



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0033332

(51)⁷ C02F 1/44; B01D 61/22; B01D 61/14; (13) B
B01D 61/18

(21) 1-2019-01850

(22) 15/09/2017

(86) PCT/US2017/051763 15/09/2017

(87) WO 2018/053253 22/03/2018

(30) 62/394,788 15/09/2016 US; 62/435,119 16/12/2016 US

(45) 25/09/2022 414

(43) 25/06/2019 375A

(73) EVOQUA WATER TECHNOLOGIES LLC (US)

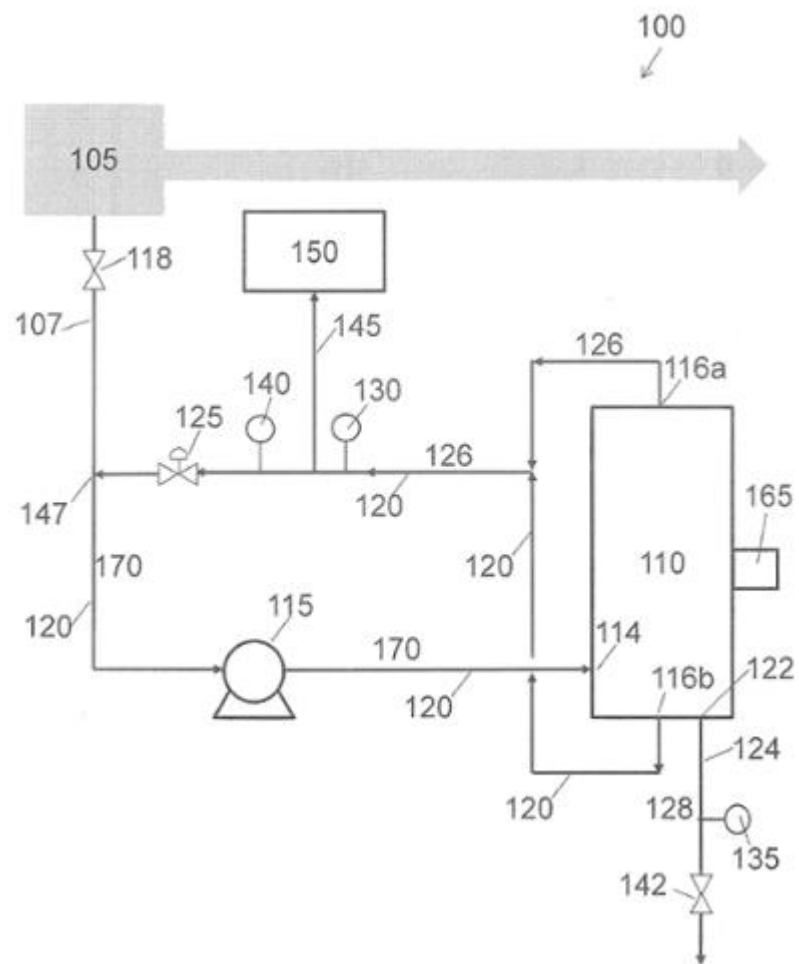
210 Sixth Avenue, Suite 3300 Pittsburgh, Pennsylvania 15086 (US)

(72) ELIOSOV, Boris (US); SUNDSTROM, Glen P. (US); COULTER, Bruce L. (US).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) HỆ THỐNG KHỬ SẠCH NƯỚC

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp khử sạch nước siêu tinh khiết, theo các khía cạnh và các phương án khác nhau. Hệ thống khử sạch nước bao gồm nguồn nước siêu tinh khiết, mô-đun siêu lọc có cửa vào và cửa thoát dịch thấm, đường ống tuần hoàn thông cửa thoát dịch thấm với cửa vào và tạo ra vòng tuần hoàn, bơm tuần hoàn được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn phía trước cửa vào của mô-đun siêu lọc và được ghép nối thông vào nguồn nước siêu tinh khiết, đường ống cấp được ghép nối thông đường ống tuần hoàn và nguồn cấp nước theo nhu cầu, đường ống cấp được đặt phía sau cửa thoát dịch thấm, và van điều áp được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn phía sau đường ống cấp và được tạo kết cấu để duy trì áp suất của dịch thấm ở trị số được xác định trước.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế nói chung đề cập đến việc xử lý nước và, cụ thể hơn, đề cập đến hệ thống khử sạch nước cho nước siêu tinh khiết.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tiến bộ trong thiết kế và sản xuất bán dẫn đã dẫn đến sự phát triển các thiết bị ngày càng nhỏ gọn hơn và mạnh mẽ hơn. Kích thước được sử dụng trong các cấu trúc này càng nhỏ gọn thì chúng càng nhạy với sự có mặt của các hạt có kích thước càng nhỏ có trong quá trình xử lý chất lưu được sử dụng để sản xuất các thiết bị, như là nước siêu tinh khiết. Các hạt có kích thước 20 nm và nhỏ hơn có thể tác động đáng kể đến hiệu suất của các thiết bị bán dẫn nhất định. Việc phát hiện và loại bỏ các hạt nhỏ này đã được chứng minh là vấn đề khó giải quyết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các khía cạnh và các phương án được hướng đến việc lọc để kiểm soát hạt trong nước siêu tinh khiết.

Theo một phương án hệ thống khử sạch nước bao gồm nguồn nước siêu tinh khiết, mô-đun siêu lọc có cửa vào và cửa thoát dịch thấm, đường ống tuần hoàn nối cửa thoát dịch thấm với cửa vào và tạo ra vòng tuần hoàn, bơm tuần hoàn được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn phía trước cửa vào của mô-đun siêu lọc và được ghép nối thông vào nguồn nước siêu tinh khiết, đường ống cấp được ghép nối thông với đường ống tuần hoàn và nguồn cấp nước theo nhu cầu, đường ống cấp được đặt phía sau cửa thoát dịch thấm, và van điều áp được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn phía sau đường ống cấp và được tạo kết cấu để duy trì áp suất của dịch thấm ở trị số được xác định trước.

Trong một ví dụ hệ thống khử sạch nước còn bao gồm cảm biến áp suất được đặt dọc theo đường ống tuần hoàn giữa đường ống cấp và van điều áp, mà ở đó cảm biến áp suất được tạo kết cấu để tạo ra tín hiệu áp suất biểu thị áp suất của dịch thấm. Trong một ví dụ hệ thống khử sạch nước còn bao gồm bộ điều khiển được ghép hoạt động vào cảm biến áp suất và được tạo kết cấu để kiểm soát hoạt động của van điều áp dựa trên tín hiệu áp suất.

Trong một ví dụ hệ thống khử sạch nước còn bao gồm đường ống nước siêu tinh khiết bổ sung được ghép nối thông vào nguồn nước siêu tinh khiết và đường ống tuần hoàn, và điểm trộn lẫn mà tại đó đường ống nước siêu tinh khiết bổ sung nối thông vào đường ống tuần hoàn sao cho van điều áp được đặt ở giữa điểm trộn lẫn và cảm biến áp suất, và bộ điều khiển được tạo kết cấu để vận hành van điều áp sao cho áp suất của dịch thấm được duy trì ở trị số áp suất được xác định trước.

Trong một ví dụ bơm tuần hoàn được đặt phía sau điểm trộn lẫn sao cho chất lưu bao gồm nước siêu tinh khiết và dịch thấm được dẫn đến bơm tuần hoàn ở trị số áp suất được xác định trước.

Trong một ví dụ bơm tuần hoàn được tạo kết cấu để vận hành ở tốc độ không đổi được xác định trước.

Trong một ví dụ mô-đun siêu lọc còn bao gồm cửa thoát nước thải để giữ lại từ mô-đun siêu lọc và đường ống thải được ghép nối thông với cửa thoát nước thải.

Trong một ví dụ hệ thống khử sạch nước còn bao gồm bể chứa được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn.

Trong một ví dụ hệ thống khử sạch nước còn bao gồm nguồn rung được ghép vào mô-đun siêu lọc.

Phương án khác được hướng đến phương pháp xử lý nước. Phương pháp bao gồm tiếp nhận dòng nước siêu tinh khiết được hướng về phía bơm tuần hoàn từ nguồn nước siêu tinh khiết, thiết đặt tốc độ của bơm tuần hoàn đến tốc độ không đổi được xác định trước, hướng chất lưu bao gồm nước siêu tinh khiết vào cửa vào của mô-đun siêu lọc, tuần hoàn ít nhất là dịch thấm từ cửa thoát dịch thấm của mô-đun siêu lọc đến cửa vào bằng cách sử dụng bơm tuần hoàn và đường ống tuần hoàn, tạo ra hệ van có thể kích hoạt được từ trạng thái đóng sang trạng thái mở để đưa áp suất của dịch thấm đến bơm tuần hoàn, đo áp suất của dịch thấm ở vị trí phía trước hệ van và phía sau cửa thoát dịch thấm, so sánh áp suất của dịch thấm đo được với trị số được xác định trước, và phản hồi lại sự so sánh, kích hoạt hệ van.

Trong một ví dụ hệ van được kích hoạt để duy trì áp suất xuyên màng (TMP-transmembrane pressure) gần như không đổi đi ngang qua màng siêu lọc của mô-đun siêu lọc.

Trong một ví dụ phương pháp còn bao gồm kết hợp dòng nước siêu tinh khiết với dịch thấm ở điểm trộn lẫn được đặt dọc theo đường ống tuần hoàn sao cho hệ van được đặt phía trước điểm trộn lẫn.

Trong ví dụ khác phương pháp còn bao gồm tạo ra đường ống cấp đến nguồn cấp nước theo nhu cầu dọc theo đường ống tuần hoàn ở vị trí phía trước vị trí đo áp suất và phía sau cửa thoát dịch thấm.

Trong ví dụ khác bơm tuần hoàn được tạo kết cấu để dẫn chất lưu đến mô-đun siêu lọc ở áp suất lớn hơn trị số được xác định trước.

Trong một ví dụ phương pháp còn bao gồm tạo chuyển động rung cho mô-đun siêu lọc.

Phương án khác được hướng đến phương pháp tạo điều kiện thuận lợi cho việc khử sạch nước siêu tinh khiết. Phương pháp bao gồm tạo ra mô-đun siêu lọc có cửa vào và cửa thoát dịch thấm, và tạo ra các chỉ lệnh để: nối cửa thoát dịch thấm vào cửa vào, nối cửa thoát dịch thấm vào van điều áp, và duy trì áp suất của dịch thấm ra khỏi cửa thoát dịch thấm ở trị số được xác định trước với van điều áp.

Trong một ví dụ, phương pháp còn bao gồm tạo ra các chỉ lệnh để: nối bơm tuần hoàn vào cửa vào của mô-đun siêu lọc, trộn lẫn dịch thấm với nguồn nước siêu tinh khiết để tạo ra chất lưu, và hướng chất lưu đến cửa vào của bơm tuần hoàn.

Trong một ví dụ, phương pháp còn bao gồm tạo ra các chỉ lệnh để: nối cửa thoát dịch thấm vào nguồn cấp nước theo nhu cầu, và đo áp suất của dịch thấm bằng cách sử dụng cảm biến áp suất trước khi trộn lẫn với nguồn nước tinh khiết.

