt độ định trước 150°C để đảm bảo nguyên liệu cháy đồng đều thì chuyển sang bước tiếp theo, trong đó:
- thực hiện việc thường xuyên theo dõi quá trình cháy trong lò và duy trì tránh không để hiện tượng khói đen và ngọn lửa đỏ đen trong lò; và
 - bước đốt cháy nguyên liệu được thực thực hiện trong 48 giờ;
- iii) luyện than bằng cách lần lượt thực hiện quá trình than hóa và hoạt hóa nguyên liệu, trong đó:
- quá trình than hóa được thực hiện bằng cách gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt $15^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến 400°C và duy trì nhiệt độ này trong 1,5 giờ, và trong đó việc gia nhiệt để thực hiện quá trình than hóa được thực hiện trong hai giai đoạn:
 - giai đoạn 1: gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt $15^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến 250°C ;
 - giai đoạn 2: gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt $15^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến 400°C ;
 - quá trình hoạt hóa nguyên liệu đã được than hóa được hoạt hóa bằng hơi nước với tốc độ gia nhiệt $15^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến nhiệt độ 800°C trong điều kiện không có oxy;
 - trong đó tổng thời gian thực hiện bước luyện than là từ 5 đến 6 ngày;
- iv) ủ than trong khoảng 48 giờ, trong đó đảm bảo lò phải kín và ngừng cấp oxy vào lò để nhiệt độ lò giảm dần;
- v) tôi luyện than để tăng độ cứng bằng cách phun nước trong hai lần, mỗi lần cách nhau 24 giờ, trong đó hơi nước quá nhiệt ở 130°C được phun vào với tốc độ $0,1 \text{ mol/g.h}$; và
- vi) thu hồi và bảo quản sản phẩm than hoạt tính.

Theo một phương án cụ thể khác, bước iii) quá trình hoạt hóa được thực hiện trong môi trường hơi nước, trong CO_2 và còn được xử lý bằng hóa chất.

Theo một phương án cụ thể khác nữa, hóa chất xử lý được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat (Na_2CO_3) và kali cacbonat (K_2CO_3).

Theo một phương án cụ thể khác nữa, hóa chất xử lý hoạt hóa được sử dụng là Na_2CO_3 , trong tỷ lệ Na_2CO_3 /nguyên liệu là 13%.

Theo một phương án cụ thể khác nữa, hóa chất xử lý hoạt hóa được sử dụng là K_2CO_3 , trong tỷ lệ K_2CO_3 /nguyên liệu là 10%.

Theo một phương án cụ thể khác nữa, than này có kích thước lỗ xốp là $3,2973 \pm 0,0201 \text{ m}^2/\text{g}$ được đo theo phương pháp BET.

Các nguyên liệu và/hoặc hóa chất được sử dụng theo giải pháp hữu ích là thông dụng trong lĩnh vực này và do đó người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này được xem là có thể dễ dàng tiếp cận thông tin, điều chế bằng các phương pháp thông dụng đã biết hoặc thu mua từ các nguồn sẵn có trên thị trường. Do đó, việc mô tả chi tiết các nguyên liệu, hóa chất này là không cần thiết.

Trong bản mô tả này, phương pháp BET là phương pháp dựa trên việc xác định lượng khí cần thiết để bao phủ bề mặt của một lớp đơn phân tử. Lượng khí này được xác định từ đường cong hấp phụ đẳng nhiệt của nitơ ở nhiệt độ của nitơ lỏng (77,4 K) theo Brunauer, Emmett và Teller (BET) từ đó N_2 bị hấp phụ bằng hấp phụ vật lý trên bề mặt chất hấp phụ. Lượng N_2 hấp phụ ở một áp suất cho trước được xác định bằng phép đo thể tích hoặc khối lượng. Để loại bỏ chất nhiễm bẩn bề mặt chất hấp phụ, mẫu được hút chân không và được gia nhiệt trong điều kiện thích hợp trước khi phép đo được thực hiện.

Kết quả đo huỳnh quang tia X của than thêu dầu dạng nung ủ theo giải pháp hữu ích cho thấy hàm lượng một số oxit có trong than chiếm tỷ lệ rất thấp và không gây độc. Như vậy, than không chứa tạp chất gây độc và kim loại nặng gây độc cho người và hữu dụng trong quá trình xử lý nước, đặc biệt là nước sinh hoạt.

Đặc tính lý, hóa của sản phẩm than hoạt tính từ cây thêu 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: 12,48 (g/mol).
- Màu: đen.
- pH (1% dung môi/nước): không có giá trị.
- Điểm sôi: không có giá trị.
- Điểm tan chảy: 3500°C.
- Nhiệt độ tới hạn: 6810°C.
- Trọng lượng riêng: 3,52 (nước = 1).
- Áp suất bay hơi: không có giá trị.
- Tỷ trọng bay hơi: không có giá trị.
- Sự bay hơi: không có giá trị.
- Ngưỡng mùi: không có giá trị.
- Hệ số phân phối nước/dầu: không có giá trị.
- Trạng thái là ion (Ionicity (trong nước)): không có giá trị.
- Tính chất phân tán: không có giá trị.
- Sự hòa tan: không hòa tan trong nước lạnh, nước nóng.

