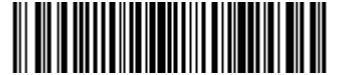




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0003263

(51) **C02F 1/42; C02F 1/78; C02F 5/00; C02F**
2021.01 1/52

(13) **Y**

(21) 2-2022-00435

(22) 21/09/2018

(67) 1-2018-04189

(45) 25/08/2023 425

(43) 25/04/2019 373A

(73) Trường Đại học Cần Thơ (VN)

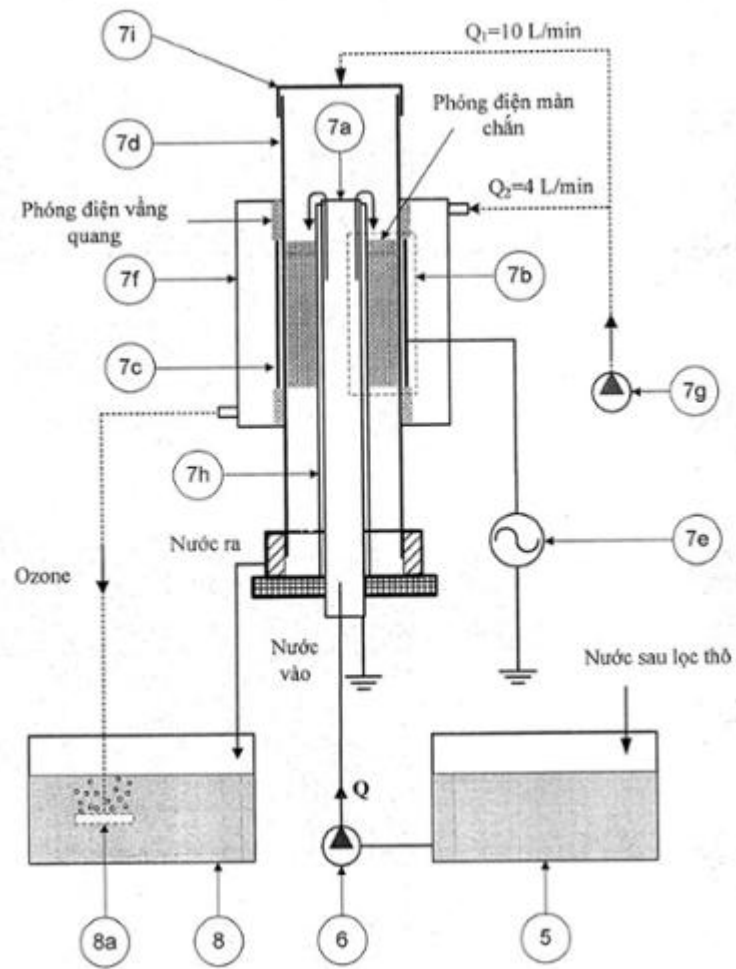
Khu II, đường 3/2, phường Xuân Khánh, quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ

(72) Nguyễn Văn Dũng (VN); Lê Hoàng Việt (VN).

(74) Công ty TNHH Luật ALIAT (ALIAT LEGAL)

(54) QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC CẤP SINH HOẠT BẰNG PLASMA LẠNH, CỘT XỬ LÝ
NƯỚC CẤP SINH HOẠT BẰNG PLASMA LẠNH VÀ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC CẤP
SINH HOẠT BẰNG PLASMA LẠNH

(57) Giải pháp hữu ích liên quan đến quy trình xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm các bước: trữ nước đầu vào; lọc thô; xử lý plasma, trong đó nước được xử lý plasma tại buồng plasma thứ nhất bằng phóng điện màn chắn, và tại buồng plasma thứ hai hình thành phóng điện vàng quang tạo ra ozon để tăng hiệu quả xử lý ở bước tiếp theo, bơm thêm không khí vào hai buồng xử lý plasma nêu trên để tăng hiệu quả xử lý nước; khử ozon và lắng kết tủa; tạo áp lực cho nước sau xử lý; và khử độ cứng làm mềm nước ở nơi người sử dụng. Giải pháp hữu ích cũng đề xuất hệ thống xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh và cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích liên quan đến lĩnh vực xử lý nước cấp sinh hoạt bằng công nghệ plasma lạnh.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Nước ngầm thường bị nhiễm sắt, Ca^{2+} và Mg^{2+} . Một số giếng khoan bị nhiễm asen, coliform và E. coli. Do đó, quy trình công nghệ xử lý nước ngầm thông thường bao gồm công đoạn oxy hóa sắt, lắng lọc, khử độ cứng và khử trùng. Sơ đồ công nghệ xử lý nước ngầm áp dụng cho trạm cấp nước tập trung điển hình được thể hiện ở Hình 1. Nhược điểm của quy trình công nghệ này là thời gian xử lý dài, phải sử dụng hóa chất Chlorine hoặc Chloramines để diệt khuẩn và phải xây dựng giàn mưa hoặc tháp làm thoáng có kích thước lớn nên chỉ phù hợp đối với các trạm cung cấp nước tập trung có quy mô lớn. Đối với hộ gia đình, thông thường sử dụng phương pháp oxy hóa sắt bằng cách tự nhiên kết hợp với lắng kết tủa và lấy phần nước trong để sử dụng hoặc kết hợp thêm với các cột lọc áp lực chứa các loại vật liệu lọc như sỏi, cát mịn, than hoạt tính và hạt mangan. Nước sau xử lý thường không đạt quy chuẩn nước sạch theo QCVN02:2009/BYT.

Giải pháp được đưa ra là sử dụng công nghệ thân thiện với môi trường, có kích thước nhỏ gọn và thời gian xử lý ngắn để xử lý nước ngầm có quy mô hộ gia đình. Một trong những giải pháp có tiềm năng là sử dụng công nghệ plasma lạnh để xử lý nước ngầm với quy mô nhỏ. Plasma lạnh đã được chứng minh có hiệu quả diệt khuẩn cao và có khả năng oxy hóa sắt và asen cũng như xử lý được các độc chất như H_2S và Amoni. Do đó, plasma lạnh được kết hợp với lọc thô và phương pháp trao đổi ion để hấp thụ

các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} sẽ xử lý thành công nước ngầm đạt quy chuẩn nước sạch theo QCVN02:2009/BYT.