Trong một ví dụ phương pháp còn bao gồm tạo ra bộ điều khiển được tạo kết cấu để được ghép hoạt động vào cảm biến áp suất và van điều áp. Trong ví dụ khác phương pháp còn bao gồm tạo ra các chỉ lệnh điều khiển đến bộ điều khiển để so sánh áp suất của dịch thấm đo được với trị số được xác định trước và, phản hồi lại sự so sánh, kích hoạt van điều áp. Trong một ví dụ các chỉ lệnh điều khiển để điều khiển cho bộ điều khiển để kích hoạt van điều áp để duy trì áp suất xuyên màng (TMP) gần như không đổi đi ngang qua màng siêu lọc của mô-đun siêu lọc. Trong một ví dụ, phương pháp còn bao gồm tạo ra ít nhất là một trong số bơm tuần hoàn và van điều áp.

Vẫn theo các khía cạnh khác, các phương án, và các hiệu quả của các khía cạnh

và các phương án ví dụ này, được thảo luận chi tiết dưới đây. Hơn nữa, có thể hiểu là cả thông tin nêu trên và phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây đều chỉ là các ví dụ có tính chất minh họa các khía cạnh và các phương án khác nhau, và nhằm tạo ra cái nhìn tổng thể hoặc khái quát để hiểu bản chất và đặc điểm của các khía cạnh và các phương án được yêu cầu bảo hộ. Các phương án được bộc lộ ở đây có thể được kết hợp với các phương án khác nhau, và tham chiếu đến “phương án”, “ví dụ”, “một số phương án”, “một số ví dụ”, “phương án thay thế”, “các phương án khác nhau”, “một phương án”, “ít nhất là một phương án”, “phương án này và các phương án”, “các phương án nhất định”, hoặc các cụm từ tương tự khác không nhất thiết là loại trừ lẫn nhau và được ngụ ý biểu thị chức năng, cấu trúc, hoặc đặc tính được mô tả có thể được bao gồm trong ít nhất là một phương án. Sự xuất hiện của các thuật ngữ như này không nhất thiết là tất cả chỉ đến cùng phương án.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh khác nhau của ít nhất là một phương án được nêu dưới đây với sự tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó các hình vẽ này không được chủ định vẽ theo đúng tỷ lệ trên thực tế. Các hình vẽ được kèm theo đây để tạo ra sự minh họa và hiểu rõ hơn nữa về các khía cạnh và các phương án khác nhau, và được kết hợp và cấu thành nên một phần của bản mô tả này, nhưng không được xem là giới hạn của phương án cụ thể bất kỳ. Các hình vẽ, cùng với phần còn lại của bản mô tả, đóng vai trò giải thích các nguyên lý và hoạt động của các khía cạnh và các phương án được mô tả và được yêu cầu bảo hộ. Trên các hình vẽ, mỗi thành phần giống hệt nhau hoặc gần giống hệt nhau được minh họa trên các hình vẽ khác nhau sẽ được biểu diễn bằng số chỉ dẫn tương tự nhau. Để cho rõ ràng, không phải thành phần nào cũng có thể được đánh dấu trên mỗi hình vẽ. Trong số các hình vẽ:

Fig.1 là đồ thị thể hiện hiệu quả giữ lại tính theo tỷ lệ phần trăm đối với hệ thống lọc trong việc loại bỏ các hạt có kích cỡ khác nhau từ nước siêu tinh khiết;

Fig.2 là đồ thị thể hiện nồng độ các hạt ở trong dịch thấm bộ lọc trong suốt thời điểm nhiễu loạn dòng chảy;

Fig.3 là lưu đồ khái quát thể hiện hệ thống xử lý nước tại điểm sử dụng (POU) theo giải pháp kỹ thuật đã có;

Fig.4 là lưu đồ khái quát thể hiện một ví dụ về hệ thống khử sạch nước theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ khái quát thể hiện hệ thống khử sạch nước theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ khái quát thể hiện ví dụ khác về hệ thống khử sạch nước theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế;

Fig.7 là đồ thị thể hiện nhiệt độ của dịch thấm ở các tốc độ chảy khác nhau;

Fig.8 là đồ thị thể hiện nồng độ các hạt theo thời gian;

Fig.9 là đồ thị thứ nhất thể hiện dữ liệu gia tốc kế theo thời gian;

Fig.10 là đồ thị thứ hai thể hiện dữ liệu gia tốc kế theo thời gian; và

Fig.11 là đồ thị thể hiện hiệu quả giữ lại tính theo phần trăm đối với hệ thống siêu lọc trong việc loại bỏ các hạt có các kích cỡ khác nhau từ nước siêu tinh khiết theo các khía cạnh nhất định của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khía cạnh được bộc lộ ở đây theo sáng chế, không bị giới hạn trong việc áp dụng chúng đến các chi tiết về cấu tạo và sự sắp xếp các thành phần được nêu trong phần mô tả dưới đây hoặc được minh họa trên các hình vẽ kèm theo. Các khía cạnh này có khả năng giả định các phương án khác nhau và được thực hành hoặc được thực hiện theo các cách khác nhau. Các ví dụ về các cách triển khai cụ thể được tạo ra ở đây chỉ nhằm mục đích minh họa và không được xem là giới hạn. Cụ thể, các hoạt động, các thành phần, các chi tiết, và các chức năng được thảo luận liên quan đến một hoặc nhiều phương án bất kỳ không được xem là bị loại trừ khỏi vai trò tương tự trong các phương án bất kỳ khác.

Ngoài ra, cụm từ và thuật ngữ được sử dụng ở đây nhằm mục đích mô tả và không nên bị xem là giới hạn. Các tham chiếu bất kỳ đến các ví dụ, các phương án, các thành phần, các chi tiết hoặc các hành động của các hệ thống và các hệ thống ở đây là số ít cũng có thể bao hàm các phương án bao gồm số nhiều, và các tham chiếu bất kỳ theo số nhiều đến phương án, thành phần, chi tiết hoặc hành động bất kỳ ở đây cũng có thể bao hàm các phương án chỉ bao gồm số ít. Các sự tham chiếu đến dạng số ít hoặc số nhiều không được xem là giới hạn các hệ thống và phương pháp được bộc lộ ở đây,

các thành phần, các hành động, hoặc các chi tiết của chúng. Như được sử dụng ở đây, “bao gồm”, “gồm có”, “có”, “chứa”, “liên quan đến”, và các dạng khác của chúng có ý nghĩa là bao gồm các phần tử được liệt kê sau đó và các nội dung tương đương của nó cũng như các phần tử bổ sung khác. Tham chiếu đến từ “hoặc” có thể được hiểu như sự bao hàm sao cho các thuật ngữ bất kỳ được mô tả sử dụng từ “hoặc” có thể biểu thị một, nhiều hơn một, và tất cả các thuật ngữ được mô tả. Ngoài ra, trong trường hợp cách sử dụng các thuật ngữ mâu thuẫn nhau giữa tài liệu này và các tài liệu được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn, cách sử dụng thuật ngữ trong sự viện dẫn kết hợp là sự bổ sung đến cách sử dụng thuật ngữ của tài liệu này; đối với các mâu thuẫn không thể dung hòa được, thì quy định cách sử dụng thuật ngữ trong tài liệu này.

Như được đề cập ở trên, hiện nay cần phải có khả năng loại bỏ các hạt có đường kính là 20 nm và nhỏ hơn khỏi các quá trình chế tạo thiết bị bán dẫn, bao gồm quá trình sử dụng nước siêu tinh khiết. Các ứng dụng đã biết hiện nay và các thiết bị bán dẫn trong tương lai sẽ yêu cầu khả năng loại bỏ các hạt có kích cỡ 10 nm và nhỏ hơn.

Các hệ thống phân phối nước siêu tinh khiết thông thường có một số hạn chế trong việc đáp ứng các yêu cầu này. Chẳng hạn, các bộ lọc được sử dụng có thể không có khả năng loại bỏ hoàn toàn các hạt có kích cỡ 20 nm hoặc nhỏ hơn. Dữ liệu được biểu diễn trên đồ thị của Fig.1 thể hiện tỷ lệ phần trăm giữ lại của thiết bị lọc dạng ống theo kích cỡ hạt. Như được thể hiện trên Fig.1, bộ lọc dạng ống loại bỏ hiệu quả trên 95% các hạt có đường kính lớn hơn 25 nm, nhưng chỉ có khả năng loại bỏ ở giữa khoảng 67-87% các hạt có kích cỡ hoặc ở giữa khoảng 10-20 nm.

Hạn chế khác của các hệ thống dẫn nước siêu tinh khiết thông thường là các bộ lọc có thể tạo ra các hạt khi chúng được vận hành dưới các điều kiện tốc độ dòng chảy và áp suất thay đổi. Đồ thị được biểu diễn trên Fig.2 thể hiện nồng độ các hạt ở trong sản phẩm lọc của thiết bị lọc dạng ống theo thời gian khi hệ thống được thử với cả vật liệu keo có nồng độ các hạt là 5×10^9 hạt trên millilit và có sự nhiễu loạn dòng chảy, nghĩa là, có sự dao động áp suất và tốc độ dòng chảy. Các kết quả thể hiện là sự nhiễu loạn dòng chảy bị gây ra bởi sự tăng đột ngột nồng độ các hạt trong dòng thải đến trị số bị vượt quá 1×10^9 hạt trên mililit, điều này cho thấy sự dao động dòng chảy có thể đẩy các hạt qua bộ lọc. Cuối cùng, nhược điểm khác nữa của các hệ thống dẫn nước siêu tinh khiết thông thường là các sợi được sử dụng trong các màng của các thiết bị siêu lọc nhạy cảm với các sự thay đổi dòng chảy và áp suất, cũng như là với các chất

oxy hóa, mà cả hai điều này đều có thể gây ra việc đứt sợi. Tham chiếu đến Fig.3, lưu đồ khái quát của một ví dụ về hệ thống lọc nước tại điểm sử dụng (POU-point of use) thông thường được thể hiện và được ký hiệu chung bằng số tham chiếu 10. Hệ thống 10 bao gồm bộ lọc 20 được đặt phía sau nguồn nước siêu tinh khiết 105 và được tạo kết cấu để hoạt động ở chế độ đi qua một lần, sao cho nước siêu tinh khiết chỉ đi qua bộ lọc 20 một lần. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “điểm sử dụng” là để chỉ hệ thống lọc được đặt ở vùng lân cận với nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, như là công cụ sản xuất dụng cụ bán dẫn. Trong các trường hợp nhất định, nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 có thể được đặt ở bên dưới khu vực sản xuất hoặc vị trí tiện ích nằm ở bên dưới công cụ sản xuất dụng cụ bán dẫn. Bộ lọc 20 được thể hiện ở trong hệ thống POU 10 trên Fig.3 là bộ lọc dạng ống được tạo kết cấu để lọc vuông góc (dead-end filtration). Trong lọc thẳng đứng, dòng đầu vào (nước siêu tinh khiết từ nguồn nước siêu tinh khiết 105) được đi qua bộ lọc như là màng lọc hoặc lớp lọc mà tại đó các chất rắn bị kẹt lại hoặc được giữ lại theo cách khác bởi bộ lọc, và phần dịch thẩm qua 15 đi ra khỏi bộ lọc 20.