Phương pháp xử lý nước theo giải pháp hữu ích

Như được mô tả trong Hình 2, theo một khía cạnh khác, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp xử lý nước, bao gồm nước sinh hoạt bị nhiễm kim loại nặng bao gồm asen, chì, cadimi và crom, đặc trưng ở chỗ, phương pháp này sử dụng than hoạt tính theo phương án bất kỳ trên đây làm vật liệu lọc trong thiết bị lọc 100 bao gồm khoang chứa nước chưa lọc 3, lớp cát làm mịn sạch 4, lớp vật liệu lọc 5, lớp cát thô 6, lớp sỏi nhỏ 7, lớp sỏi lớn 8, ống thu gom nước sạch 9, và bao gồm các bước:

phun nước thành các giọt nhỏ để loại bỏ thành phần chứa Fe và Mn nhờ phản ứng oxy hóa bằng oxy không khí;

lọc các chất cặn, các chất kết tủa nhờ lớp cát mịn 4 có độ dày khoảng 30cm;

hấp thụ các thành phần kim loại nặng bao gồm asen, chì, cadimi, crom bằng lớp vật liệu lọc 5 bao gồm than hoạt tính từ cây thầu dầu có độ dày khoảng 30cm;

lọc các chất cặn, các chất kết tủa lần thứ hai nhờ lớp cát thô 6 có độ dày khoảng 10cm;

cho nước đi qua lớp sỏi nhỏ 7 có độ dày khoảng 10cm và lớp sỏi lớn 8; và

thu hồi nước đã được lọc sạch vào bể chứa để sử dụng thông qua ống thu gom nước sạch 9.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị lọc 100 còn được lắp đặt vòi hoa sen phun mưa 2 trên mặt thoáng để phun nước thành các giọt nhỏ.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị lọc 100 còn được lắp đặt bể chứa nước sinh hoạt 10 mà được nối trực tiếp với ống thu gom nước sạch 9.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị lọc 100 còn được lắp đặt van xả phèn 11, tốt hơn là trên lớp cát làm mịn sạch 4.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, giải pháp hữu ích còn được mô tả thông qua các ví dụ. Cần phải hiểu rằng, các ví dụ này chỉ với mục đích minh họa cho giải pháp hữu ích và không làm giới hạn giải pháp hữu ích theo bất kỳ cách nào.

Ví dụ 1: Điều chế than hoạt tính từ cây thầu dầu (*Ricinus communis*)

Các nguyên liệu và hóa chất được chuẩn bị theo tỷ lệ định trước như được mô tả trên đây, trong đó:

quá trình hoạt hóa trong bước iii) được thực hiện trong môi trường hơi nước, trong CO₂, và

một số mẫu còn được xử lý bằng hóa chất bao gồm natri cacbonat (Na_2CO_3), trong tỷ lệ Na_2CO_3 /nguyên liệu là 13% và kali cacbonat (K_2CO_3), trong tỷ lệ K_2CO_3 /nguyên liệu là 10%;

để điều chế các mẫu than hoạt tính từ cây thầu dầu (than hoạt tính cây thầu dầu).

Ví dụ 2: Đặc điểm cấu tạo của than hoạt tính cây thầu dầu so với than hoạt tính từ sọ dừa và than đá

Than hoạt tính từ cây thầu dầu được sản xuất bởi quy trình theo giải pháp hữu ích được tiến hành phân tích các thành phần nguyên tố. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1 sau đây.

Bảng 1

Nguyên tố	% khối lượng	% nguyên tử
C	75,65	81,46
O	22,15	17,72
K	2,2	0,82
Tổng	100	100

trong đó:

C là cacbon;

O là oxy ở dạng ôxit với các nguyên tố khác;

K là kali từ hỗn hợp oxit của nó.

Và tỷ lệ (% khối lượng) của C, O và K là tỷ lệ % của từng nguyên tố so với tổng khối lượng của cả ba loại nêu trên.

Có thể thấy rằng, về cơ bản tỷ lệ các thành phần là tương đối giống với tỷ lệ được mô tả trong bằng độc quyền giải pháp hữu ích số VN 2-0002355 (Y), của chính các tác giả giải pháp hữu ích, bột than hoạt tính từ cây thầu dầu tía (*Ricinus communis* L). Tuy nhiên, kích thước lỗ xốp của than hoạt tính cây thầu dầu (*Ricinus communis*) còn được tối ưu hóa bằng cách tối ưu các điều kiện điều chế. Đây là điểm phát triển, hoàn thiện của giải pháp hữu ích so với quy trình được bộc lộ trong bằng độc quyền trên đây.

Đặc điểm cấu tạo của than hoạt tính cây thầu dầu

Kết quả đo BET của than thầu dầu cho thấy, than hoạt tính từ cây thầu dầu có kích thước lỗ xốp khoảng $3,2973 \pm 0,0201 \text{ m}^2/\text{g}$, nhờ đó than này có khả năng xử lý kim loại nặng tốt. Điều này cho thấy đây là vật liệu than có tiềm năng cao trong ứng dụng xử lý môi trường.

So sánh với các than hoạt tính khác

Kích thước lỗ xốp than hoạt tính từ cây thầu dầu còn được đo và so sánh với than được tạo ra từ quả dừa và than đá. Kết quả được thể hiện trong Bảng 2 sau đây.

Bảng 2

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

Với kích thước lỗ xốp nhỏ hơn nhiều, điều này giải thích khả năng hấp phụ vượt trội của than hoạt tính cây than dầu so với các loại than hoạt tính từ quả dừa và than hoạt tính từ than đá. Do đó, than theo giải pháp hữu ích có khả năng xử lý nước nhiễm kim loại nặng một cách hiệu quả và vượt trội của than hoạt tính cây than dầu.

Ví dụ 3: Đánh giá hiệu quả lọc các kim loại nặng của than hoạt tính cây than dầu

Phân tích hàm lượng As, Pb, Cr, Cd trong nước đầu ra để đánh giá hiệu quả loại bỏ kim loại nặng của bộ lọc sử dụng than hoạt tính cây than dầu theo thời gian. Các thí nghiệm được tiến hành với nước đầu vào ở 4 nồng độ khác nhau của 4 kim loại nặng.

Các bước tiến hành thử nghiệm là như sau.

Q₁: Pha chế các dung dịch thử nghiệm

➤ Các dung dịch cần sử dụng

* Axit nitric: phần khối lượng không nhỏ hơn 65 %, với tỷ trọng khoảng 1,4 g/mL.