Tài liệu sáng chế đã biết: bằng độc quyền sáng chế Việt Nam số 19727, “Hệ thống xử lý plasma và phương pháp xử lý nước uống bằng hệ thống xử lý plasma”.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích được tạo ra nhằm mục đích xử lý nước đạt tiêu chuẩn nước cấp sinh hoạt ở quy mô nhỏ (hộ gia đình) với thời gian xử lý ngắn. Để đạt được mục đích đề ra ở trên, giải pháp hữu ích đề xuất các đối tượng sau đây:

1. Quy trình xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm các bước:

bước 1- trữ nước đầu vào: nước thô được bơm từ giếng khoan có độ sâu từ 80 đến 100m bằng máy bơm nước thứ nhất với lưu lượng từ 10 đến 25 lít/phút đến bể chứa đầu vào, bước này dùng để đưa nước ngầm từ các giếng khoan lên trữ ở bể đầu vào tạo nguồn cung cấp cho bước tiếp theo cũng như dùng để lắng cát hoặc tạp chất cơ học được bơm cùng với nước;

bước 2 - lọc thô: nước được bơm từ bồn đầu vào qua cột lọc áp lực đến bồn trữ trung gian với lưu lượng từ 10 đến 25 lít/phút nhờ máy bơm nước thứ hai để loại bỏ chất rắn lơ lửng có kích thước lớn cũng như khử một phần mùi hôi của nước, nước sau khi lọc thô được trữ ở bồn trữ trung gian;

bước 3 - xử lý plasma để khử mùi, diệt vi khuẩn và oxy hóa sắt và asen trong nước: từ bồn trữ trung gian, nước được bơm đến bộ phận xử lý bằng plasma lạnh với lưu lượng từ 3 đến 6 lít/phút; bộ phận xử lý plasma bao gồm nhiều cột plasma được lắp song song với nhau, mỗi cột plasma có hai buồng plasma, có lưu lượng xử lý là từ 1 đến 2 lít/phút; nước được xử lý tại buồng plasma thứ nhất bằng phóng điện màn chắn nhờ vào điện áp cao đến 18 kV với tần số 31 kHz đặt lên hệ thống điện cực;

tại buồng plasma thứ hai, điện trường tăng cao tại các mép điện cực ngoài và vượt quá độ bền điện của không khí tạo nên ion hóa va chạm dẫn đến sự hình thành

phóng điện vàng quang và các điện tử năng lượng cao, các điện tử năng lượng cao tác động vào các phân tử oxy xung quanh mép điện cực hình thành nên ozon, lượng ozon sinh ra được đưa vào bồn chứa sau xử lý thông qua các đĩa sủi để tiếp tục tác động đến nước trong bồn; và

bơm không khí vào buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai với lưu lượng thích hợp để gia tăng hàm lượng ozon sinh ra trong khe hở điện cực dẫn đến tăng lượng ozon hòa tan trong nước cũng như là hiệu quả xử lý nước ở bước tiếp theo;

bước 4 - khử ozon và lắng kết tủa: sau khi ra khỏi các cột xử lý plasma của bộ phận xử lý plasma, nước được trữ lại trong bồn chứa sau xử lý, thời gian lưu nước trong bồn chứa sau xử lý kể từ khi đầy bồn là từ 10 đến 30 phút để dư lượng ozon trong nước tiếp tục phát huy tác dụng và phân rã hoàn toàn cũng như có đủ thời gian để lắng kết tủa của sắt và phức chất sắt-asen;

bước 5 - tạo áp cho nước sau xử lý: nước từ bồn chứa sau xử lý được bơm đến bồn chứa nước sạch đặt trên cao để tạo áp lực cung cấp nước đến người sử dụng; và

bước 6 - khử độ cứng, làm mềm nước: tại nơi người sử dụng, nước tiếp tục được làm mềm bằng bộ lọc tinh hai cấp bao gồm cột lọc chứa lõi lọc PP và cột ion dương nhằm loại bỏ phần kết tủa không lắng và giảm độ cứng của nước sau xử lý, nước sau khi được làm mềm bằng cột lọc tinh gồm hai cấp lọc và được sử dụng làm nước cấp sinh hoạt đạt tiêu chuẩn.

2. Giải pháp hữu ích cũng đề xuất cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh để thực hiện quy trình nêu trên, cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma có cấu tạo bao gồm:

buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai bao bên ngoài buồng plasma thứ nhất, trong đó,

buồng plasma thứ nhất tạo ra môi trường plasma bằng cách phóng điện màn chắn, buồng plasma thứ nhất được hình thành bởi:

điện cực trong bằng vật liệu kim loại dạng ống để nước cần xử lý được cấp vào một đầu thứ nhất có thể chảy tràn ra ở một đầu thứ hai của điện cực trong,

ống thủy tinh borosilicat ôm sát bên ngoài điện cực trong,

ống thủy tinh thạch anh đặt đồng trục và bao bên ngoài ống thủy tinh borosilicat, và

điện cực ngoài bằng vật liệu kim loại bao bọc bên ngoài ống thủy tinh thạch anh, đầu trên của ống thủy tinh thạch anh được đậy kín nhờ nắp đậy,

buồng plasma thứ hai nằm bên ngoài buồng plasma thứ nhất, tạo ra ozon bằng cách phóng điện vầng quang vào không khí bên trong buồng plasma này, buồng plasma thứ hai được hình thành bởi: một vỏ ngoài tạo thành khoang bao kín vùng chứa điện cực bên ngoài và các khe không khí nằm trên bề mặt ngoài dọc trục ống thủy tinh thạch anh, hiện tượng phóng điện vầng quang sinh ra tại vị trí các khe không khí trên ống thủy tinh thạch anh xung quanh mép điện cực ngoài.

3. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt theo điểm 2, trong đó, điện cực ngoài bằng vật liệu nhôm hoặc đồng hoặc inox có bề dày mỏng, có chức năng là điện cực cao áp nối với cực cao áp của nguồn cao áp, điện cực trong là ống inox được nối đất.

4. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt theo điểm 2 hoặc 3, trong đó, buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai còn bao gồm ít nhất một cổng để bơm không khí vào trong để gia tăng nồng độ ozon trong khe hở điện cực, làm tăng nồng độ ozon trong nước.

5. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt theo điểm bất kỳ từ 2 đến 4, trong đó buồng plasma thứ hai còn bao gồm cổng ra để đưa khí ozon đến bồn chứa sau xử lý thông qua ống dẫn khí và các đĩa sủi để tăng hiệu quả xử lý, cột xử lý nước cấp sinh hoạt còn bao gồm cổng ra để dẫn nước sau khi xử lý plasma về bồn chứa sau xử lý.

6. Giải pháp hữu ích cũng đề xuất hệ thống xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm:

bồn chứa nước đầu vào, cột lọc thô để lọc nước sơ bộ từ bồn chứa nước đầu vào, bể trung gian chứa nước sau khi qua cột lọc thô, bộ phận xử lý plasma để xử lý nước bằng phóng điện màn chắn và phóng điện vàng quang, bồn chứa sau xử lý để chứa nước cấp cho đài nước, đài nước để chứa nước sạch và tạo áp lực cấp nước đến nơi tiêu thụ, và cột lọc tinh gồm hai cấp lọc được lắp để lọc nước ở nơi tiêu thụ trước khi sử dụng.

7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ nhất để bơm nước từ giếng khoan lên bồn đầu vào.

8. Hệ thống theo điểm 6 hoặc 7, trong đó bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ hai để bơm nước từ bồn chứa nước đầu vào đi qua cột lọc thô.

9. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ ba để bơm nước từ bể trung gian vào bộ phận xử lý plasma.

10. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 9, trong đó bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ tư để bơm nước từ bồn chứa nước sau xử lý lên đài nước.

11. Hệ thống theo điểm bất kỳ từ 6 đến 10, trong đó bộ phận xử lý plasma bao gồm nhiều cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma được lắp song song với nhau để xử lý nước bằng phóng điện màn chắn và phóng điện vàng quang.