Hệ thống POU 10 được cấp với nước siêu tinh khiết 105 từ hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết chính. Nước có nhiều ứng dụng trong công nghiệp, bao gồm quá trình chế tạo các dụng cụ bán dẫn, yêu cầu cần phải sử dụng nước siêu tinh khiết, là nước có hàm lượng cacbon hữu cơ rất thấp, nghĩa là, mức độ tổng cacbon hữu cơ (TOC) nhỏ hơn khoảng 25 phần tỷ (part per billion - ppb), và trong một số trường hợp có thể nhỏ hơn khoảng 1 ppb. Tổng cacbon hữu cơ có nghĩa là tỷ lệ phần tỷ trong nước của các nguyên tử cacbon được kết hợp với các hợp chất hữu cơ. Nước siêu tinh khiết có thể được sử dụng trong các bước khác nhau của quá trình sản xuất để rửa sạch các vật liệu hóa học và vật liệu dạng hạt khác khỏi các thiết bị, như là bằng cách hòa tan các kết tủa hữu cơ khỏi các bề mặt nền. Nước siêu tinh khiết phải đáp ứng các yêu cầu chất lượng nghiêm ngặt vì các tạp chất trong nước siêu tinh khiết có thể có tác động tiêu cực lên hiệu suất của các thiết bị bán dẫn. Các tạp chất thông thường bao gồm các hợp chất vô cơ và hữu cơ, cũng như các vật thể dạng hạt.

Hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết được trang bị với một hoặc nhiều thiết bị tạo ra nước siêu tinh khiết và có thể bao gồm, ví dụ, các quá trình bao gồm quá trình lọc, trao đổi ion, và tiếp xúc với bức xạ tử ngoại. Chẳng hạn, hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết có thể bao gồm các quá trình màng được đẩy áp suất như là thẩm thấu ngược

và lọc nano, quá trình khử ion như là khử ion điện cực hóa và trao đổi ion tái sinh, và các quá trình loại bỏ hạt như là siêu lọc và quá trình dùng các bộ lọc hạt cỡ nhỏ hơn micromet. Ví dụ khác về hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết có thể được sử dụng để tạo ra nguồn nước siêu tinh khiết 105 là hệ thống sử dụng quá trình oxy hóa tiên tiến (AOP - advanced oxidation process). Quá trình oxy hóa tiên tiến nói chung là các phương pháp oxy hóa dựa trên sự sinh ra các gốc tự do bền và không chọn lọc để tấn công và phá hủy các tạp chất hữu cơ trong nước. Các ví dụ không giới hạn về các tác nhân oxy hóa bao gồm tia tử ngoại, ozon, hydro peroxit, và persulfat. Nước bị lẫn tạp chất phản ứng với một hoặc nhiều tác nhân oxy hóa, như là hydro peroxit được kết hợp với tia tử ngoại để sinh ra các gốc phản ứng. Nhờ đó cacbon hữu cơ bị oxy hóa thành cacbon dioxit, và được hòa tan vào trong nước. Một ví dụ về hệ thống nước siêu tinh khiết có thể được sử dụng để sinh ra nguồn nước siêu tinh khiết 105 là hệ thống AOP VANOX® có sẵn trên thị trường do Evoqua Water Technologies (Pittsburgh, PA) bán ra.

Theo một số phương án nhất định, nước siêu tinh khiết 105 được tạo ra bởi hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết bao gồm nước có TOC nhỏ hơn 5 ppb. Trong một số trường hợp nguồn nước siêu tinh khiết có thể có nồng độ TOC nhỏ hơn 1 ppb. Ngoài ra, nước siêu tinh khiết 105 có thể có trở kháng điện trong phạm vi giữa khoảng 17-18,2 megaohm-cm, và trong một số trường hợp có thể có trở kháng điện khoảng 18,2 megaohm-cm. Nồng độ các hạt (các hạt có kích cỡ 50-100 nm) của nước siêu tinh khiết 105 có thể nhỏ hơn 200 hạt trên lít. nước siêu tinh khiết 105 cũng có thể có một hoặc nhiều tính chất khác, bao gồm oxy hòa tan nhỏ hơn 3 ppb, dư lượng trong dòng nhỏ hơn 100 ppt, lượng vi khuẩn nhỏ hơn 1 CFR/100 mL mẫu, và tổng nồng độ silicdioxit nhỏ hơn 1 ppb.

Nguồn nước siêu tinh khiết 105 có thể được phân phối cho hệ thống POU 10 ở áp suất được xác định trước, có thể là trị số vượt quá áp suất tối thiểu được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Trong một số trường hợp, áp suất được gây ra bởi nước siêu tinh khiết 105 trong hệ thống POU 10 của Fig.3 có chức năng như lực đẩy để đẩy nước siêu tinh khiết đi qua bộ lọc 20. Trong một số trường hợp, nước siêu tinh khiết 105 có thể ở trong phạm vi áp suất từ 3-5 bar (~ 43,5 – 72,5 psi). Theo một số phương án, nước siêu tinh khiết 105 có thể ở áp suất lớn hơn 5 bar.

Hệ thống POU 10 trên Fig.3 được tạo kết cấu để vận hành theo chế độ bật tắt bằng cách sử dụng van 30 theo các yêu cầu tiêu thụ của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Do đó, thời điểm duy nhất bộ lọc 20 xử lý nước siêu tinh khiết 105 là khi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 thực tế tiêu thụ dịch thấm 15. Ngoài ra, bộ lọc 20 sẽ chỉ xử lý nước siêu tinh khiết 105 ở tốc độ dòng chảy mà nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 tiêu thụ dịch thấm 15. Kiểu dòng chảy không liên tục này chảy qua bộ lọc 20 tạo ra nguy cơ các hạt bị thoát ra khỏi bộ lọc. Điều này là do xung động được tạo ra bởi sự gia tăng đột ngột trong tốc độ dòng chất lưu sinh ra lực đẩy bổ sung cho các hạt có kích cỡ nhỏ hơn các lỗ xốp bộ lọc thoát khỏi bộ lọc, nghĩa là, xuyên qua, và cũng có thể sinh ra các hạt bắt nguồn từ chính vật liệu lọc.

Như đã lưu ý ở trên, hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết có thể tạo ra nước siêu tinh khiết 105 ở áp suất được xác định trước vượt quá áp suất tối thiểu được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Tuy nhiên, khi hao hụt cột áp ở trong bộ lọc 20 lớn hơn áp suất tối thiểu được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, thì bộ lọc 20 có thể không còn được sử dụng nữa. Hơn nữa, khi độ bền cơ học của bộ lọc tăng lên và kích cỡ lỗ xốp giảm xuống, hao hụt cột áp còn tăng hơn nữa. Các hạn chế này khiến cho khó có thể sử dụng hệ thống POU 10 để tạo ra nước siêu tinh khiết đáp ứng các yêu cầu hiện đại hoặc trong tương lai đối với các hạt.

Theo ít nhất là một phương án, hệ thống xử lý nước được đề xuất có khả năng tạo ra nước siêu tinh khiết POU dùng cho quá trình xử lý bán dẫn. Hệ thống xử lý nước có thể có chức năng như hệ thống khử sạch nước được đặt phía sau nguồn nước siêu tinh khiết và loại bỏ hoặc giảm đáng kể sự có mặt của các hạt có đường kính 20 nm, và trong một số trường hợp là 10 nm hoặc nhỏ hơn, trong nước siêu tinh khiết được phân phối đến nguồn cấp nước theo nhu cầu như là dụng cụ bán dẫn.

Fig.4 là lưu đồ thể hiện hệ thống khử sạch nước 100 (ở đây cũng được gọi đơn giản là “hệ thống 100”) theo một phương án của sáng chế. Hệ thống 100 bao gồm nguồn nước siêu tinh khiết nước siêu tinh khiết 105, mô-đun siêu lọc 110, đường ống tuần hoàn 120, đường ống cấp 145, và van điều áp 125. Hệ thống khử sạch nước 100 thực hiện chức năng khử sạch nước siêu tinh khiết từ hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết chính và dẫn nước siêu tinh khiết đã được khử sạch dưới dạng dịch thấm đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150.

Nguồn nước siêu tinh khiết 105 có thể là nguồn giống được đề cập đối với hệ thống POU 10 nêu trên. Chẳng hạn, nguồn nước siêu tinh khiết 105 có thể được sinh ra bởi hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết chính, như là hệ thống xử lý AOP, được đặt phía trước hệ thống khử sạch nước 100. Nguồn nước siêu tinh khiết 105 có thể được tạo ra ở áp suất nhất định. Chẳng hạn, nguồn nước siêu tinh khiết 105 có thể ở áp suất khoảng 20 psi đến khoảng 100 psi. Áp suất của nước siêu tinh khiết được tạo ra bởi nguồn nước siêu tinh khiết 105 có thể phụ thuộc vào các yêu cầu về áp suất của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Theo một phương án, nước siêu tinh khiết 105 có áp suất trong phạm vi khoảng 3-5 bar. Theo các phương án khác, nước siêu tinh khiết 105 có áp suất lớn hơn 5 bar. Nguồn nước siêu tinh khiết 105 cũng có thể được tạo ra ở tốc độ dòng chảy nhất định. Ví dụ, trong một số trường hợp nguồn nước siêu tinh khiết có thể có tốc độ dòng chảy từ khoảng 0 đến khoảng 50 ga-lông trên phút (gallon per minute - gpm). Theo một phương án, nguồn nước siêu tinh khiết có thể có tốc độ dòng chảy là 20-30 gpm.

Mô-đun siêu lọc 110 có chức năng như thiết bị lọc để loại bỏ các tạp chất không mong muốn, như là các hạt, bao gồm các hạt có phân tử khối cao và các hạt có kích cỡ nhất định. Mô-đun siêu lọc 110 có cửa vào 114 để nhận chất lưu 170 và cửa thoát dịch thấm 116 (được ký hiệu là 116a và 116b trên Fig.6) để dẫn dịch thấm 126 ra ngoài. Mặc dù không được thể hiện rõ ràng, mô-đun siêu lọc 110 cũng bao gồm ít nhất là một màng siêu lọc tạo ra chức năng lọc. Màng siêu lọc có thể được bố trí theo thiết kế sợi rỗng như đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này, và có thể phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và/hoặc các sở thích của người sử dụng. Theo một phương án, màng siêu lọc có giới hạn trọng lượng phân tử bị bắt giữ (MWCO - molecular weight cut off) ít nhất là 4000. Theo một số phương án, màng siêu lọc có MWCO là 6000-100,000. Có thể nhận ra là các tiến bộ tương lai trong công nghệ màng siêu lọc có thể được phát triển và sẽ được áp dụng trong quá trình và hệ thống như được xác định trong sáng chế này. Mặc dù mô-đun siêu lọc 110 được thể hiện trên Fig.4 bao gồm hai cửa thoát dịch thấm, các mô-đun siêu lọc có một cửa thoát dịch thấm cũng nằm trong phạm vi của sáng chế này.