* Dung dịch gốc nguyên tố

Sử dụng các chất chuẩn một nguyên tố hoặc đa nguyên tố có bán sẵn trên thị trường, có nồng độ khối lượng $r = 1.000 \text{ mg/L}$ As, Cd, Pb, Cr. Các chất chuẩn của các hãng khác nhau với các nồng độ thích hợp có bán sẵn trên thị trường. Tốt nhất là sử dụng các dung dịch gốc trong axit nitric loãng.

* Dung dịch gốc đa nguyên tố pha loãng

Các mức nồng độ của các nguyên tố trong dung dịch gốc đa nguyên tố pha loãng có thể được chọn tùy theo kiểu mẫu cần phân tích.

Ví dụ: $r(\text{As}) = 20 \text{ mg/L}$, $r(\text{Cd})$, $r(\text{Pb}) = 10 \text{ mg/L}$. Dùng pipet lấy 2 mL As, 1 mL Cd và Pb, tương ứng của từng dung dịch gốc cho vào bình định mức 100 mL, thêm 1 mL axit nitric, thêm nước đến vạch và chuyển dung dịch sang bình thích hợp.

*** Dung dịch hiệu chuẩn đa nguyên tố**

Theo ví dụ nêu trên, dung dịch hiệu chuẩn đa nguyên tố chứa $r = 100 \text{ mg/L}$ As, $r = 50 \text{ mg/L}$ Cd, Pb. Dùng pipet lấy 0,5 mL dung dịch gốc thủy ngân (Hg) pha loãng và 0,5 mL dung dịch gốc đa nguyên tố pha loãng cho vào bình định mức 100 mL, thêm 1 mL axit nitric, thêm nước đến vạch và chuyển dung dịch sang bình thích hợp (dùng bình PFA hoặc bình thạch anh).

*** Dung dịch nội chuẩn**

Dung dịch nội chuẩn chứa Rodi và Luteti có nồng độ khối lượng $r = 1\,000 \text{ mg/L}$. Sử dụng vàng (Ag) để ổn định thủy ngân trong dung dịch và giảm hiệu ứng nhớ. Nồng độ của các chất nội chuẩn cần bao trùm dải khối lượng được sử dụng để xác định các nguyên tố. Nồng độ các chất này có trong dung dịch thử phải không đáng kể.

*** Dung dịch nội chuẩn pha loãng**

Nồng độ của dung dịch nội chuẩn pha loãng cần đủ cao để có cường độ tín hiệu đủ mạnh. Đối với dung dịch nội chuẩn $r(\text{Au}, \text{Rh}, \text{Lu}) = 5 \text{ mg/L}$, dùng pipet lấy 0,5 mL dung dịch nội chuẩn Au, Rh và Lu cho vào từng bình định mức 100 mL, thêm 1 mL axit nitric, thêm nước đến vạch và chuyển dung dịch sang bình thích hợp.

*** Dung dịch mẫu trắng**

Sử dụng dung dịch mẫu trắng chứa nước và cùng một lượng axit như trong dung dịch hiệu chuẩn.

➤ Mẫu thử nghiệm

Các dung dịch thử nghiệm được pha từ các dung dịch gốc đa nguyên tố với nồng độ các chất tương ứng 1.000 ppm và 1.500 ppm. Tổng thể tích dung dịch là 1.000 L. Các dung dịch mẫu thử được chứa trong các thùng và đậy kín tránh tiếp xúc không khí.

Q₂: Thực hiện chạy các bộ lọc với các dung dịch đã chuẩn bị

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

Q₃: Lấy mẫu và phân tích hàm lượng kim loại nặng 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 bổ sung thêm vào mẫu: 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: Phân tích hàm lượng các kim loại nặng trong nước bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử. Thiết bị sử dụng là máy AAS-Hitachi ZA3000.

Ví dụ 3-1: Đánh giá ảnh hưởng của phosphat và sắt tới hiệu quả lọc kim loại nặng của than hoạt tính từ cây thầu dầu

Quy trình tiến hành thử nghiệm này được thực hiện như sau.

Q₁: Pha chế dung dịch thử nghiệm

Các dung dịch cần sử dụng

- Dung dịch đa nguyên tố As, Pb, Cd, Cr với các nồng độ tương ứng là 0,5 ppm, 0,5 ppm, 0,15 ppm và 2,5 ppm được pha từ dung dịch gốc. Các dung dịch mẫu thử được chứa trong các thùng và đậy kín để tránh tiếp xúc với không khí.

- Muối Na₃P₀₄: nồng độ lần lượt: 1 ppm; 2 ppm; 4 ppm.

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

Q₂: 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 20 L.

Q₃: Lấy mẫu và phân tích hàm lượng As, Pb, Cd, Cr 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 bổ sung 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: các kim loại nặng trong nước bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử (máy AAS-Hitachi ZA3000).

Phân tích phospho 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.

Ví dụ 3-2: Đánh giá hiệu quả loại bỏ kim loại nặng của than hoạt tính cây thầu dầu

Hiệu quả loại bỏ các kim loại nặng của than hoạt tính cây thầu dầu lần lượt được thể hiện trong các bảng sau đây.

Kết quả phân tích As đầu ra trong nước lọc

Bảng 3. Kết quả phân tích As đầu ra trong nước lọc

Đơn vị: ppm (mg/L)

V lọc (L) \ Nồng độ As đầu vào				
	0,1	0,2	0,5	1,0
1				
8				
20	< 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

Từ bảng số liệu phân tích As đầu ra được lọc bởi bộ lọc than hoạt tính than dầu với các nồng độ khảo sát đầu vào là 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,5 ppm, và 1,0 ppm, cho thấy:

Bộ lọc than hoạt tính than dầu đã lọc rất tốt As các kết quả phân tích As đầu ra đều nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn cho phép (0,010 ppm) trong nước.