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó mỗi cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma có cấu tạo bao gồm:

buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai bao bên ngoài buồng plasma thứ nhất, trong đó

buồng plasma thứ nhất tạo ra môi trường plasma bằng cách phóng điện màn chắn, buồng plasma thứ nhất được hình thành bởi:

điện cực trong bằng vật liệu kim loại dạng ống để nước cần xử lý được cấp vào một đầu thứ nhất có thể chảy tràn ra ở một đầu thứ hai của điện cực trong,

ống thủy tinh borosilicat ôm sát bên ngoài điện cực trong,

ống thủy tinh thạch anh đặt đồng trục và bao bên ngoài ống thủy tinh borosilicat, và

điện cực ngoài bằng vật liệu kim loại bao bọc bên ngoài ống thủy tinh thạch anh,

buồng plasma thứ hai nằm bên ngoài buồng plasma thứ nhất, tạo ra ozon bằng cách phóng điện vàng quang vào không khí bên trong buồng plasma này, buồng plasma thứ hai được hình thành bởi: một vỏ ngoài tạo thành khoang bao kín vùng chứa điện cực bên ngoài và các khe không khí nằm trên bề mặt ngoài dọc trục ống thủy tinh thạch anh, hiện tượng phóng điện vàng quang sinh ra tại vị trí các khe không khí trên ống thủy tinh thạch anh xung quanh mép điện cực ngoài.

13. Hệ thống theo điểm 12, trong đó, điện cực ngoài bằng vật liệu nhôm hoặc đồng hoặc inox có bề dày mỏng, có chức năng là điện cực cao áp nối với cực cao áp của nguồn cao áp, điện cực trong là ống inox nối đất.

14. Hệ thống theo điểm 12 hoặc 13, trong đó, buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai còn bao gồm ít nhất một cổng để bơm không khí vào trong để gia tăng nồng độ ozon trong khe hở điện cực, làm tăng nồng độ ozon trong nước.

15. Hệ thống theo điểm bất kỳ từ 12 đến 14, trong đó buồng plasma thứ hai còn bao gồm cổng ra để đưa khí ozon đến bồn chứa sau xử lý thông qua ống dẫn khí và các đĩa sủi để tăng hiệu quả xử lý, cột xử lý nước cấp sinh hoạt còn bao gồm cổng ra để dẫn nước sau khi xử lý plasma về bồn chứa sau xử lý.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: Sơ đồ quy trình xử lý nước cấp sinh hoạt từ nước ngầm đã biết;

Hình 2: Quy trình xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh theo giải pháp hữu ích;

Hình 3: Kết cấu cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh theo giải pháp hữu ích; và

Hình 4: Sơ đồ hệ thống xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích được tạo ra nhằm mục đích xử lý nước đạt tiêu chuẩn nước cấp sinh hoạt ở quy mô nhỏ (hộ gia đình) với thời gian xử lý ngắn. Để đạt được mục đích đề ra ở trên, giải pháp hữu ích đề xuất các đối tượng sau đây:

Như được thể hiện ở Hình 2, quy trình xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm các bước:

bước 1- trữ nước đầu vào: nước thô được bơm từ giếng khoan có độ sâu từ 80 đến 100m bằng máy bơm nước thứ nhất với lưu lượng khoảng từ 10 đến 25 lít/phút đến bể chứa đầu vào, bước này dùng để đưa nước ngầm từ các giếng khoan lên trữ ở bể đầu vào tạo nguồn cung cấp cho bước tiếp theo cũng như dùng để lắng cát hoặc tạp chất cơ học được bơm cùng với nước;

bước 2 - lọc thô: nước được bơm từ bồn đầu vào qua cột lọc áp lực đến bồn trữ trung gian với lưu lượng 10 đến 25 lít/phút nhờ máy bơm thứ hai để loại bỏ chất rắn lơ lửng có kích thước lớn cũng như khử một phần mùi hôi của nước, nước sau khi lọc thô được trữ ở bồn trữ trung gian;

bước 3 - xử lý plasma để khử mùi, diệt vi khuẩn và oxy hóa sắt và asen trong nước: từ bồn trữ trung gian, nước được bơm đến bộ phận xử lý bằng plasma lạnh với lưu lượng từ 3 đến 6 lít/phút; bộ phận xử lý plasma bao gồm nhiều cột plasma được lắp song song với nhau, mỗi cột plasma có hai buồng plasma, có lưu lượng xử lý là 1 đến 2 lít/phút; nước được xử lý tại buồng plasma thứ nhất bằng phóng điện màn chắn nhờ vào điện áp cao đến 18 kV với tần số 31 kHz đặt lên hệ thống điện cực; phóng điện màn chắn tạo nên vô số tia lửa điện có kích thước micromet xuất hiện đồng thời đã chuyển không khí trong khe điện cực sang trạng thái plasma, tại đây plasma tác động trực tiếp với nước cần xử lý thông qua các điện tử năng lượng cao, ozon và tia cực tím (UV); sự va đập của điện tử năng lượng cao vào bề mặt nước cũng như sự hòa tan của ozon vào nước hình thành nên gốc tự do hydroxyl và các chất oxy hóa mạnh khác; sự tác động

tổng hợp của UV trong khe hở điện cực, gốc tự do hydroxyl và các chất oxy hóa mạnh trong nước đã giúp cho plasma lạnh tạo nên từ phóng điện màn chắn có khả năng diệt khuẩn, oxy hóa kim loại hòa tan trong nước, phân rã hợp chất hóa học hữu cơ và khử các độc chất như H_2S , NH_3 , v.v..;

tại buồng plasma thứ hai, điện trường tăng cao tại các mép điện cực ngoài và vượt quá độ bền điện của không khí tạo nên ion hóa va chạm dẫn đến sự hình thành phóng điện vầng quang và các điện tử năng lượng cao; các điện tử năng lượng cao tác động vào các phân tử oxy xung quanh mép điện cực hình thành nên ozon; lượng ozon sinh ra được đưa vào bồn chứa sau xử lý thông qua các đĩa sủi để tiếp tục tác động đến nước trong bồn,

không khí được bơm vào buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai với lưu lượng thích hợp để gia tăng hàm lượng ozon sinh ra trong khe hở điện cực dẫn đến tăng lượng ozon hòa tan trong nước cũng như là hiệu quả xử lý,

nước sau khi qua buồng plasma thứ nhất được trữ trong bồn chứa sau xử lý;

bước 4 - khử ozon và lắng kết tủa: sau khi ra khỏi các cột xử lý plasma, nước được trữ lại trong bồn chứa, thời gian lưu nước trong bồn chứa sau xử lý kể từ khi đầy bồn là từ 10 đến 30 phút để dư lượng ozon trong nước tiếp tục phát huy tác dụng và phân rã hoàn toàn cũng như có đủ thời gian để lắng kết tủa của sắt và phức chất sắt-asen;

bước 5 - tạo áp cho nước sau xử lý: nước từ bồn chứa sau xử lý được bơm đến bồn chứa nước sạch đặt trên cao (cách mặt đất khoảng 1,5 m) để tạo áp lực cung cấp nước đến người sử dụng; và

bước 6 - khử độ cứng, làm mềm nước: tại nơi người sử dụng, nước tiếp tục được làm mềm bằng bộ lọc tinh hai cấp bao gồm cột lọc chứa lõi lọc PP (kích thước lỗ của lưới lọc là $5\mu\text{m}$) và cột ion dương nhằm loại bỏ phần kết tủa không lắng và giảm độ cứng của nước sau xử lý, nước sau khi được làm mềm bằng cột lọc tinh gồm hai cấp lọc và được sử dụng làm nước cấp sinh hoạt đạt tiêu chuẩn.