Trái ngược với lọc vuông góc đã được minh họa trong hệ thống POU 10 trên Fig.3 trong đó dòng chảy của dung dịch cấp vào là vuông góc với bề mặt màng, mô-đun siêu lọc 110 của hệ thống khử sạch nước 100 trên Fig.4 có thể được tạo kết cấu

dưới dạng thiết bị lọc tiếp tuyến, trong đó phần lớn dòng vào di chuyển tiếp xúc tiếp tuyến qua màng siêu lọc, nghĩa là, song song với bề mặt màng, ở áp suất dương tương ứng với phía dịch thấm, và do đó quá trình tách được thúc đẩy bởi sự chênh lệch áp suất đi ngang qua màng siêu lọc. Kết cấu lọc luồng chéo của mô-đun siêu lọc 110 cũng cho phép dòng chảy liên tục sao cho các chất rắn được phun rửa liên tục ra khỏi bề mặt màng. Tỷ lệ vật liệu nhỏ hơn kích cỡ giữ lại theo thiết kế màng đi qua màng là dịch thấm, trong khi đó phần còn lại bị thải đi dưới dạng dòng không qua màng 128 (ở đây còn được là nước thải) ra khỏi cửa thoát nước thải 122 của mô-đun siêu lọc 110. Đường ống thải 124 được ghép nối thông với cửa thoát nước thải 122. Các ví dụ không giới hạn về mô-đun siêu lọc có thể được sử dụng bao gồm hệ thống siêu lọc MICROZA™ OLT-6036 có sẵn trên thị trường do Asahi Kasei Corporation bán ra và hệ thống VANOX® POU-F có sẵn trên thị trường do Evoqua Water Technologies bán ra.

Mặc dù các ví dụ được nêu ở đây bao gồm thiết bị siêu lọc là cơ chế lọc trong hệ thống khử sạch nước 100, các loại bộ lọc khác cũng nằm trong phạm vi của sáng chế này. Chẳng hạn, các bộ vi lọc, các bộ lọc nano, hoặc các thiết bị thẩm thấu ngược cũng có thể được sử dụng theo các khía cạnh nhất định.

Hệ thống khử sạch nước 100 cũng bao gồm đường ống tuần hoàn 120 được tạo kết cấu để nối cửa thoát dịch thấm 116 của mô-đun siêu lọc 110 với cửa vào 114 và tạo ra vòng tuần hoàn sao cho dịch thấm được tuần hoàn liên tục qua mô-đun siêu lọc 110. Không giống như hệ thống 10 trên Fig.3, dòng chảy qua bộ lọc (ví dụ, mô-đun siêu lọc 110) là không đổi và không phụ thuộc vào lượng tiêu thụ bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Hệ thống khử sạch nước 100 cũng bao gồm bơm tuần hoàn 115 được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn 120 phía trước cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110. Bơm tuần hoàn 115 được ghép nối thông vào nguồn nước siêu tinh khiết 105. Bơm tuần hoàn 115 bơm chất lưu 170 bao gồm việc trộn lẫn cả nước siêu tinh khiết 105 và dịch thấm 126 vào cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110. Bơm tuần hoàn 115 được tạo kết cấu để giúp tạo ra lực đẩy để dịch chuyển chất lưu qua đường ống tuần hoàn 120 bằng cách tạo ra áp suất bổ sung đến chất lưu 170. Áp suất bổ sung này là cần thiết sao cho dịch thấm 126 có thể được dẫn đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 ở áp suất tối thiểu được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 sau khi đi qua mô-đun siêu lọc 110 và các thành phần khác của hệ thống có thể làm giảm áp suất của

dịch thấm 126. Theo một số phương án, bơm tuần hoàn 115 bổ sung năng lượng áp suất đến chất lưu 170, do đó làm tăng áp suất và tốc độ dòng chảy của chất lưu 170 đi qua bơm. Do đó các bộ lọc bên cơ học và/hoặc có các kích cỡ lỗ xỏ nhỏ hơn có thể được sử dụng trong hệ thống khử sạch 100 bởi vì bơm tuần hoàn 115 có thể khắc phục các hao hụt cột áp cao hơn liên quan đến các loại màng như này. Bơm tuần hoàn 115 cũng có thể góp phần vào việc đạt được tốc độ chảy chất lưu không đổi qua mô-đun siêu lọc 110. Chẳng hạn, như được mô tả dưới đây, bơm tuần hoàn 115 có thể được đặt ở tốc độ được xác định trước và giữ không đổi trong suốt quá trình lọc. Áp suất của chất lưu ra khỏi bơm tuần hoàn 115 có thể được quyết định bởi các đặc tính của bơm cũng như một hoặc nhiều thành phần được đặt ở phía xuôi dòng của bơm, bao gồm các van. Theo một số phương án, bơm tuần hoàn 115 được tạo kết cấu kiểu bơm ly tâm như đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật. Đối với các loại bơm này, áp suất xả tăng theo bình phương của tốc độ bơm. Do đó sự có mặt của bơm tuần hoàn 115 trong hệ thống 100 có thể loại bỏ hoặc gần như làm giảm các vấn đề được liên quan đến việc dòng chảy không liên tục được tạo ra bởi hệ thống 10 của Fig.3, ví dụ, sự sinh ra hạt.

Theo một phương án, van thải 142 được đặt ở trên đường ống thải 124 có thể được sử dụng để tạo ra áp suất ngược tạo ra lực đẩy cho dịch thấm để chảy qua mô-đun siêu lọc 110.

Theo một số phương án, bơm tuần hoàn 115 có thể được trang bị với hệ thống truyền động tốc độ có thể điều chỉnh được có thể được điều khiển bằng bộ điều khiển (được nêu rõ hơn dưới đây). Ví dụ, tốc độ của bơm tuần hoàn 115 có thể điều chỉnh được từ không đến 8000 vòng/phút. Các phạm vi tốc độ khác cũng nằm trong phạm vi của sáng chế này, và có thể phụ thuộc vào ứng dụng và thiết kế hệ thống cụ thể. Mô-tơ có thể thay đổi tốc độ được dẫn động bơm tuần hoàn 115 có thể được thiết đặt đến tốc độ không đổi được xác định trước bằng bộ điều khiển (được nêu rõ hơn dưới đây) hoặc bởi người sử dụng dựa trên các đặc tính dòng chảy được yêu cầu bởi màng siêu lọc được sử dụng trong mô-đun siêu lọc 110. Bộ điều khiển hoặc người sử dụng có thể từ đó thiết đặt tốc độ của bơm tuần hoàn 110 bằng cách sử dụng bộ truyền động tốc độ có thể điều chỉnh được của bơm. Việc tăng tốc độ của mô-tơ dẫn động bơm tuần hoàn 115 làm tăng thể tích đầu ra của bơm tuần hoàn 115, ngược lại việc giảm tốc độ của mô-tơ làm giảm thể tích đầu ra.

Theo các phương án khác, mô-tơ có thể thay đổi tốc độ dẫn động bơm tuần hoàn 115 có thể được điều khiển tương ứng với một hoặc nhiều thông số hoạt động, bao gồm tốc độ dòng chảy, nhiệt độ, và/hoặc áp suất của các chất lưu ở trong hệ thống khử sạch nước 100. Chẳng hạn, tín hiệu tốc độ dòng chảy có thể được sử dụng bằng bộ điều khiển để điều khiển tốc độ của bơm tuần hoàn 115. Theo ví dụ khác, tín hiệu áp suất từ cảm biến áp suất 140 có thể được sử dụng bởi bộ điều khiển để điều khiển tốc độ của bơm tuần hoàn 115.

Theo một số phương án bơm tuần hoàn 115 có thể được cấu tạo và bố trí để làm tối thiểu hóa việc sinh hạt trong chất lưu 170. Chẳng hạn, bơm tuần hoàn 115 có thể được tạo kết cấu để làm tối thiểu hóa hoặc nếu không thì tác dụng các lực cắt thấp vào chất lưu 170. Theo một phương án, bơm tuần hoàn là bơm ly tâm dẫn động bằng từ trường không có ổ trục. Loại kết cấu này làm tối thiểu hóa sự sinh ra các hạt có thể bị mòn từ việc chuyển động các thành phần của mô-tơ dẫn động. Chẳng hạn, đệm từ cho phép cánh quạt của bơm được treo lơ lửng, không tiếp xúc, ở bên trong vỏ kín mà ở đó cánh quạt có thể được dẫn động bằng từ trường của mô-tơ. Bơm tuần hoàn 115 cũng có thể được cấu tạo từ các vật liệu có thể làm tối thiểu hóa việc bong các hạt ra, như là các nhựa fluorocarbon và thép không gỉ. Các ví dụ thích hợp về các bơm tuần hoàn có thể được bao gồm trong các hệ thống được bộc lộ bao gồm các bơm ly tâm như là dòng bơm BPS có sẵn trên thị trường do Levitronix, LLC (Waltham, MA) bán ra.

Tham chiếu lại đến Fig.4, đường ống cấp 145 được ghép nối thông vào đường ống tuần hoàn 120 và nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Đường ống cấp 145 được đặt phía sau cửa thoát dịch thấm 116 của mô-đun siêu lọc 110 và cấp dịch thấm 126 đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Cảm biến tốc độ dòng chảy 130 có thể được bố trí phía sau cửa thoát dịch thấm 116 dọc theo đường ống tuần hoàn 120. Cảm biến tốc độ dòng chảy 130 có thể được tạo kết cấu để sinh ra tín hiệu tốc độ dòng chảy biểu thị tốc độ dòng chảy của dịch thấm 126.

Hệ thống khử sạch nước 100 cũng bao gồm van điều áp 125 được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn 120 phía sau đường ống cấp 145. Van điều áp 125, ở đây cũng được gọi hệ van, có thể là van điều áp kiểu van màng như đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật. Van điều áp 125 có thể kích hoạt được từ trạng thái đóng sang trạng thái mở để đưa áp suất của dịch thấm 126 đến bơm tuần hoàn 115. Như được giải thích chi tiết hơn dưới đây, van điều áp 125 được tạo kết cấu để quy định hoặc nếu không thì

điều khiển áp suất của dịch thấm 126 dựa trên các phép đo từ cảm biến áp suất 140 được đặt phía trước van điều áp 125. Bộ điều khiển có thể được sử dụng để kiểm soát hoạt động của van điều áp 125 để nhằm mục đích duy trì áp suất của dịch thấm 126 ở trị số được xác định trước dựa trên các phép đo được lấy từ cảm biến áp suất 140.

Cảm biến áp suất 140 được đặt dọc theo đường ống tuần hoàn 120 ở giữa đường ống cấp 145 và van điều áp 125, sao cho cảm biến áp suất 140 được đặt phía sau đường ống cấp 145 và phía trước van điều áp 125. Cảm biến áp suất 140 được tạo kết cấu để sinh ra biểu thị tín hiệu áp suất của áp suất của dịch thấm 126 và gửi hoặc nếu không thì truyền tín hiệu áp suất đến bộ điều khiển, như được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Dòng không đổi qua mô-đun siêu lọc 110 không phụ thuộc vào lượng tiêu thụ dịch thấm 126 của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 và đạt được bởi sự tuần hoàn dịch thấm 126 qua đường ống tuần hoàn 120 và có thể được duy trì bằng bơm tuần hoàn 115 và van điều áp 125. Theo một phương án, dòng chảy qua mô-đun siêu lọc 110 là không đổi, gần như giống hoặc lớn hơn dòng chảy tối đa được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Khi sự tiêu thụ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 nhỏ hơn dòng chảy tối đa (ví dụ, công cụ không được sử dụng) sau đó dòng chảy vượt quá lượng tiêu thụ thực tế của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 được tuần hoàn không đổi đến phía hút của bơm tuần hoàn 115. Áp suất không đổi có thể được duy trì bằng van điều áp 125, được quy định bởi bộ điều khiển dựa trên trị số của các phép đo áp suất được lấy bởi cảm biến áp suất 140. Cả áp suất không đổi và dòng chảy không đổi đều làm giảm nguy cơ bong hạt bằng mô-đun siêu lọc 110 và bảo vệ vật liệu lọc khỏi nguy cơ hư hại.