Bộ lọc than hoạt tính than dầu xử lý triệt để As ở các nồng độ đầu vào là 0,1 ppm; 0,2 ppm. Thể tích đã được lọc là 2.600 L đối với nồng độ As đầu vào là 0,1 ppm và 0,2 ppm.

Đối với nồng độ đầu vào 0,5 ppm khi lọc được 2.400 L thấy hàm lượng As bắt đầu lớn hơn giới hạn cho phép (0,014 ppm) với hiệu quả lọc đạt 97,2%. Điều đó có nghĩa là bộ lọc có thể lọc được tối thiểu là 2.100 L với khả năng lọc được đạt nồng độ <0,005 ppm, nhỏ hơn 50 lần giới hạn cho phép (0,01 ppm) trong nước.

Đối với nồng độ đầu vào 1,0 ppm, kết quả phân tích As cho thấy tín hiệu As bắt đầu lớn hơn giới hạn cho phép trong nước (0,015 ppm) khi thể tích lọc là 1.800 L. Như vậy thể tích lọc được nước đạt tới mức 1.500 L ở nồng độ 1,0 ppm.

Hàm lượng Pb trước và sau khi lọc

Bảng 4. Hàm lượng Pb trước và sau khi lọc

Đơn vị: ppm (mg/L)

V lọc (L)	Nồng độ Pb đầu vào	0,1	0,2	0,5	1,0
20	Nồng độ Pb đầu ra	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
300		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
600		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
900		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1200		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

1500		< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1800		< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,016
2100		< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,029
2400		< 0,01	< 0,01	0,015	0,050
2600		< 0,01	< 0,01	0,040	0,058

Kết quả phân tích Pb đầu ra trong nước lọc bởi bộ lọc than hoạt tính than dầu cho thấy, ở nồng độ Pb đầu vào là 0,1 ppm và 0,2 ppm, hiệu quả lọc đến 2.600 L vẫn duy trì. Với nồng độ Pb đầu vào là 0,5 ppm, hiệu quả lọc duy trì đến 2.100 L nước lọc. Với nồng độ Pb đầu vào là 1,0 ppm, hiệu quả lọc duy trì đến 1.500 L nước lọc.

Kết quả phân tích Cr đầu ra

Bảng 5. Kết quả phân tích Cr đầu ra

V lọc (L)	Nồng độ Cr đầu vào (ppm)	0,5	1,0	2,5	5,0
20	Nồng độ Cr đầu ra (ppm)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
300		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
600		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
900		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1200		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1500		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1800		< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,059
2100		< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,062
2400		< 0,05	< 0,05	0,056	0,089
2600		< 0,05	< 0,05	0,068	0,091

Kết quả phân tích Cr đầu ra trong nước lọc bởi bộ lọc than hoạt tính than dầu cho thấy, ở nồng độ Cr đầu vào là 0,5 ppm và 1,0 ppm, hiệu quả lọc đến 2.600 L vẫn duy trì. Với nồng độ Cr đầu vào là 2,5 ppm, hiệu quả lọc duy trì đến 2.100 L nước lọc. Với nồng độ Cr đầu vào là 5,0 ppm, hiệu quả lọc duy trì đến 1.500 L nước lọc, hiệu quả lọc lên đến trên 95%.

Kết quả phân tích Cd đầu ra

Bảng 6. Kết quả phân tích Cd đầu ra trong nước

V lọc (L)	Nồng độ Cd đầu vào (ppm)	0,03	0,06	0,15	0,3
20	Nồng độ Cd 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	0,008
2100		< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,016
2400		< 0,003	< 0,003	0,009	0,025
2600		< 0,003	< 0,003	0,018	0,046

Kết quả bảng trên cho thấy, với nồng độ Cd đầu vào là 0,03 ppm và 0,06 ppm, hiệu quả lọc đến 2.600 L vẫn duy trì. Với nồng độ Cd đầu vào là 0,15 ppm, hiệu quả lọc duy trì đến 2.100 L nước lọc. Với nồng độ Cd đầu vào là 0,3 ppm, hiệu quả lọc duy trì đến 1.500 L nước lọc.

Ví dụ 3-3: Đánh giá hiệu quả lọc kim loại nặng của bộ lọc than hoạt tính từ cây thầu dầu đối với nguồn nước dưới ảnh hưởng của phosphat

Kết quả lọc mẫu nước với nồng độ phosphat thay đổi 1 ppm, 2 ppm và 4 ppm được thể hiện tóm tắt trong bảng sau.

Bảng 7: Hàm lượng As đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính thầu dầu dưới ảnh hưởng của phosphat

V lọc (L)	Nồng độ PO_4^{3-} đầu vào	1 ppm	2 ppm	4 ppm
20		< 0,01	< 0,01	< 0,01
300		< 0,010	< 0,01	< 0,01
600		< 0,010	< 0,01	< 0,01
900		< 0,01	< 0,01	0,026
1200		< 0,01	0,035	0,038
1500		0,021	0,049	0,055
1800		0,037	0,063	0,074

Ghi chú: Nồng độ As đầu vào 0,5 ppm

Nhận xét

Khi có mặt gốc phosphat, khả năng hiệu quả lọc As của bộ lọc than hoạt tính thau dầu giảm và giảm càng nhiều với nồng độ phosphat càng tăng. Với nồng độ phosphat khoảng 1,00 ppm, khả năng loại As giảm 15%. Tuy nhiên ở nồng độ phosphat này, bộ lọc than hoạt tính thau dầu đều loại As về mức giới hạn cho phép của WHO là 0,01 ppm tương ứng khoảng 1.200 L nước đã lọc. Với nồng độ phosphat 2,0 ppm, khả năng loại As của bộ bộ lọc than hoạt tính thau dầu giảm 40%.