Theo giải pháp hữu ích, để thực hiện quy trình nêu trên, cần phải có cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh. Như được thể hiện ở Hình 3, cột xử lý nước cấp

sinh hoạt bằng plasma có cấu tạo bao gồm: buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai bao bên ngoài buồng plasma thứ nhất, trong đó,

buồng plasma thứ nhất 7b tạo ra môi trường plasma bằng cách phóng điện màn chắn, buồng plasma thứ nhất được hình thành bởi:

điện cực trong 7a bằng vật liệu kim loại dạng ống để nước cần xử lý được cấp vào một đầu thứ nhất có thể chảy tràn ra ở một đầu thứ hai của điện cực trong,

ống thủy tinh borosilicat 7h ôm sát bên ngoài điện cực trong,

ống thủy tinh thạch anh 7d đặt đồng trục và bao bên ngoài ống thủy tinh borosilicat 7h, và

điện cực ngoài 7c bằng vật liệu kim loại bao bọc bên ngoài ống thủy tinh thạch anh 7d, đầu trên của ống thủy tinh thạch anh được đậy kín nhờ nắp đậy 7i,

buồng plasma thứ hai 7f nằm bên ngoài buồng plasma thứ nhất 7b, tạo ra ozon bằng cách phóng điện vầng quang vào không khí bên trong buồng plasma này, buồng plasma thứ hai 7f được hình thành bởi: một vỏ ngoài tạo thành khoang bao kín vùng chứa điện cực bên ngoài và các khe không khí nằm trên bề mặt ngoài dọc trục ống thủy tinh thạch anh (7d), hiện tượng phóng điện vầng quang sinh ra tại vị trí các khe không khí trên ống thủy tinh thạch anh xung quanh mép điện cực ngoài (7c).

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, điện cực ngoài bằng vật liệu nhôm hoặc đồng hoặc inox có bề dày mỏng, có chức năng là điện cực cao áp nối với cực cao áp của nguồn cao áp, điện cực trong là ống inox được nối đất.

Theo một phương án cụ thể khác của giải pháp hữu ích, trong đó buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai còn bao gồm ít nhất một cổng để bơm không khí vào trong để gia tăng nồng độ ozon trong khe hở điện cực, làm tăng nồng độ ozon trong nước.

Theo một phương án cụ thể khác của giải pháp hữu ích, trong đó buồng plasma thứ hai còn bao gồm cổng ra để đưa khí ozon đến bồn chứa sau xử lý thông qua ống dẫn

khí và các đĩa sỏi để tăng hiệu quả xử lý, cột xử lý nước cấp sinh hoạt còn bao gồm công ra để dẫn nước sau khi xử lý plasma về bồn chứa sau xử lý.

Như được thể hiện ở Hình 4, một đối tượng yêu cầu bảo hộ của giải pháp hữu ích cũng là hệ thống xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm:

bồn chứa nước đầu vào 2, cột lọc thô 4 để lọc nước sơ bộ từ bồn chứa nước đầu vào, bể trung gian 5 chứa nước sau khi qua cột lọc thô, bộ phận xử lý plasma 7 để xử lý nước bằng phóng điện màn chắn và phóng điện vàng quang, bồn chứa sau xử lý 8 để chứa nước cấp cho đài nước 10, đài nước để chứa nước sạch và tạo áp lực cấp nước đến nơi tiêu thụ, và cột lọc tinh 11 gồm hai cấp lọc được lắp để lọc nước ở nơi tiêu thụ trước khi sử dụng.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, trong đó hệ thống nêu trên bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ nhất 1 để bơm nước từ giếng khoan lên bồn đầu vào.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, trong đó hệ thống nêu trên bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ hai 3 để bơm nước từ bồn chứa nước đầu vào đi qua cột lọc thô.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, trong đó hệ thống nêu trên bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ ba 6 để bơm nước từ bể trung gian vào bộ phận xử lý plasma.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, trong đó hệ thống nêu trên bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ tư 9 để bơm nước từ bồn chứa nước sau xử lý lên đài nước.

Theo một phương án cụ thể của giải pháp hữu ích, trong đó bộ phận xử lý plasma bao gồm nhiều cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma như đã được đề cập ở các phương án nêu trên, được lắp song song với nhau để xử lý nước bằng phóng điện màn chắn và phóng điện vàng quang.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh được trình bày sau đây có tham chiếu đến Hình 3 và Hình 4:

Nước ngầm từ giếng khoan được máy bơm nước thứ nhất 1 đẩy vào bồn chứa nước đầu vào 2 để làm nguồn cung cấp cho các bước tiếp theo. Từ đây nhờ vào máy bơm nước thứ hai 3, nước được bơm qua cột lọc áp lực 4 đến bồn trữ trung gian 5 để loại bỏ chất rắn lơ lửng có kích thước lớn cũng như khử một phần mùi hôi của nước, nước sau khi lọc áp lực được trữ ở bồn trữ trung gian. Nhờ vào máy bơm nước thứ ba 6, nước từ bồn trữ trung gian được đưa vào bộ phận xử lý plasma 7. Bộ phận xử lý plasma được tạo thành từ các cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh lắp song song với nhau (không được thể hiện trên các hình vẽ). Tại đây, nước được diệt khuẩn, oxy hóa sắt và asen, khử mùi và amoni. Sau khi ra khỏi bộ phận xử lý plasma 7, nước được trữ trong bồn chứa sau xử lý 8. Thời gian lưu nước trong bồn chứa 8 kể từ khi bồn đầy nước là khoảng từ 10 đến 30 phút để lắng kết tủa sắt và phức chất sắt-asen cũng như có thời gian để dư lượng ozon tiếp tục phát huy tác dụng đến khi phân rã hoàn toàn. Sau đó nước được bơm đến đài nước 10 nhờ máy bơm nước thứ tư 9 để tạo áp lực cung cấp cho các hộ dân. Tại các hộ dân, nước chảy qua bộ lọc tinh 11 bao gồm hai cấp lọc nhờ chênh lệch cột áp được tạo ra từ độ cao của đài nước, để khử độ cứng, làm mềm nước cũng như loại bỏ các kết tủa không lắng.

Cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh đóng vai trò chính của hệ thống xử lý trong việc diệt khuẩn, oxy hóa sắt, oxy hóa asen, và xử lý các độc tố như H_2S và NH_4^+ trong nước nhờ vào sự kết hợp của plasma lạnh được tạo ra từ phóng điện màn chắn và phóng điện vàng quang. Nước từ bồn trữ trung gian 5 được máy bơm nước thứ ba 6 bơm vào bộ phận xử lý plasma 7 chứa các cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh thông qua các điện cực trong 7a bằng ống inox. Nước chảy tràn trên bề mặt ngoài ở một đầu của điện cực trong 7a tạo thành lớp nước mỏng. Lớp nước này chảy qua buồng plasma thứ nhất 7b được tạo nên từ hệ thống điện cực trụ đồng trục bao gồm điện cực trong 7a bằng ống inox và điện cực ngoài 7c được làm từ màng kim loại (nhôm hoặc đồng hoặc inox) mỏng. Hai điện cực này được ngăn cách bằng ống cách điện thủy tinh thạch anh 7d. Hệ thống điện cực được cấp điện áp từ nguồn cao áp có tần số cao 7e (18 kV - 31 kHz). Dưới tác động của điện áp cao, plasma được tạo ra ổn định bên trong ống thủy tinh thạch anh nhờ vào phóng điện màn chắn và bên ngoài ống thủy tinh thạch anh tại mép điện cực ngoài nhờ vào phóng điện vàng quang. Lớp nước chảy

qua buồng plasma thứ nhất 7b sẽ chịu tác động trực tiếp của plasma lạnh từ phóng điện màn chắn thông qua các thành phần như: điện tử năng lượng cao, ozon, UV, v.v..

Nước sau khi qua buồng plasma thứ nhất 7b sẽ vào bồn chứa sau xử lý 8 để lắng kết tủa và phân rã hoàn toàn dư lượng ozon. Các đĩa sỏi 8a được lắp đặt tại bồn chứa sau xử lý 8 để hòa tan lượng ozon được sinh ra từ buồng plasma thứ hai 7f làm tăng hiệu quả xử lý nước. Bơm không khí 7g dùng để cung cấp không khí vào cả hai buồng plasma. Lượng không khí cung cấp này có tác dụng gia tăng nồng độ ozon trong cả hai buồng plasma dẫn đến tăng hàm lượng ozon trong nước và cuối cùng là tăng hiệu quả xử lý. Tác động tổng hợp của plasma do phóng điện màn chắn ở buồng plasma thứ nhất và ozon ở buồng plasma thứ hai do phóng điện vầng quang sẽ nâng cao hiệu quả xử lý nước tổng thể của thiết bị.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

* Kết quả xử lý nước ngầm trong phòng thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm xử lý nước ngầm trong phòng thí nghiệm được cho ở Bảng 1. Plasma lạnh có hiệu quả xử lý E. coli rất cao, thậm chí ở mức độ nhiễm cao đến 24.000 MPN/100mL, nước sau xử lý không còn phát hiện E. coli và đạt tiêu chuẩn của nước uống. Hiệu quả xử lý sắt đạt đến 98,9%. Với sự hỗ trợ của Fe (III) với liều lượng 2 mg/L (tính theo Fe) hệ thống có thể đưa nồng độ asen trong nước từ $0,90 \pm 0,68$ mg/L xuống dưới 0,01 mg/L đạt tiêu chuẩn của nước uống. Các chỉ tiêu theo dõi còn lại đều đạt tiêu chuẩn QCVN 01:2009/BYT.

Bảng 1. Kết quả xử lý nước ngầm trong phòng thí nghiệm

Chỉ tiêu	Đơn vị	Trước xử lý	Sau xử lý	QCVN 01:2009/BYT
pH	-	$6,73 \pm 0,35$	$7,00 \pm 0,44$	6,5 - 8,5
EC	$\mu\text{s/cm}$	$1.283 \pm 20,82$	$1.270 \pm 10,0$	-
TDS	ppm	640 ± 10	$633,33 \pm 5,77$	1000
Độ đục	NTU	$83,06 \pm 6,23$	$1,12 \pm 0,84$	2
Nitrat	mg/L	$3,33 \pm 1,0$	$6,37 \pm 1,02$	50

As	mg/L	$0,90 \pm 0,68$	$0,0006 \pm 0,0001$	0,01
Fe	mg/L	$5,27 \pm 1,13$	$0,06 \pm 0,02$	0,3
E. coli	MPN/100mL	24.000	KPH	KPH

* Kết quả xử lý nước ngầm tại hộ dân

Thiết bị xử lý nước ngầm bằng plasma lạnh được lắp đặt để thử nghiệm cung cấp nước sạch cho 4 hộ dân. Thiết bị vận hành theo mẻ và tiêu thụ 1,6 kWh điện để xử lý 1m³ nước. Về mặt cảm quan, nước sau xử lý trong suốt, không màu, không mùi, không cặn và không bị đóng váng trong thời gian lưu trữ để sử dụng (khoảng 1 đến 3 ngày). Kết quả chi tiết về chất lượng nước trước và sau xử lý được cho trong Bảng 2, tất cả 14 chỉ tiêu của nước sau xử lý đều đạt QCVN 02:2009/BYT.

Bảng 2. Kết quả xử lý nước ngầm tại hộ dân

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Trước xử lý	Sau xử lý	So sánh với QCVN 02:2009/BYT	
					I	II
1	Màu sắc	TCU	22,1	KPH (<5,0)	15	15
2	Mùi vị	-	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	Không có mùi lạ	Không có mùi lạ
3	Độ đục	NTU	22,8	0,34	5	5
4	Clo dư	mg/L	KPH (<0,2)	3,62	0,3-0,5	-
5	pH		6,82	7,81	6-8,5	6-8,5
6	Amoni (NH ₄ ⁺)	mg/L	4,19	0,02	3	3
7	Fe	mg/L	1,47	<0,015	0,5	0,5
8	Chỉ số Pecmanganat	mg/L	<0,5	<0,5	4	4
9	Độ cứng tính theo CaCO ₃	mg/L	346	327	350	-

10	Hàm lượng Clorua	mg/L	<5,0	<5,0	300	-
11	Hàm lượng Florua	mg/L	0,21	0,2	1,5	-
12	Hàm lượng Asen tổng số	mg/L	0,003	<0,003	0,01	0,05
13	Coliform	MPN/100mL	<3	<3	50	150
14	E.coli	MPN/100mL	<3	<3	0	20

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Xử lý thành công nước ngầm bị nhiễm sắt, Asen, *E. coli* và Amoni. Nước sau khi xử lý đạt QCVN 02:2009/BYT. Suất tiêu hao điện năng ở mức 1,6 kWh/1m³ nước xử lý. Quy trình công nghệ áp dụng cho thiết bị hoạt động theo mẻ (1m³/ 1 lần xử lý), công suất xử lý: 6m³/ngày đêm, nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn QCVN 02:2009/BYT.