Hệ thống khử sạch nước 100 cũng bao gồm đường ống nước siêu tinh khiết bổ sung 107 được ghép nối thông vào nguồn nước siêu tinh khiết 105 và đường ống tuần hoàn 120. Đường ống nước siêu tinh khiết bổ sung 107 dẫn nước siêu tinh khiết từ hệ thống xử lý nước siêu tinh khiết chính đến hệ thống khử sạch nước 100 để khử sạch lần cuối trước khi được dẫn đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Đường ống bổ sung 107 cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều van, như là van 118, để tách biệt dòng chảy của nước siêu tinh khiết với đường ống tuần hoàn 120. Chẳng hạn, trong giai đoạn bảo dưỡng, van 118 có thể được sử dụng để đóng nguồn nước siêu tinh khiết 105 tách biệt với phần còn lại của hệ thống. Đường ống bổ sung 107 và đường ống tuần

hoàn 120 được tạo kết cấu để hướng nước siêu tinh khiết về phía bơm tuần hoàn 115, nghĩa là, cửa vào hoặc phía hút của bơm tuần hoàn 115, như được minh họa trên Fig.4.

Hệ thống khử sạch nước cũng bao gồm điểm trộn lẫn 147 mà tại đó đường ống nước siêu tinh khiết bổ sung 107 được nối thông vào đường ống tuần hoàn 120. Điểm uốn 147 cho phép dịch thấm 126 từ mô-đun siêu lọc 110 để trộn lẫn hoặc kết hợp theo cách khác với nước siêu tinh khiết từ nguồn nước siêu tinh khiết 105 như chất lưu 170, là dòng cấp được trộn lẫn đến bơm tuần hoàn 115 và cửa vào 114. Điểm uốn 147 được đặt ở trong hệ thống sao cho van điều áp 125 được đặt ở giữa điểm trộn lẫn 147 cảm biến áp suất 140. Như được nêu chi tiết hơn dưới đây, bộ điều khiển được tạo kết cấu để vận hành van điều áp 125 sao cho áp suất của dịch thấm 126 được duy trì ở trị số áp suất được xác định trước. Bơm tuần hoàn 115 được đặt phía sau điểm trộn lẫn 147 sao cho chất lưu 170 bao gồm nước siêu tinh khiết 105 và dịch thấm 126 được dẫn đến bơm tuần hoàn 115.

Hệ thống khử sạch nước 100 cũng có thể bao gồm ít nhất là một cảm biến nhiệt độ 135. Trong một số trường hợp tốc độ dòng chảy của dịch thấm 126 tỷ lệ thuận với nhiệt độ nước. Do đó, nếu nhiệt độ nước tăng lên, thì tốc độ dòng chảy của dịch thấm cũng sẽ tăng lên (giả sử tốc độ dòng chảy phần nước thải không đổi). Trong các giai đoạn không có nhu cầu từ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, nhiệt độ của dịch thấm sẽ tăng lên theo lượng được xác định trước (ví dụ, 1,2-2,0°C hoặc 0,9-1,6°C) khi được so với nhiệt độ của nước siêu tinh khiết 105 đang đi đến (giả sử tốc độ dòng chảy nước thải không đổi). Ở các tốc độ dòng chảy cao hơn, nhiệt độ tăng lên ít hơn. Giả sử áp suất xuyên màng (TMP) là không đổi (mà, như được thảo luận dưới đây, được duy trì ở trị số gần như không đổi bằng cách sử dụng cảm biến áp suất 140 và van điều áp 126), nhiệt độ tăng lên có thể dẫn đến việc tăng tốc độ dòng chảy của dịch thấm. Ví dụ, trong một số trường hợp việc tăng nhiệt độ dẫn đến việc tăng tốc độ dòng chảy của dịch thấm lên 3-6%.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.4 cảm biến nhiệt độ 135 được ghép với đường ống thải 124 và được tạo kết cấu để tạo ra tín hiệu nhiệt độ biểu thị nhiệt độ của dòng không qua màng 128. Việc đặt cảm biến nhiệt độ 135 ở trên đường ống thải 124 làm giảm số lượng các khớp nối và vật cản trong đường ống tuần hoàn 120, giúp tránh sự sinh ra hạt. Hơn nữa, nhiệt độ của dịch thấm 126 là giống như dòng không qua màng 128. Bộ điều khiển, như được mô tả rõ hơn dưới đây, có thể được tạo kết cấu để

điều khiển một hoặc nhiều thành phần của hệ thống dựa trên tín hiệu nhiệt độ. Chẳng hạn, bộ điều khiển có thể được tạo kết cấu để thay đổi tốc độ của bơm tuần hoàn 115 và/hoặc điều chỉnh van điều áp 125 dựa trên tín hiệu nhiệt độ. Trong các trường hợp này, cảm biến nhiệt độ 135 gửi tín hiệu nhiệt độ biểu thị nhiệt độ của dòng không qua màng 128 đến bộ điều khiển 160. Bộ điều khiển 160 sau đó có thể thay đổi tốc độ của bơm tuần hoàn 115 và/hoặc điều chỉnh van điều áp 125 dựa trên tín hiệu nhiệt độ. Ví dụ, nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 có thể yêu cầu dịch thấm 126 ở trong phạm vi các trị số nhiệt độ nhất định được xác định trước. Do đó bộ điều khiển 160 có thể sử dụng nhiệt độ đọc từ cảm biến nhiệt độ để điều khiển van điều áp 125 và/hoặc bơm tuần hoàn 115 hoặc các thành phần khác của hệ thống tương ứng với phép đo nhiệt độ để nhằm các mục đích là mang nhiệt độ của dịch thấm phù hợp với phạm vi các trị số nhiệt độ được xác định trước.

Theo một phương án, hệ thống khử sạch nước 100 còn bao gồm nguồn rung 165. Nguồn rung 165 có thể được ghép với mô-đun siêu lọc 110. Chẳng hạn, nguồn rung 165 có thể được gắn vào thành ngoài hoặc chi tiết biên ngoài khác của mô-đun siêu lọc 110, mà ở đó năng lượng rung động có thể sau đó truyền đến màng siêu lọc. Nguồn rung 165 được tạo kết cấu để dẫn sự rung động mức độ thấp đến mô-đun siêu lọc 110 dẫn đến việc loại bỏ các hạt nhỏ khỏi nước siêu tinh khiết được lọc. Ví dụ, nguồn rung 165 có thể loại bỏ các hạt có kích cỡ là 30 nm và nhỏ hơn, là 20 nm và nhỏ hơn, và trong một số trường hợp là 10 nm và nhỏ hơn khỏi nước siêu tinh khiết được lọc. Áp dụng nguồn rung cho mô-đun siêu lọc làm cho màng siêu lọc giữ các hạt có kích cỡ nhỏ hơn này. Theo một số phương án, nguồn rung có thể được áp dụng gián đoạn ở các khoảng được xác định trước trong quá trình lọc. Việc áp dụng nguồn rung cũng có thể có chức năng thúc đẩy sự tích tụ vật chất cần lọc trên màng. Chẳng hạn, nguồn rung có thể được áp dụng ở thời điểm bắt đầu quá trình lọc (nghĩa là, sau khi màng vừa mới trải qua quá trình làm sạch hoặc chỉ vừa mới được lắp đặt), ở thời điểm giữa, hoặc thời điểm kết thúc quá trình (nghĩa là, sau khoảng thời gian sử dụng, nhưng trước khi màng được làm sạch).

Nguồn rung 165 có thể là thiết bị bất kỳ có khả năng truyền sự rung động cơ học mức độ thấp. Nguồn rung 165 có thể là thiết bị được tạo kết cấu như máy tạo dao động cơ học có khả năng truyền năng lượng cơ học dưới dạng rung động đến màng siêu lọc của mô-đun siêu lọc 110. Tần số và/hoặc biên độ của rung động được áp dụng

bởi nguồn rung 165 có thể phụ thuộc vào diện tích bề mặt của màng. Rung động được cấp bởi nguồn rung 165 cũng có thể điều chỉnh được. Theo một số phương án, phạm vi tần số các rung động có thể ở khoảng 20 Hz đến khoảng 1000 Hz. Theo một số phương án, tần số rung động có thể ít nhất là 60 Hz. Theo một số phương án, phạm vi biên độ của các rung động có thể ở khoảng 1 m/s^2 đến khoảng 50 m/s^2 .

Theo các khía cạnh khác nguồn rung 165 có thể được sử dụng với các loại bộ lọc khác có thể được bao gồm hoặc được sử dụng chung với hệ thống khử sạch nước 100. Ví dụ, hệ thống điều hòa có thể được sử dụng để chuẩn bị mô-đun siêu lọc 110 cho việc sử dụng. Nguồn rung có thể được gắn vào một hoặc nhiều thành phần của hệ thống điều hòa, như là bộ lọc hoặc nền, và rung động có thể được áp dụng ít nhất là ở trong một phần của quá trình điều hòa. Một ví dụ về hệ thống điều hòa như này là VANOX® System Hot Water Conditioning (HWC) có sẵn trên thị trường do Evoqua Water Technologies bán ra.

Bây giờ tham chiếu đến Fig.5, theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống khử sạch nước 100 có thể bao gồm bộ điều khiển 160, mà được ghép hoạt động với một hoặc nhiều các thành phần của hệ thống 100. Theo một phương án, bộ điều khiển 160 được ghép hoạt động với cảm biến áp suất 140 và van điều áp 125. Theo một số phương án, bộ điều khiển 160 cũng có thể được ghép hoạt động với cảm biến tốc độ dòng chảy 130 và cảm biến nhiệt độ 135. Như được mô tả ở trên, mỗi cảm biến có thể được tạo kết cấu để đo tính chất của hệ thống và để truyền hoặc gửi, theo cách khác, các kết quả đo được này đến bộ điều khiển 160. Bộ điều khiển 160 cũng có thể được ghép hoạt động với các thành phần khác của hệ thống 100, như là bơm tuần hoàn 115, và trong một số trường hợp mô-đun siêu lọc 110, và có thể được sử dụng để điều khiển các thành phần này. Bộ điều khiển 160 có thể điều khiển một hoặc nhiều thành phần này dựa trên ít nhất là một phép đo được lấy từ một hoặc nhiều cảm biến.

Theo một phương án, hệ thống khử sạch nước 100 được tạo kết cấu để dẫn dịch thấm 126 theo nhu cầu đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Trong một số trường hợp hệ thống khử sạch nước 100 có thể được tạo kết cấu để dẫn dịch thấm 126 ở tốc độ dòng chảy được xác định trước, ví dụ, ở tốc độ giữa không và 25 gpm đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Hệ thống khử sạch nước 100 được tạo kết cấu để tuần hoàn chất lưu bằng cách sử dụng bơm tuần hoàn 115 thông qua mô-đun siêu lọc 110 và đường ống tuần hoàn 120 sao cho dịch thấm được đi qua mô-đun siêu lọc 110 nhiều

lần trước khi nó được dẫn đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Hệ thống khử sạch nước 100 cũng được thiết kế để làm tối thiểu hóa các rung động trong các tốc độ dòng chảy và để làm tối thiểu hóa sự sinh ra hạt, nghĩa là, sự bong hạt. Như được đề cập ở trên, việc duy trì áp suất không đổi và tốc độ dòng chảy không đổi ở một hoặc nhiều vị trí trong hệ thống làm giảm nguy cơ bong hạt. Theo một phương án, việc duy trì áp suất không đổi và tốc độ dòng chảy có thể được thực hiện thông qua bộ điều khiển 160 kết hợp với một hoặc nhiều thành phần khác của hệ thống, như là cảm biến áp suất 140, và van điều áp 125. Theo các phương án khác, cảm biến tốc độ dòng chảy 130 và/hoặc bơm tuần hoàn 115 cũng có thể được sử dụng trong việc duy trì áp suất và tốc độ dòng chảy không đổi.