Bảng 8: Hàm lượng Pb đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính thau dầu dưới ảnh hưởng của phosphat

Nồng độ PO_4^{3-} đầu vào V lọc (L)	1 ppm	2 ppm	4 ppm
20	< 0,01	< 0,01	< 0,01
300	< 0,01	< 0,01	< 0,01
600	< 0,01	< 0,01	< 0,01
900	< 0,01	< 0,01	0,028
1200	< 0,01	0,037	0,040
1500	0,025	0,050	0,059
1800	0,039	0,065	0,082

Ghi chú: Nồng độ chì (Pb) đầu vào 0,5 ppm

Khả năng lọc Pb của bộ lọc than hoạt tính thau dầu cũng giảm đáng kể khi trong có mặt gốc phosphat. Khi thử nghiệm với nồng độ đầu vào Pb là 0,5 ppm kết quả cho thấy: với nồng độ phosphat là 1 ppm, hiệu quả lọc loại bỏ Pb của than hoạt tính cây thau dầu đến thể tích 1.200 L. Với nồng độ phosphat là 2 ppm, hiệu quả lọc loại bỏ Pb đến thể tích 900 L và với nồng độ phosphat là 4 ppm, hiệu quả đến thể tích 600 L.

Bảng 9: Hàm lượng Cd đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính
thầu dầu dưới ảnh hưởng của phosphat

$\begin{matrix} \text{Nồng độ PO}_4^{3-} \\ \text{đầu vào} \\ \text{V lọc (L)} \end{matrix}$	1 ppm	2 ppm	4 ppm
20	< 0,003	< 0,003	< 0,003
300	< 0,001	< 0,003	< 0,003
600	< 0,003	< 0,003	< 0,003
900	< 0,003	< 0,003	0,005
1200	< 0,003	0,007	0,009
1500	0,008	0,015	0,014
1800	0,017	0,021	0,022

Ghi chú: Nồng độ cadimi (Cd) đầu vào 0,15 ppm

Kết quả thử nghiệm nồng độ đầu vào Cd là 0,15 ppm cho thấy: với nồng độ phosphat là 1 ppm, hiệu quả lọc loại bỏ Cd của than hoạt tính cây thầu dầu đến thể tích 1.200 L. Với nồng độ phosphat là 2 ppm, hiệu quả lọc loại bỏ Cd đến thể tích 900 L và với nồng độ phosphat là 4 ppm, hiệu quả đến thể tích 600 L.

Bảng 10: Hàm lượng Cr đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính
thầu dầu dưới ảnh hưởng của phosphat

$\begin{matrix} \text{Nồng độ PO}_4^{3-} \\ \text{đầu vào} \\ \text{V lọc (L)} \end{matrix}$	1 ppm	2 ppm	4 ppm
20	< 0,05	< 0,05	< 0,05
300	< 0,05	< 0,05	< 0,05
600	< 0,05	< 0,05	< 0,05
900	< 0,05	< 0,05	0,051
1200	< 0,05	0,051	0,064
1500	0,052	0,073	0,079
1800	0,081	0,094	0,098

Ghi chú: Nồng độ crom (Cr) đầu vào 2,5 ppm

Kết quả thử nghiệm lọc bằng than hoạt tính than dầu với nồng độ đầu vào của Cr là 2,5 ppm cho thấy: ở nồng độ phosphat là 1 ppm, hiệu quả lọc loại bỏ Cr của than hoạt tính cây than dầu đến thể tích 1.200 L. Với nồng độ phosphat là 2 ppm, hiệu quả lọc loại bỏ Cr đến thể tích 900 L và với nồng độ phosphat là 4 ppm, hiệu quả đến thể tích 600 L.

Ví dụ 3-4: Đánh giá hiệu quả lọc kim loại nặng của bộ lọc than hoạt tính từ cây than dầu đối với nguồn nước dưới ảnh hưởng của sắt

Kết quả lọc kim loại nặng với nồng độ sắt tương ứng 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm của than hoạt tính than dầu dưới ảnh hưởng của sắt được tóm tắt trong bảng sau:

Bảng 11: Hàm lượng As đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính than dầu dưới ảnh hưởng của Fe

Nồng độ Fe đầu vào V lọc (L)	1 ppm	5 ppm	10 ppm
20	<0,01	<0,01	<0,01
300	<0,01	<0,01	<0,01
600	<0,01	<0,01	<0,01
900	<0,01	<0,01	<0,01
1200	<0,01	<0,01	<0,01
1500	<0,01	<0,01	<0,01
1800	<0,01	<0,01	<0,01

Ghi chú: Nồng độ Asen đầu vào 0,5 ppm

Khi có mặt của sắt, bộ lọc than hoạt tính than dầu có khả năng loại bỏ As rất tốt. Trong thời gian 1 tháng thử nghiệm lọc nước có As và Pb đầu vào 0,5 ppm và các nồng độ Fe lần lượt là 1,0 ppm, 5,0 ppm và 10,0 ppm tương ứng tỷ lệ Fe/As là 2, 10, và 20 lần, cho kết quả As nhỏ hơn giới hạn cho phép trong nước ăn uống của WHO, tức là đảm bảo hiệu quả ứng dụng lọc nước trong loại As.

Bảng 12. Hàm lượng Pb đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính
thầu dầu dưới ảnh hưởng của Fe

Nồng độ Fe đầu vào V lọc (L)	1 ppm	5 ppm	10 ppm
20	<0,01	<0,01	<0,01
300	<0,01	<0,01	<0,01
600	<0,01	<0,01	<0,01
900	<0,01	<0,01	<0,01
1200	<0,01	<0,01	<0,01
1500	<0,01	<0,01	<0,01
1800	<0,01	<0,01	<0,01

Ghi chú: Nồng độ Chì đầu vào 0,5 ppm

Khi có mặt của sắt, bộ lọc than hoạt tính thầu dầu có khả năng loại bỏ Pb rất tốt. Trong thời gian 1 tháng thử nghiệm lọc nước có Pb đầu vào 0,5 ppm và các nồng độ Fe lần lượt là 1,0 ppm, 5,0 ppm và 10,0 ppm tương ứng tỷ lệ Fe/Pb là 2, 10, và 20 lần, cho kết quả Pb nhỏ hơn giới hạn cho phép trong nước ăn uống của WHO, tức là khả năng loại Pb đảm bảo hiệu quả ứng dụng lọc nước.