Danh sách các số chỉ dẫn trên các hình vẽ:

Số chỉ dẫn		Tên gọi chi tiết
1		Máy bơm nước thứ nhất
2		Bồn chứa nước đầu vào
3		Máy bơm nước thứ hai
4		Cột lọc áp lực
5		Bồn chứa trung gian
6		Máy bơm nước thứ ba
7		Bộ phận xử lý plasma
	7a	Điện cực trong
	7b	Buồng plasma thứ nhất
	7c	Điện cực ngoài bằng màng kim loại
	7d	ống thủy tinh thạch anh
	7e	Nguồn cao áp

	7f	Buồng plasma thứ hai
	7g	Bơm không khí
	7h	ống thủy tinh borosilicat
	7i	Nắp đậy
8		Bồn chứa sau xử lý
	8a	Đĩa sỏi
9		Máy bơm nước thứ tư
10		Đài nước
11		Bộ lọc tinh

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm các bước:

bước 1: trữ nước đầu vào: nước thô được bơm từ giếng khoan có độ sâu từ 80 đến 100m bằng máy bơm nước thứ nhất với lưu lượng từ 10 đến 25 lít/phút đến bể chứa đầu vào, bước này dùng để đưa nước ngầm từ các giếng khoan lên trữ ở bể đầu vào tạo nguồn cung cấp cho bước tiếp theo cũng như dùng để lắng cát hoặc tạp chất cơ học được bơm cùng với nước;

bước 2: lọc thô: nước được bơm từ bồn đầu vào qua cột lọc áp lực đến bồn trữ trung gian với lưu lượng từ 10 đến 25 lít/phút nhờ máy bơm nước thứ hai để loại bỏ chất rắn lơ lửng có kích thước lớn cũng như khử một phần mùi hôi của nước, nước sau khi lọc thô được trữ ở bồn trữ trung gian;

bước 3: xử lý plasma để khử mùi, diệt vi khuẩn và oxy hóa sắt và asen trong nước: từ bồn trữ trung gian, nước được bơm đến bộ phận xử lý bằng plasma lạnh với lưu lượng từ 3 đến 6 lít/phút; bộ phận xử lý plasma bao gồm nhiều cột plasma được lắp song song với nhau, mỗi cột plasma có hai buồng plasma, có lưu lượng xử lý là từ 1 đến 2 lít/phút; nước được xử lý tại buồng plasma thứ nhất bằng phóng điện màn chắn nhờ vào điện áp cao đến 18 kV với tần số 31 kHz đặt lên hệ thống điện cực;

tại buồng plasma thứ hai, điện trường tăng cao tại các mép điện cực ngoài và vượt quá độ bền điện của không khí tạo nên ion hóa va chạm dẫn đến sự hình thành phóng điện vầng quang và các điện tử năng lượng cao, các điện tử năng lượng cao tác động vào các phân tử oxy xung quanh mép điện cực hình thành nên ozon, lượng ozon sinh ra được đưa vào bồn chứa sau xử lý thông qua các đĩa sủi để tiếp tục tác động đến nước trong bồn; và

bơm không khí vào buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai với lưu lượng thích hợp để gia tăng hàm lượng ozon sinh ra trong khe hở điện cực dẫn đến tăng lượng ozon hòa tan trong nước cũng như là hiệu quả xử lý nước ở bước tiếp theo;

bước 4: khử ozon và lắng kết tủa: sau khi ra khỏi các cột xử lý plasma của bộ phận xử lý plasma, nước được trữ lại trong bồn chứa sau xử lý, thời gian lưu nước trong bồn chứa sau xử lý kể từ khi đầy bồn là từ 10 đến 30 phút để dư lượng ozon trong nước tiếp tục phát huy tác dụng và phân rã hoàn toàn cũng như có đủ thời gian để lắng kết tủa của sắt và phức chất sắt-asen;

bước 5: tạo áp cho nước sau xử lý: nước từ bồn chứa sau xử lý được bơm đến bồn chứa nước sạch đặt trên cao để tạo áp lực cung cấp nước đến người sử dụng; và

bước 6: khử độ cứng, làm mềm nước: tại nơi người sử dụng, nước tiếp tục được làm mềm bằng bộ lọc tinh hai cấp bao gồm cột lọc chứa lõi lọc PP và cột ion dương nhằm loại bỏ phần kết tủa không lắng và giảm độ cứng của nước sau xử lý, nước sau khi được làm mềm bằng cột lọc tinh gồm hai cấp lọc và được sử dụng làm nước cấp sinh hoạt đạt tiêu chuẩn.

2. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh để thực hiện quy trình theo điểm 1, cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma có cấu tạo bao gồm:

buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai bao bên ngoài buồng plasma thứ nhất, trong đó

buồng plasma thứ nhất (7b) tạo ra môi trường plasma bằng cách phóng điện màn chắn, buồng plasma thứ nhất được hình thành bởi:

điện cực trong (7a) bằng vật liệu kim loại dạng ống để nước cần xử lý được cấp vào một đầu thứ nhất có thể chảy tràn ra ở một đầu thứ hai của điện cực trong,

ống thủy tinh borosilicat (7h) ôm sát bên ngoài điện cực trong,

ống thủy tinh thạch anh (7d) đặt đồng trục và bao bên ngoài ống thủy tinh borosilicat (7h),

điện cực ngoài (7c) bằng vật liệu kim loại bao bọc bên ngoài ống thủy tinh thạch anh (7d), đầu trên của ống thủy tinh thạch anh được đậy kín nhờ nắp đậy (7i), và

buồng plasma thứ hai (7f) nằm bên ngoài buồng plasma thứ nhất (7b), tạo ra ozon bằng cách phóng điện vầng quang vào không khí bên trong buồng plasma này, buồng plasma thứ hai (7f) được hình thành bởi: một vỏ ngoài tạo thành khoang bao kín vùng chứa điện cực bên ngoài và các khe không khí nằm trên bề mặt ngoài dọc trục ống thủy tinh thạch anh (7d), hiện tượng phóng điện vầng quang sinh ra tại vị trí các khe không khí trên ống thủy tinh thạch anh xung quanh mép điện cực ngoài (7c).

3. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt theo điểm 2, trong đó, điện cực ngoài bằng vật liệu nhôm hoặc đồng hoặc inox có bề dày mỏng, có chức năng là điện cực cao áp nối với cực cao áp của nguồn cao áp, điện cực trong là ống inox được nối đất.

4. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt theo điểm 2 hoặc 3, trong đó, buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai còn bao gồm ít nhất một cổng để bơm không khí vào trong để gia tăng nồng độ ozon trong khe hở điện cực, làm tăng nồng độ ozon trong nước.

5. Cột xử lý nước cấp sinh hoạt theo điểm bất kỳ từ 2 đến 4, trong đó buồng plasma thứ hai còn bao gồm cổng ra để đưa khí ozon đến bồn chứa sau xử lý thông qua ống dẫn khí và các đĩa sủi để tăng hiệu quả xử lý, cột xử lý nước cấp sinh hoạt còn bao gồm cổng ra để dẫn nước sau khi xử lý plasma về bồn chứa sau xử lý.