Theo một phương án, nguồn nước siêu tinh khiết được dẫn ở áp suất thứ nhất, theo cách khác ở đây được gọi là áp suất cấp nước siêu tinh khiết. Hệ thống 100 được tạo kết cấu để dẫn dịch thấm 126 đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 ở áp suất thứ nhất ở trong phạm vi sai số nhất định, ví dụ, khoảng ± 2 psi, và trong một số ứng dụng có thể nhỏ hơn ± 2 psi, và ở đây có thể được gọi là trị số được xác định trước cho áp suất. Trong các trường hợp nhất định áp suất được xác định trước có thể là áp suất tối thiểu được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, và do đó được quyết định bởi các yêu cầu của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150.

Việc dẫn dịch thấm 126 đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 ở áp suất được xác định trước được hoàn thành bằng cách sử dụng các cơ cấu được tạo ra bởi các thành phần của hệ thống. Chẳng hạn, bơm tuần hoàn 115 có thể được tạo kết cấu để khắc phục ít nhất là một phần tổn thất áp suất thông qua mô-đun siêu lọc 110 (ví dụ, áp suất xuyên màng), ống dẫn (các đường ống), và các van được sử dụng trong hệ thống khử sạch nước 100 bằng cách làm tăng áp suất của chất lưu 170 khi nó đi qua bơm tuần hoàn 115. Theo một phương án, bơm tuần hoàn 115 được hoạt động ở tốc độ cố định, nghĩa là, tốc độ không đổi sao cho ít nhất là một phần tổn thất áp suất ở trong hệ thống được khắc phục, và dịch thấm 126 được dẫn đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 ở áp suất được xác định trước.

Như được nêu trên, hệ thống 100 có thể được tạo kết cấu để dẫn dịch thấm 126 đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 ở trị số tốc độ dòng chảy được xác định trước (hoặc trong phạm vi các giá trị). Trị số tốc độ dòng chảy được xác định trước có thể là tốc độ dòng chảy tối thiểu được yêu cầu bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Tốc độ

dòng chảy của dịch thấm 126 tỷ lệ với áp suất xuyên màng (TMP) của mô-đun siêu lọc 110. Như được nêu rõ hơn dưới đây, áp suất xuyên màng có thể được điều khiển để nhằm các mục đích là duy trì tốc độ dòng chảy không đổi.

Theo một phương án, tốc độ của bơm tuần hoàn 115 được thiết đặt đến trị số được xác định trước ở thời điểm bắt đầu quá trình lọc và được duy trì ở trị số được xác định trước. Điều này cho phép tốc độ dòng chảy gần như không đổi của chất lưu 170 đến cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110. Tốc độ của bơm tuần hoàn 115 có thể được dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, bao gồm các đặc tính dòng chảy của mô-đun siêu lọc 110. Chẳng hạn, tốc độ của bơm tuần hoàn 115 có thể được thiết đặt tương quan với tốc độ dòng chảy tối đa của mô-đun siêu lọc 110. Tốc độ dòng chảy của chất lưu 170 được đưa vào cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110 trong trường hợp này có thể là tốc độ dòng chảy tối đa có thể được chấp nhận hoặc nếu không thì được xử lý bằng mô-đun siêu lọc 110. Trong các trường hợp khác, tốc độ của bơm tuần hoàn 115 có thể có thể được thiết đặt tương quan với tốc độ dòng chảy tối thiểu của mô-đun siêu lọc 110. Tốc độ dòng chảy của chất lưu 170 được đưa vào cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110 trong trường hợp này có thể là tốc độ dòng chảy tối thiểu có thể được chấp nhận hoặc bằng cách khác được xử lý bởi mô-đun siêu lọc 110. Tốc độ dòng chảy tối thiểu có thể tương ứng với tốc độ dòng chảy có thể ngăn chặn hoặc nếu không thì làm tối thiểu hóa sự hình thành của nước ứ đọng, mà có thể tạo ra thêm các hạt không mong muốn. Theo ví dụ khác, tốc độ của bơm tuần hoàn 115 cũng có thể được thiết đặt đến tốc độ nằm giữa các yêu cầu tốc độ dòng chảy tối đa và tối thiểu cho mô-đun siêu lọc. Như được lưu ý ở trên, việc hoạt động bơm tuần hoàn 115 ở tốc độ cố định làm giảm nguy cơ sinh ra hạt ở trong bơm.

Tốc độ dòng chảy của dịch thấm 126 tỷ lệ thuận với áp suất xuyên màng (TMP) của màng siêu lọc ở trong mô-đun siêu lọc 110. Theo một số phương án, việc duy trì tốc độ dòng chảy không đổi của dịch thấm 126 có thể được hoàn thành bằng cách điều khiển áp suất xuyên màng vì dòng chảy qua mô-đun siêu lọc 110 có quan hệ tuyến tính với áp suất xuyên màng. Áp suất xuyên màng là sự khác biệt áp suất giữa áp suất cấp (áp suất của chất lưu 170 đi vào cửa vào 114) và áp suất của dịch thấm (áp suất của dịch thấm 126 ra khỏi cửa thoát dịch thấm 116). Vì áp suất của chất lưu 170 đi vào mô-đun siêu lọc 110 được duy trì ở trị số không đổi bằng bơm tuần hoàn 115, nghĩa là, bằng cách duy trì tốc độ không đổi của bơm, trong các trường hợp nguồn cấp nước

theo nhu cầu 150 tiêu thụ dịch thấm 126, áp suất của dịch thấm tụt xuống (mà làm cho áp suất xuyên màng tăng lên), lần lượt tạo ra tốc độ dòng chảy cao hơn qua mô-đun siêu lọc 110. Theo một phương án, tốc độ dòng chảy của dịch thấm 126 có thể được duy trì ở trị số không đổi bằng cách duy trì áp suất xuyên màng ở trị số được xác định trước.

Vì tốc độ dòng chảy và áp suất của chất lưu 170 đi vào mô-đun siêu lọc 110 được cố định bởi bơm tuần hoàn, điều này có thể được hoàn thành bằng cách điều khiển áp suất ngược của dịch thấm 126. Chẳng hạn, theo một phương án, van điều áp 125 được kích hoạt để duy trì áp suất xuyên màng gần như không đổi đi ngang qua màng siêu lọc của mô-đun siêu lọc 110. Điều này có thể được hoàn thành bằng cách điều khiển van điều áp 125 bằng cách sử dụng các phép đo được lấy bởi cảm biến áp suất 140. Như được thể hiện trên Fig.4, van điều áp 125 được đặt ở trên đường ống tuần hoàn 120 xuôi dòng của đường ống cấp 145 (mà cấp dịch thấm đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150) và ngược dòng của điểm trộn lẫn 147 (mà ở đó dịch thấm 126 kết hợp với nước siêu tinh khiết 105 từ đường ống bổ sung 107). Cảm biến áp suất 140 chỉ được đặt ngược dòng với van điều áp 125, nhưng phía sau đường ống cấp 145. Cảm biến áp suất 140 đo áp suất của dịch thấm 126 và gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 160, mà so sánh trị số đang đọc được với trị số được xác định trước, và phản hồi lại sự so sánh, kích hoạt hoặc bằng cách khác điều chỉnh van điều áp 125. Chẳng hạn, nếu áp suất của dịch thấm 126 rơi xuống dưới trị số được xác định trước, thì bộ điều khiển 160 có thể kích hoạt van điều áp 125 đóng một lượng nhất định để làm tăng áp suất của dịch thấm 126. Nếu áp suất của dịch thấm 126 ở trên trị số được xác định trước, thì bộ điều khiển 160 có thể kích hoạt van điều áp 126 mở một lượng nhất định để làm giảm áp suất của dịch thấm 126. Nếu áp suất của dịch thấm 126 ở trị số được xác định trước (hoặc ở trong phạm vi sai số), thì không có hành động nào được thực hiện bởi bộ điều khiển 160. Như đã giải thích ở trên, trị số được xác định trước có thể được kết hợp với các yêu cầu của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, và trong một số trường hợp có thể bằng với áp suất của nước siêu tinh khiết được dẫn đến hệ thống, và trong các trường hợp khác có thể bằng với áp suất nước siêu tinh khiết ở trong phạm vi sai số nhất định, ví dụ, ± 2 psi.

Theo một số phương án, hệ thống khử sạch nước còn bao gồm bể chứa. Fig.6 là lưu đồ của một phương án của hệ thống khử sạch nước 600 bao gồm bể chứa 655 được

bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn 120. Hệ thống khử sạch nước 600 tương tự như hệ thống khử sạch nước 100 được mô tả ở trên trong dự tham chiếu đến Fig.4, nhưng bao gồm bể chứa 655, mà theo một phương án có thể được đặt ở vị trí dọc theo đường ống tuần hoàn 120 ở phía trước bơm tuần hoàn 115, nghĩa là, phía hút của bơm tuần hoàn 115 và phía sau điểm trộn lẫn 147. Mục đích của bể chứa 655 là có thể cho phép chất lưu ở trong đường ống tuần hoàn tích trữ trong các khoảng thời gian mà khi đó không có hoặc có nhu cầu tiêu thụ rất nhỏ từ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Chất lưu 170 được tích trữ ở trong bể chứa 655. Dòng chảy liên tục chảy qua đường ống tuần hoàn 120 được duy trì trong suốt các khoảng thời gian này, và bể chứa 655 cho phép thể tích chất lưu thừa tích trữ ở một vị trí trong vòng tuần hoàn.

Bể chứa 655 có thể là bể hoặc ống có thể tích tương đương hoặc lớn hơn thể tích tiêu thụ định kỳ của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150. Theo một khía cạnh, khi bể chứa 655 đầy, phần lớn nước từ bể chảy liên tục qua mô-đun siêu lọc 110 trong toàn bộ khoảng thời gian mà nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 không hoạt động.

Theo phương án thay thế khác, bể chứa 655 có thể được đặt ở điểm trộn lẫn 147 sao cho nó thực hiện chức năng của điểm trộn lẫn 147. Theo kết cấu này, hệ thống 600 có thể còn bao gồm thiết bị kiểm soát mức độ có chức năng duy trì mức chất lưu không đổi ở trong bể chứa 655. Điều này cho phép nước siêu tinh khiết từ đường ống bổ sung 107 phù hợp với tổng lượng tiêu thụ của nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 và dòng không qua màng 128 ra ngoài qua đường ống thải 124.