Bảng 13. Hàm lượng Cd đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính
thầu dầu dưới ảnh hưởng của Fe

Nồng độ Fe đầu vào V lọc (L)	1 ppm	5 ppm	10 ppm
20	<0,003	<0,003	<0,003
300	<0,003	<0,003	<0,003
600	<0,003	<0,003	<0,003
900	<0,003	<0,003	<0,003
1200	<0,003	<0,003	<0,003
1500	<0,003	<0,003	<0,003
1800	<0,003	<0,003	<0,003

Ghi chú: Nồng độ Cadimi đầu vào 0,15 ppm

Kết quả sử dụng nguồn nước thử nghiệm với nồng độ Cd đầu vào 0,15 ppm và 2,5 ppm tương ứng để đánh giá hiệu quả lọc Cd dưới ảnh hưởng của sắt. Kết quả cho thấy hiệu quả lọc Cd đảm bảo duy trì hiệu quả lọc theo yêu cầu đến thể tích lọc lên đến 1.800 L.

Bảng 14. Hàm lượng Cr đầu ra (ppm) trong nước sau lọc bằng bộ than hoạt tính
thầu dầu dưới ảnh hưởng của Fe

Nồng độ Fe đầu vào V lọc (L)	1 ppm	5 ppm	10 ppm
20	<0,05	<0,05	<0,05
300	<0,05	<0,05	<0,05
600	<0,05	<0,05	<0,05
900	<0,05	<0,05	<0,05
1200	<0,05	<0,05	<0,05
1500	<0,05	<0,05	<0,05
1800	<0,05	<0,05	<0,05

Ghi chú: Nồng độ Crom đầu vào 2,5 ppm

Sử dụng nguồn nước thử nghiệm với nồng độ Cr đầu vào 0,15 ppm và 2,5 ppm tương ứng để đánh giá hiệu quả lọc Cr của bộ lọc than hoạt tính thầu dầu dưới ảnh hưởng của sắt. Kết quả cho thấy hiệu quả lọc Cr đảm bảo duy trì hiệu quả lọc theo yêu cầu đến thể tích lọc lên đến 1.800 L.

Ví dụ 4: Đánh giá hiệu quả lọc kim loại nặng của than hoạt tính ở quy mô công nghiệp

Hiệu quả lọc loại bỏ các kim loại nặng của than hoạt tính cây thầu dầu, thiết bị và phương pháp theo giải pháp hữu ích được thực hiện ở quy mô lớn hơn và để đánh giá hiệu quả lọc. Cụ thể, mô hình bể lọc chậm kết hợp sử dụng than hoạt tính cây thầu dầu đã được tiến hành thực hiện cho bốn giếng nước có nồng độ các kim loại nặng cao để thử nghiệm. Từ kết quả khảo sát, lựa chọn bốn giếng có mức độ ô nhiễm As, Pb, Cd và Cr ở mức cao mà sử dụng bể lọc cát chậm để xử lý nước nhưng hiệu quả lọc bỏ kim loại nặng là không hiệu quả. Trong ví dụ này, lớp than hoạt tính của cây thầu dầu được bổ sung vào giữa các lớp cát của bốn bể này để đánh giá hiệu quả lọc kim loại nặng của than hoạt tính.

Lấy mẫu nước sau lọc hàng tháng để xét nghiệm As, Pb, Cd và Cr, định kỳ theo dõi chất lượng nước sau lọc (đến 18 tháng từ khi thử nghiệm).

Kết quả phân tích kim loại nặng tại bốn giếng trước và sau khi lọc bằng mô hình lọc hiện tại áp dụng vật liệu và phương pháp theo giải pháp hữu ích được thể hiện sau đây.

Bảng 15. Hàm lượng kim loại nặng (KLN) ở giếng thử nghiệm trước và sau khi lọc bằng mô hình lọc thông thường hiện tại

Đơn vị: mg/L

Hàm lượng KLN Giếng	As		Pb		Cd		Cr	
	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau
Giếng 1	0,40	0,40	0,03	0,03	0,12	0,12	0,25	0,25
Giếng 2	0,11	0,11	0,42	0,42	0,15	0,15	0,82	0,82
Giếng 3	0,45	0,45	0,32	0,32	0,12	0,12	0,85	0,85
Giếng 4	0,13	0,13	0,18	0,18	0,10	0,10	0,62	0,62
QCVN 01-01:2018/BYT	$\leq 0,01$		$\leq 0,01$		$\leq 0,003$		$\leq 0,05$	

Kết quả khảo sát tại hiện trường lựa chọn 4 giếng có mức độ ô nhiễm As, Pb, Cd và Cr ở mức độ nghiêm trọng. Kết quả xét nghiệm mẫu nước tại 4 giếng cho thấy hàm lượng kim loại nặng vẫn giữ nguyên sau lọc.