6. Hệ thống xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma lạnh bao gồm:

bồn chứa nước đầu vào (2),

cột lọc thô (4) để lọc nước sơ bộ từ bồn chứa nước đầu vào,

bể trung gian (5) chứa nước sau khi qua cột lọc thô,

bộ phận xử lý plasma (7) để xử lý nước bằng phóng điện màn chắn và phóng điện vầng quang, trong đó bộ phận xử lý plasma (7) bao gồm nhiều cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma được lắp song song với nhau,

trong đó mỗi cột xử lý nước cấp sinh hoạt bằng plasma có cấu tạo bao gồm:

buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai bao bên ngoài buồng plasma thứ nhất, trong đó

buồng plasma thứ nhất (7b) tạo ra môi trường plasma bằng cách phóng điện màn chắn, buồng plasma thứ nhất được hình thành bởi:

điện cực trong (7a) bằng vật liệu kim loại dạng ống để nước cần xử lý được cấp vào một đầu thứ nhất có thể chảy tràn ra ở một đầu thứ hai của điện cực trong,

ống thủy tinh borosilicat (7h) ôm sát bên ngoài điện cực trong,

ống thủy tinh thạch anh (7d) đặt đồng trục và bao bên ngoài ống thủy tinh borosilicat (7h), và

điện cực ngoài (7c) bằng vật liệu kim loại bao bọc bên ngoài ống thủy tinh thạch anh (7d),

buồng plasma thứ hai (7f) nằm bên ngoài buồng plasma thứ nhất (7b), tạo ra ozon bằng cách phóng điện vàng quang vào không khí bên trong buồng plasma này, buồng plasma thứ hai (7f) được hình thành bởi: một vỏ ngoài tạo thành khoang bao kín vùng chứa điện cực bên ngoài và các khe không khí nằm trên bề mặt ngoài dọc trục ống thủy tinh thạch anh (7d), hiện tượng phóng điện vàng quang sinh ra tại vị trí các khe không khí trên ống thủy tinh thạch anh xung quanh mép điện cực ngoài (7c),

bồn chứa sau xử lý (8) để chứa nước cấp cho đài nước (10), và

đài nước (10) để chứa nước sạch và tạo áp lực cấp nước đến nơi tiêu thụ, và

cột lọc tinh (11) gồm hai cấp lọc được lắp để lọc nước ở nơi tiêu thụ trước khi sử dụng;

trong đó hệ thống bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ nhất để bơm nước từ giếng khoan lên bồn đầu vào,

trong đó hệ thống bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ hai để bơm nước từ bồn chứa nước đầu vào đi qua cột lọc thô,

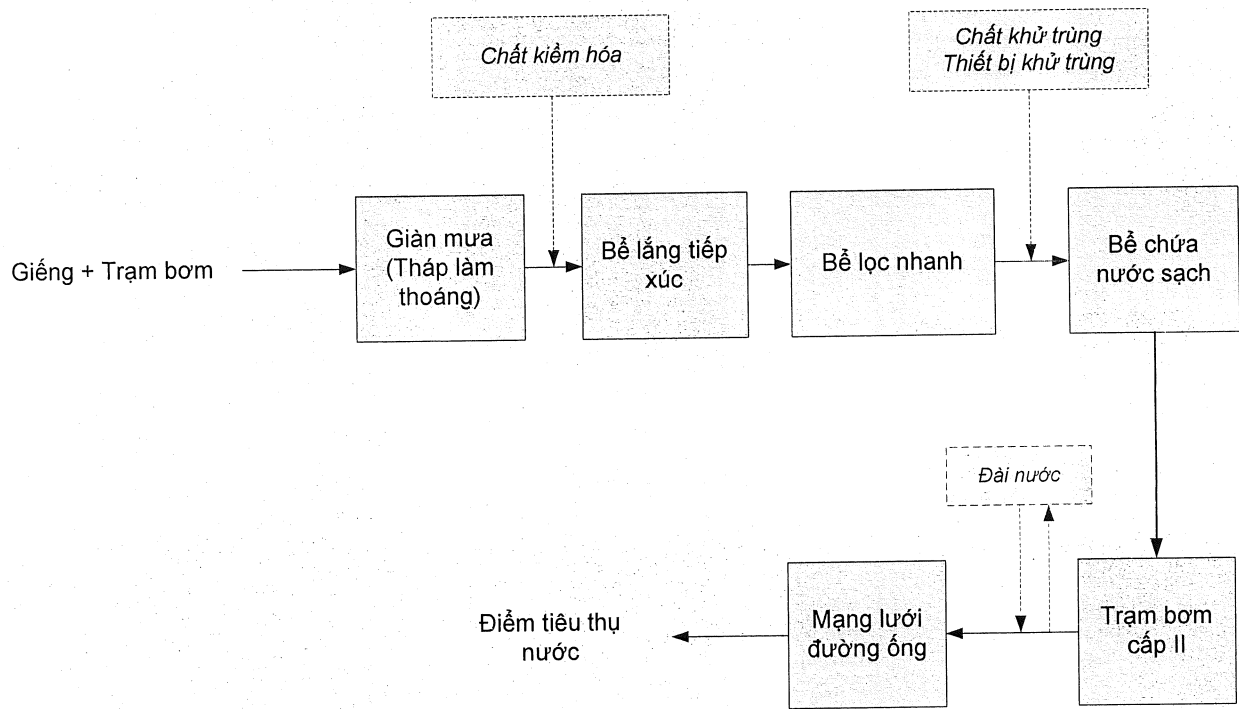
trong đó hệ thống bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ ba để bơm nước từ bể trung gian vào bộ phận xử lý plasma,

trong đó hệ thống bao gồm ít nhất một máy bơm nước thứ tư để bơm nước từ bồn chứa nước sau xử lý lên đài nước.

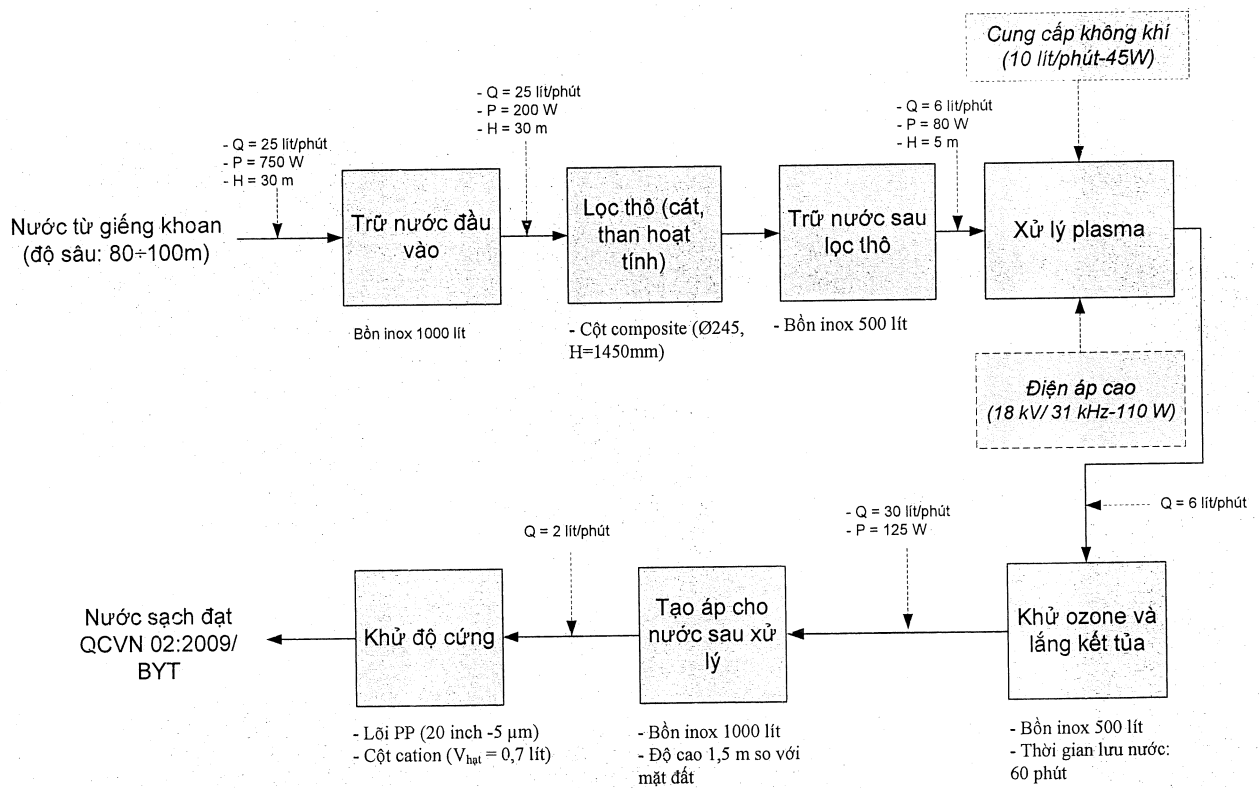
7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó, điện cực ngoài bằng vật liệu nhôm hoặc đồng hoặc inox có bề dày mỏng, có chức năng là điện cực cao áp nối với cực cao áp của nguồn cao áp, điện cực trong là ống inox nối đất.