Bể chứa 655 cũng có thể có chức năng hạ thấp hoặc duy trì nhiệt độ thấp hơn của dịch thấm 126. Như được đề cập ở trên, trong các khoảng thời gian mà ở đó nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 không sử dụng dịch thấm 126, nhiệt độ dịch thấm có thể tăng lên. Ngoài ra, bơm tuần hoàn 115 có thể làm tăng nhiệt độ của chất lưu 170. Khả năng cho phép nước siêu tinh khiết nguội hơn từ nguồn nước siêu tinh khiết 105 được đưa vào liên tục bằng cách thải dòng không qua màng 128 ở tốc độ không đổi giúp duy trì nhiệt độ thấp hơn, và nhiệt cũng có thể bị thoát ra thông qua dòng không qua màng 128 ra khỏi hệ thống 100.

Mặc dù không được thể hiện rõ ràng ở trên các hình vẽ kèm theo, theo một phương án hệ thống khử sạch nước có thể còn bao gồm vật liệu xúc tác. Vật liệu xúc tác có thể vật liệu bất kỳ có chức năng bảo vệ màng ở trong bộ lọc, như là màng siêu

lọc được sử dụng ở trong mô-đun siêu lọc 110, bằng cách làm giảm các chất oxy hóa, như là hydro peroxit có mặt trong nước siêu tinh khiết được đưa vào mô-đun siêu lọc. Các chất oxy hóa có thể làm hư hại hoặc làm tổn hại, theo cách khác, màng siêu lọc, và do đó việc loại bỏ các vật liệu này khỏi chất lưu tiếp xúc với màng có thể kéo dài tuổi thọ hoạt động của mô-đun. Vật liệu xúc tác có thể được đặt ở giữa bơm tuần hoàn 115 và cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110 để xử lý nước siêu tinh khiết trước khi tiếp xúc với màng siêu lọc. Các ví dụ không giới hạn về các chất xúc tác thích hợp gồm có platin, paladi, hoặc các enzym (ví dụ, catalaza).

Các hệ thống khử sạch nước được bộc lộ ở đây cũng có thể bao gồm các thiết bị điều khiển dòng chảy khác, như là các van, các bộ giảm áp, bộ giãn nở, và các thiết bị tương tự khác. Ngoài ra, các cảm biến áp suất, nhiệt độ, và tốc độ dòng chảy có thể được đặt ở một hoặc nhiều vị trí trong toàn bộ hệ thống ngoài các cảm biến được mô tả ở đây. Các thiết bị xử lý khác cũng có thể được bao gồm ở trong hệ thống khử sạch nước, như là thiết bị trao đổi nhiệt. Chẳng hạn, thiết bị trao đổi nhiệt có thể được bố trí ở đường ống tuần hoàn 120 ở giữa bơm tuần hoàn 115 và cửa vào 114 của mô-đun siêu lọc 110. Thiết bị trao đổi nhiệt có thể hữu dụng trong các khoảng thời gian mà ở đó không có nhu cầu từ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, và nhiệt độ của dịch thấm tăng lên.

Các hệ thống khử sạch nước được mô tả ở đây có thể được sử dụng trong một số trường hợp cải tiến hoặc thay thế hệ thống lọc POU hiện tại. Phương tiện sẵn có có thể được biến đổi để sử dụng một hoặc nhiều khía cạnh bất kỳ của hệ thống khử sạch nước, và trong một số trường hợp, các thiết bị và các phương pháp có thể bao gồm việc kết nối hoặc tạo kết cấu phương tiện đang lưu hành để bao gồm hệ thống khử sạch nước như được mô tả ở đây.

Theo một số khía cạnh, phương pháp tạo điều kiện thuận lợi cho việc khử sạch nước siêu tinh khiết được đề xuất. Phương pháp có thể tạo điều kiện thuận lợi cho một hoặc nhiều phần của hệ thống đã có sẵn hoặc hệ thống xử lý mới. Theo một số phương án, phương pháp có thể bao gồm việc bố trí mô-đun siêu lọc có cửa vào và cửa thoát dịch thấm và tạo ra các chỉ lệnh để: nối cửa thoát dịch thấm với cửa vào, nối cửa thoát dịch thấm với van điều áp, và duy trì áp suất của dịch thấm ra khỏi cửa thoát dịch thấm ở trị số được xác định trước với van điều áp. Theo một số phương án, phương pháp tạo điều kiện thuận lợi còn bao gồm tạo ra các chỉ lệnh để nối bơm tuần hoàn với cửa vào

của mô-đun siêu lọc, trộn lẫn dịch thấm với nguồn nước siêu tinh khiết để tạo ra chất lưu, và hướng chất lưu đến cửa vào của bơm tuần hoàn. Theo một phương án, phương pháp tạo điều kiện thuận lợi còn bao gồm các chỉ lệnh để nổi cửa thoát dịch thấm với nguồn cấp nước theo nhu cầu và đo áp suất của dịch thấm bằng cách sử dụng cảm biến áp suất trước khi trộn lẫn với nguồn nước siêu tinh khiết. Theo phương án khác, phương pháp tạo điều kiện thuận lợi còn bao gồm việc bố trí bộ điều khiển được tạo kết cấu để được ghép hoạt động với cảm biến áp suất và van điều áp. Theo phương án khác nữa, phương pháp tạo điều kiện thuận lợi còn bao gồm việc tạo ra các chỉ lệnh điều khiển đến bộ điều khiển để so sánh áp suất của dịch thấm đo được với trị số được xác định trước và, phản hồi lại sự so sánh, kích hoạt van điều áp. Theo ít nhất là một phương án khác, các chỉ lệnh điều khiển để điều khiển bộ điều khiển kích hoạt van điều áp để duy trì áp suất xuyên màng gần như không đổi đi ngang qua màng siêu lọc của mô-đun siêu lọc. Theo phương án khác nữa, phương pháp tạo điều kiện thuận lợi còn bao gồm việc bố trí ít nhất là một bơm tuần hoàn và van điều áp.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các khía cạnh của các hệ thống và các phương pháp được mô tả ở đây có thể được minh họa rõ hơn bằng các ví dụ dưới đây, mà được tạo ra chỉ nhằm mục đích minh họa, và không giới hạn phạm vi của sáng chế được mô tả ở đây.

Ví dụ 1 – Tính toán nhiệt độ cân bằng của dịch thấm

Các phép tính được thực hiện để xác định nhiệt độ của dịch thấm dưới các tốc độ dòng chảy dẫn khác nhau. Cài đặt được giả định để gần giống như cài đặt được thể hiện trên hệ thống 100 của Fig.4, với mô-đun siêu lọc 110 là Hệ thống VANOX® POU-F từ Evoqua Water Technologies. Tốc độ dòng chảy phần nước thải được giữ không đổi ở 1,5 gpm trong khi tốc độ dòng chảy dẫn, nghĩa là, tốc độ dòng chảy dịch thấm ra khỏi bộ lọc (hoặc tốc độ dòng chảy dịch thấm chảy đến nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 ở trong đường ống cấp 145), được thay đổi ở giữa khoảng không và 25 gpm. Hai áp suất xuyên màng khác nhau được sử dụng để xác định nhiệt độ của dịch thấm. Áp suất xuyên màng thứ nhất được sử dụng là 15 psi (được đánh dấu “thông thường” trên Fig.7) và áp suất xuyên màng thứ hai được sử dụng 20 psi (được đánh dấu là “tối đa” trên Fig.7). Các kết quả được thể hiện trên đồ thị của Fig.7 và được vẽ tương phản với nhiệt độ cấp nước siêu tinh khiết, tức là 20 °C).

Các kết quả biểu thị là khi tốc độ dòng chảy dẫn dịch thấm là 0 gpm, cho thấy tình huống mà ở đó nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 của Fig.4 không tiêu thụ bất kỳ dịch thấm nào, nhiệt độ của dịch thấm được tăng lên khoảng từ 1,2 đến 2,0 °C so với nhiệt độ cấp nước siêu tinh khiết đến. Sự khác nhau này được làm giảm xuống với các tốc độ dòng chảy dẫn cao hơn (nghĩa là, trong các tình huống mà ở đó nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 tiêu thụ dịch thấm). Ở tốc độ dòng chảy là 5 gpm, nhiệt độ của dịch thấm được tăng lên ít hơn 0,5 °C, và ở tốc độ dòng chảy là 10 gpm, việc tăng nhiệt độ là ít hơn 0,25 °C. Tốc độ dòng chảy phần nước thải càng cao thì cũng sẽ gây ra sự tăng nhiệt độ càng thấp, nghĩa là, ở các tốc độ dòng chảy phần nước thải cao hơn, việc nâng nhiệt độ lên sẽ ít hơn. Chẳng hạn, khi tốc độ dòng chảy phần nước thải được tăng lên đến 2 gpm, nhiệt độ chỉ tăng lên từ 0,9-1,6 °C ở tốc độ dòng chảy phân phối là 0 gpm.

Ví dụ 2 - Minh họa về lý thuyết điều khiển

Để giúp hiểu rõ hơn về một số cơ cấu điều khiển được mô tả ở trên, ba trường hợp hoạt động khác nhau được nêu ra dưới đây với sự tham chiếu đến hệ thống khử sạch nước 100 được thể hiện trên Fig.4. Để nhằm mục đích minh họa, các giả thiết dưới đây được đưa ra:

1. Áp suất cấp nước siêu tinh khiết 105 áp suất hệ thống là 80 psi
2. Áp suất xuyên màng là 15 psi
3. Để cho đơn giản, các tổn hao hệ thống được bao gồm trong áp suất xuyên màng
4. Tốc độ dòng chảy phần nước thải của dòng không qua màng 128 là 1,5 gpm

Điều kiện 1 – không có nhu cầu từ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150

Bơm tuần hoàn 115 dẫn chất lưu ở 95 psi (để khắc phục vấn đề áp suất xuyên màng) ở tốc độ dòng chảy là 31,5 gpm đến mô-đun siêu lọc 110. Dịch thấm 126 sẽ có áp suất là 80 psi và tốc độ dòng chảy là 30 gpm. Vì không có sự tiêu thụ bởi nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, toàn bộ 30 gpm của dịch thấm 126 có thể đi qua van điều áp 125 để được trộn lẫn với tốc độ dòng chảy 1,5 gpm của nước siêu tinh khiết từ đường ống bổ sung 107 khi chất lưu 170 ở điểm trộn lẫn 147, và được tuần hoàn trở lại bơm tuần hoàn 115 và mô-đun siêu lọc 110.

Điều kiện 2 – Nâng từ nhu cầu không gpm đến nhu cầu X gpm từ nguồn cấp nước theo nhu cầu

Bơm tuần hoàn 115 tiếp tục dẫn chất lưu ở 31,5 gpm ở 95 psi, nhưng trong trường hợp này, có nhu cầu từ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150, sao cho có dòng chảy dịch thấm 126 ra khỏi đường ống tuần hoàn 120 qua đường ống cấp 145. Áp suất thấm qua 126 ở vị trí của cảm biến áp suất 140 do đó sẽ nhỏ hơn 80 psi. Dựa trên phép đo này, van điều áp 125 có thể được kích hoạt bởi bộ điều khiển 160 đóng một lượng nhất định để làm tăng áp suất của dịch thấm 126 phía trước điểm trộn lẫn 147 trở lại 80 psi, sao cho khi chất lưu 170 đi đến bơm tuần hoàn 115 áp suất là ở 80 psi.