Hiệu quả lọc kim loại nặng sử dụng than hoạt tính than dầu tại các giếng thử nghiệm

Bảng 16: Chỉ tiêu đầu vào nguồn nước thử nghiệm

Chỉ tiêu Điểm thử nghiệm	Fe (ppm)	PO ₄ (ppm)	pH	TDS
Giếng 1	24,40	1,74	7	1.314
Giếng 2	9,10	0,06	7	1.286
Giếng 3	2,26	2,54	7	491
Giếng 4	14,20	1,45	7	174

Bảng 17: Hàm lượng KLN trước và sau 18 tháng lọc bằng than hoạt tính than dầu
Đơn vị: ppm (mg/L)

Điểm thử nghiệm \ KLN	As		Pb		Cd		Cr	
	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau
Giếng 1	0,40	<0,01	0,03	<0,01	0,12	<0,003	0,25	<0,003
Giếng 2	0,11	<0,01	0,42	<0,01	0,15	<0,003	0,82	<0,003
Giếng 3	0,45	<0,01	0,32	<0,01	0,12	<0,003	0,85	<0,003
Giếng 4	0,13	<0,01	0,18	<0,01	0,10	<0,003	0,62	<0,003

Kết quả xét nghiệm mẫu nước ở cả 4 giếng thử nghiệm đều cho thấy hàm lượng cả 4 KLN trong mẫu nước sau lọc đạt tiêu chuẩn vệ sinh theo QCVN 01-01:2018 cho thấy hiệu quả lọc cả 4 KLN (As, Pb, Cd và Cr) đều được duy trì 18 tháng.

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, chì, cadimi, crom với hiệu quả loại bỏ asen, chì, cadimi, crom cao bất ngờ.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Giải pháp hữu ích đề xuất than hoạt tính được tạo ra từ cây thầu dầu và phương pháp xử lý làm sạch nước bao gồm nước sinh hoạt bị nhiễm chì, cadimi, crom và asen bằng cách sử dụng than hoạt tính từ cây thầu dầu này làm vật liệu lọc thích hợp để áp dụng ở các vùng nông thôn. Phương pháp, vật liệu và thiết bị theo giải pháp hữu ích không chỉ cho phép loại bỏ asen mà còn giúp loại bỏ các kim loại nặng khác bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chì, cadimi và crom một cách hiệu quả ra khỏi nước sinh hoạt nhờ sử dụng các vật liệu rẻ tiền phù hợp cho người dùng ở các vùng nông thôn.

Danh mục các số chỉ dẫn

100: thiết bị lọc

1: thân bể;

- 2: vòi hoa sen phun mưa;
- 3: khoang chứa nước chưa lọc;
- 4: lớp cát làm mịn sạch;
- 5: lớp vật liệu lọc;
- 6: lớp cát thô;
- 7: lớp sỏi nhỏ;
- 8: lớp sỏi lớn;
- 9: ống thu gom nước sạch;
- 10: bể chứa nước sinh hoạt;
- 11: van xả phèn.

Yêu cầu bảo hộ

1. Quy trình sản xuất than hoạt tính từ cây thầu dầu (*Ricinus communis*), đặc trưng ở chỗ, quy trình sản xuất bao gồm các bước sau:

i) chuẩn bị nguyên liệu, trong đó:

- thu gom, lựa chọn thân cây thầu dầu đã trưởng thành, xử lý cắt thành các đoạn dài kích thước đều để tạo sự đồng nhất thuận lợi cho việc duy trì quá trình cháy đồng đều;

ii) gia nhiệt để đốt cháy nguyên liệu với tốc độ gia nhiệt 10°C/phút đến nhiệt độ định trước 150°C để đảm bảo nguyên liệu cháy đồng đều thì chuyển sang bước tiếp theo, trong đó:

- thực hiện việc thường xuyên theo dõi quá trình cháy trong lò và duy trì tránh không để hiện tượng khói đen và ngọn lửa đỏ đen trong lò; và
- bước đốt cháy nguyên liệu được thực thực hiện trong 48 giờ;

iii) luyện than bằng cách lần lượt thực hiện quá trình than hóa và hoạt hóa nguyên liệu, trong đó:

- quá trình than hóa được thực hiện bằng cách gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến 400°C và duy trì nhiệt độ này trong 1,5 giờ, và trong đó việc gia nhiệt để thực hiện quá trình than hóa được thực hiện trong hai giai đoạn:
 - giai đoạn 1: gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến 250°C;
 - giai đoạn 2: gia nhiệt với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến 400°C;
- quá trình hoạt hóa nguyên liệu đã được than hóa được hoạt hóa bằng hơi nước với tốc độ gia nhiệt 15°C/phút đến nhiệt độ 800°C trong điều kiện không có oxy;
- trong đó tổng thời gian thực hiện bước luyện than là từ 5 đến 6 ngày;

iv) ủ than trong khoảng 48 giờ, trong đó đảm bảo lò phải kín và ngừng cấp oxy vào lò để nhiệt độ lò giảm dần;

v) tôi luyện than để tăng độ cứng bằng cách phun nước trong hai lần, mỗi lần cách nhau 24 giờ, trong đó hơi nước quá nhiệt ở 130°C được phun vào với tốc độ 0,1 mol/g.h; và

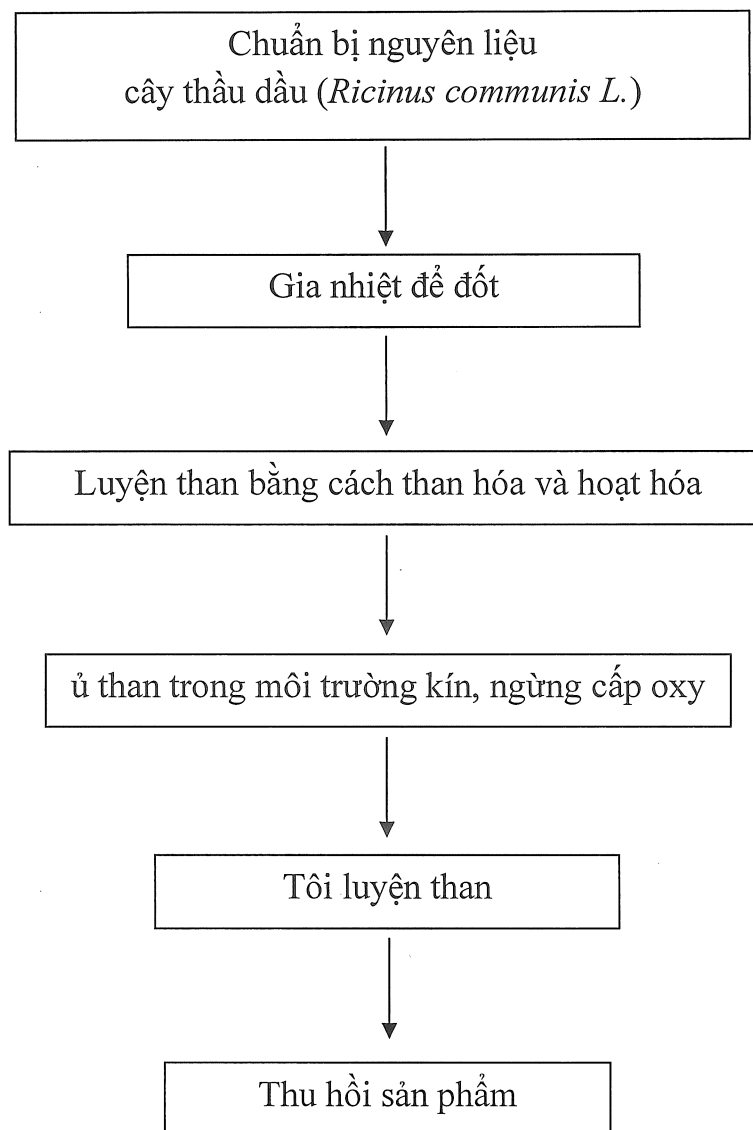
vi) thu hồi và bảo quản sản phẩm than hoạt tính; và