8. Hệ thống theo điểm 6 hoặc 7, trong đó, buồng plasma thứ nhất và buồng plasma thứ hai còn bao gồm ít nhất một cổng để bơm không khí vào trong để gia tăng nồng độ ozon trong khe hở điện cực, làm tăng nồng độ ozon trong nước.

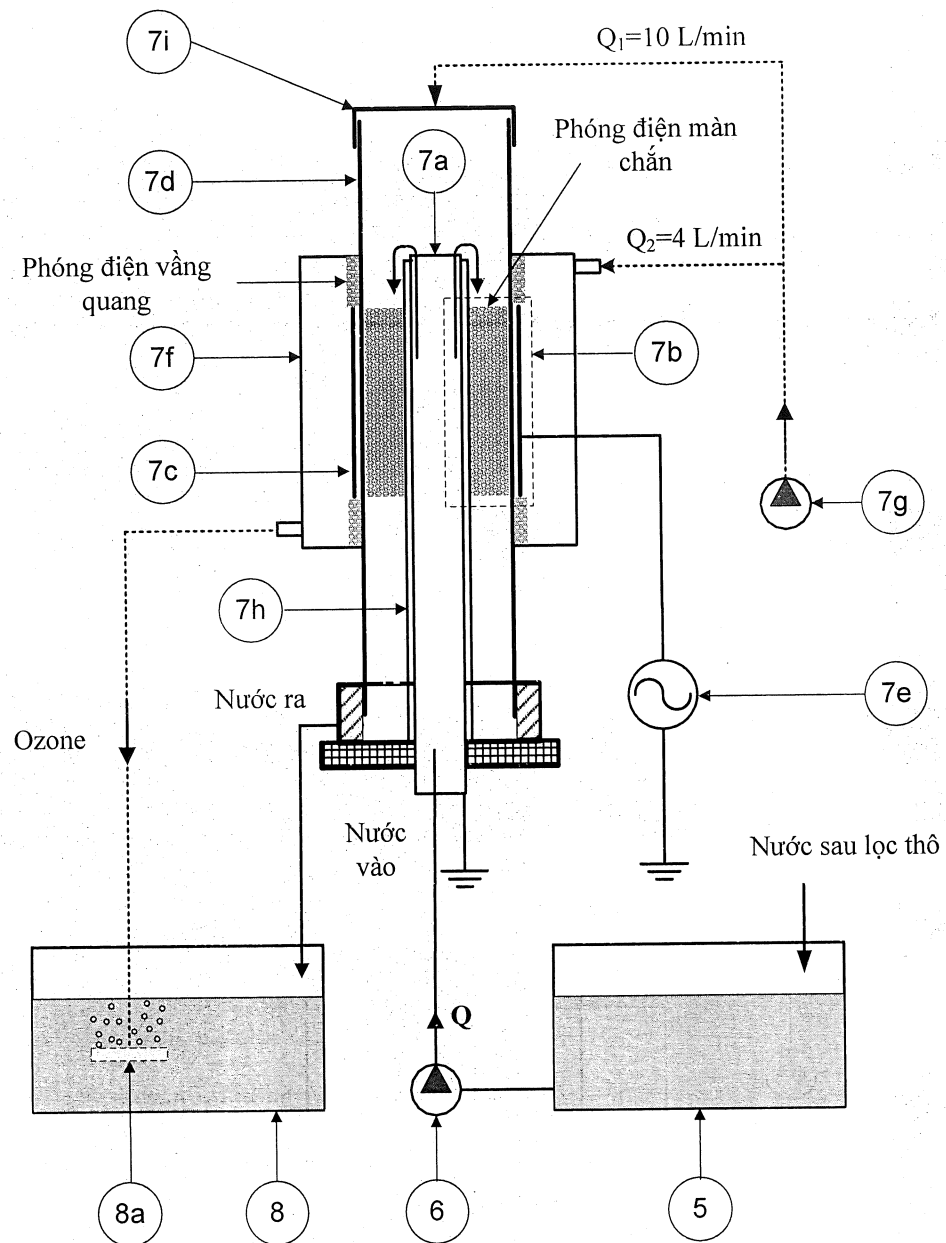
9. Hệ thống theo điểm bất kỳ từ 6 đến 8, trong đó buồng plasma thứ hai còn bao gồm cổng ra để đưa khí ozon đến bồn chứa sau xử lý thông qua ống dẫn khí và các đĩa sủi để tăng hiệu quả xử lý, cột xử lý nước cấp sinh hoạt còn bao gồm cổng ra để dẫn nước sau khi xử lý plasma về bồn chứa sau xử lý.



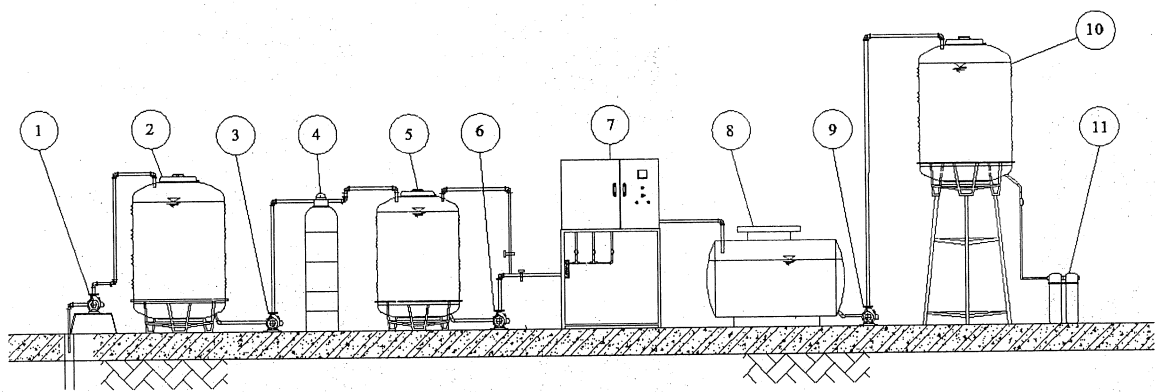
Hình 1



Hình 2



Hình 3

**Hình 4**