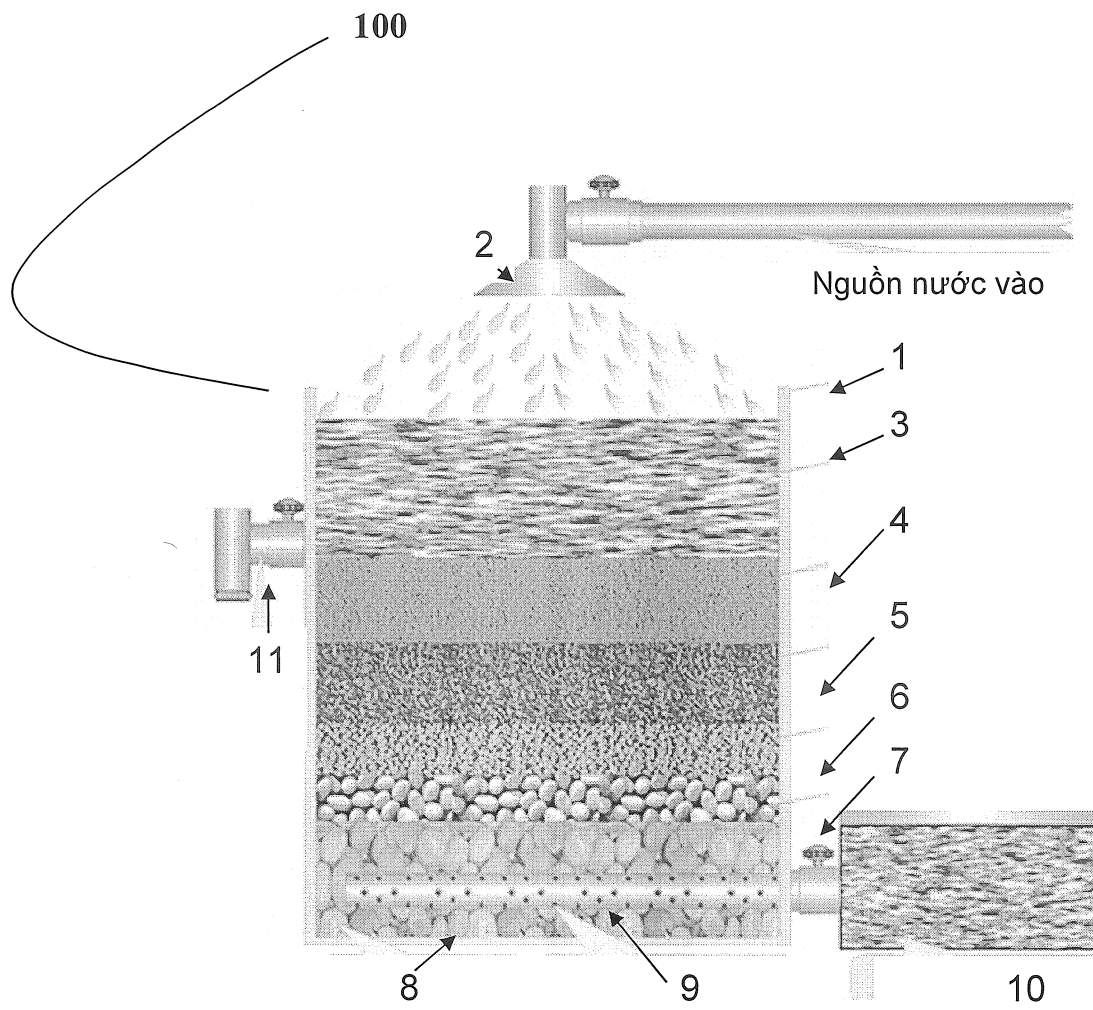
trong đó:

bước iii) quá trình hoạt hóa được thực hiện trong môi trường hơi nước, trong CO₂ và còn được xử lý bằng hóa chất được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat (Na₂CO₃) và kali cacbonat (K₂CO₃), và trong đó:

- hóa chất xử lý hoạt hóa được sử dụng là Na₂CO₃ theo tỷ lệ Na₂CO₃/nguyên liệu là 13%;
- hóa chất ly hoạt hóa được sử dụng là K₂CO₃ theo tỷ lệ K₂CO₃/nguyên liệu là 10%; và

trong đó than thu được có kích thước lỗ xốp là $3,2973 \pm 0,0201 \text{ m}^2/\text{g}$ được đo theo phương pháp BET.”

**Hình 1**



Hình 2