Điều kiện 3 – Hạ xuống từ nhu cầu X gpm xuống nhu cầu 0 gpm từ nguồn cấp nước theo nhu cầu

Bơm tuần hoàn 115 vẫn tiếp tục dẫn chất lưu ở 31,5 gpm ở áp suất là 95 psi, nhưng trong trường hợp này, lượng tiêu thụ từ nguồn cấp nước theo nhu cầu 150 giảm xuống. Tốc độ ra của dịch thấm 126 khỏi đường ống cấp 145 giảm xuống, mà làm cho áp suất của dịch thấm 126 ở vị trí cảm biến áp suất 140 lớn hơn 80 psi. Do đó van điều áp 125 có thể được kích hoạt dựa trên các trị số áp suất đo được bằng bộ điều khiển để mở một lượng nhất định, mà làm tăng áp suất của dịch thấm 126 ở vị trí phía trước điểm trộn lẫn 147 trở lại 80 psi. Chất lưu 170 đi đến bơm tuần hoàn 115 nhờ đó sẽ có áp suất là 80 psi.

Ví dụ 3 - Thí nghiệm rung động

Thí nghiệm được thực hiện để kiểm tra cách nguồn rung có thể điều chỉnh được ở mức độ thấp được ghép với bộ lọc sẽ ảnh hưởng đến sự giữ lại các hạt nhỏ, ví dụ, 20 nm và nhỏ hơn theo đường kính, bởi bộ lọc.

Bộ lọc là bộ lọc siêu lọc POU. Các phép đo đếm hạt của dòng thải được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị phân tích hạt cả trước và sau khi nguồn rung động được tác dụng lên thành ngoài của bộ lọc. Nguồn rung là từ bơm chân không được đặt ở vùng lân cận với bộ lọc POU.

Dữ liệu điều khiển được thể hiện ở phía bên trái của Fig.8 và thể hiện các phép đo nồng độ các hạt của cả các hạt có kích cỡ là 10 nm và 20 nm được lấy trong khoảng thời gian là xấp xỉ 22 giờ. Dữ liệu này đã biểu thị nồng độ các hạt có kích thước 20 nm là xấp xỉ 800,000 cts/ml, và nồng độ các hạt có kích thước 10 nm là xấp xỉ 1,000,000 cts/ml.

Bên phải của Fig.8 thể hiện dữ liệu đo nồng độ hạt thu được với chuyển động rung được tác dụng lên bộ lọc POU. Các phép đo được thực hiện trong khoảng thời gian là xấp xỉ 32 giờ. Nồng độ các hạt giảm xuống từ ba đến năm lần, với nồng độ các hạt 20 nm giảm từ khoảng 800,000 cts/ml xuống khoảng 200,000 và nồng độ các hạt 10 nm giảm từ khoảng 1,000,000 cts/ml xuống khoảng 300,000 cts/ml. Các kết quả là không trực quan vì sự rung động thường có chức năng là làm bong các hạt từ các thành phần của hệ thống lọc, bao gồm màng lọc và vỏ, ống dẫn, và các thành phần khác được để lộ ra với nước siêu tinh khiết. Mặc dù không được thể hiện rõ ràng, việc kiểm tra được biểu thị là sự rung động không được cải thiện đáng kể sự giữ lại các hạt có kích thước lớn hơn 50 nm. Do đó việc áp dụng nguồn rung đến bộ lọc có thể hữu ích trong các ứng dụng mà ở đó cần tăng cường việc loại bỏ các hạt có kích thước là 20 nm và nhỏ hơn.

Fig.9 là đồ thị thể hiện dữ liệu rung động theo thời gian thu được từ gia tốc kế được đặt ở trên bộ lọc khi rung động được áp dụng. Dữ liệu rung động bao gồm dữ liệu các hướng x, y, và z từ gia tốc kế. Fig.10 là đồ thị thể hiện dữ liệu rung động từ các bộ lọc khác nhau, với cùng nguồn rung được áp dụng theo cách tương tự như được mô tả ở trên. Bộ lọc được sử dụng để thu được dữ liệu này là từ VANOX® System Hot Water Conditioning (HWC) Cart có sẵn trên thị trường do Evoqua Water Technologies bán ra và bao gồm màng siêu lọc. Phía bên trái của đồ thị được thể hiện trên Fig.10 là dữ liệu rung động trong khoảng thời gian mà ở đó sự rung động được áp dụng, và phía bên phải của đồ thị biểu thị khoảng thời gian không có sự rung động được áp dụng.

Ví dụ 4 – Hiệu quả giữ lại dòng không đổi

Như trong sự so sánh với dữ liệu bộ lọc dạng ống được thể hiện trên Fig.1, mô-đun siêu lọc mà được bao gồm màng 6000 MWCO được kiểm tra độ giữ hạt. Thiết bị siêu lọc được hoạt động dưới dòng không đổi, và các kết quả được trình bày trên Fig.11. Dữ liệu được trình bày trên đồ thị của Fig.11 thể hiện là dưới dòng không đổi, màng siêu lọc hiệu quả trong việc loại bỏ các hạt có đường kính lớn hơn 15 nm, và khả năng loại bỏ ở giữa khoảng 85-95% các hạt có kích cỡ 10 nm.

Một số khía cạnh vừa mới được mô tả là của ít nhất là một ví dụ, nên hiểu là các biến đổi, các biến thể, và các cải tiến khác nhau sẽ chọt nảy ra đối với những

người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật. Chẳng hạn, các ví dụ được bộc lộ ở đây cũng có thể được sử dụng trong bối cảnh khác. Các biến đổi, biến thể, và các cải tiến được hiểu là một phần của sáng chế này, và được hiểu là nằm trong phạm vi của các ví dụ được nêu ở đây. Theo đó, phần mô tả trên và các hình vẽ chỉ có tính chất ví dụ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống khử sạch nước bao gồm:

đầu kết nối với nguồn nước siêu tinh khiết bao gồm các hạt có đường kính nhỏ hơn 30 nm;

mô-đun siêu lọc có cửa vào và cửa thoát dịch thấm;

nguồn rung được ghép hoạt động với mô-đun siêu lọc, nguồn rung, khi sử dụng, làm tăng hiệu quả của màng mô-đun siêu lọc để giữ lại các hạt có đường kính nhỏ hơn 30 nm từ nước siêu tinh khiết đang được lọc bằng cách áp dụng sự rung động đến mô-đun siêu lọc trong quá trình lọc nước siêu tinh khiết;

đường ống tuần hoàn nối cửa thoát dịch thấm với cửa vào và tạo ra vòng tuần hoàn;

bơm tuần hoàn được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn phía trước cửa vào của mô-đun siêu lọc và được ghép nối thông vào nguồn nước siêu tinh khiết;

van điều áp được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn và được ghép nối thông trực tiếp vào nguồn cấp nước theo nhu cầu, van điều áp được tạo kết cấu để duy trì áp suất không đổi của dịch thấm ở trị số được xác định trước và duy trì dòng không đổi qua mô-đun siêu lọc, van điều áp được điều khiển dựa trên ít nhất một tín hiệu áp suất chỉ thị áp suất của dịch thấm trong đường ống tuần hoàn;

bộ cảm biến áp suất được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn phía trước van điều áp và được tạo kết cấu để tạo tín hiệu áp suất chỉ thị áp suất của dịch thấm; và

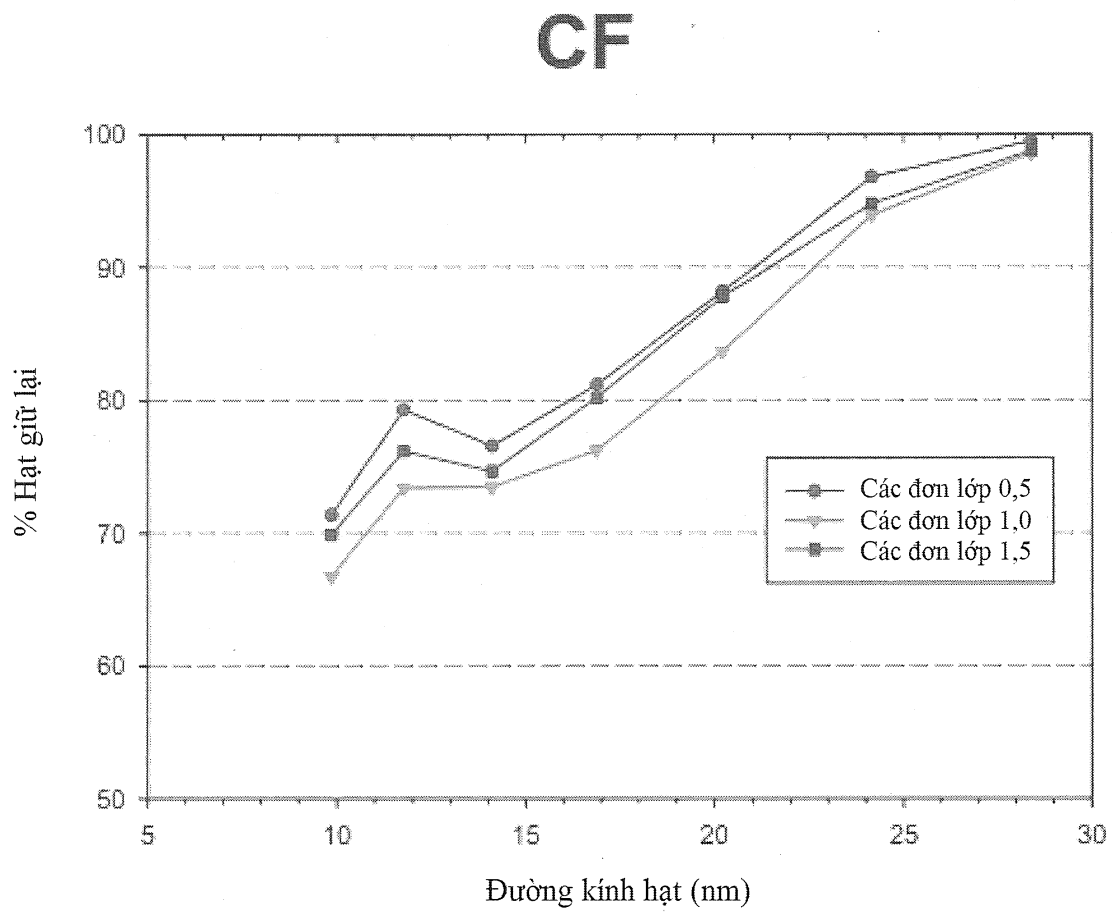
bộ điều khiển được ghép hoạt động với cảm biến áp suất và được tạo kết cấu để kiểm soát hoạt động của van điều áp dựa trên tín hiệu áp suất.

2. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 1, còn bao gồm:

đường ống bổ sung nước siêu tinh khiết được ghép nối thông với nguồn nước siêu tinh khiết và đường ống tuần hoàn; và

điểm trộn lẫn nơi đường ống bổ sung nước siêu tinh khiết nối thông vào đường ống tuần hoàn sao cho van điều áp được đặt ở giữa điểm trộn lẫn và bộ cảm biến áp suất, và bộ điều khiển được tạo kết cấu để vận hành van điều áp sao cho áp suất của dịch thấm được duy trì ở trị số áp suất được xác định trước.

3. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 2, trong đó bơm tuần hoàn được đặt phía sau điểm trộn lẫn sao cho chất lưu bao gồm nước siêu tinh khiết và dịch thấm được dẫn đến bơm tuần hoàn ở trị số áp suất được xác định trước.
4. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 3, trong đó bơm tuần hoàn được tạo kết cấu để vận hành ở tốc độ không đổi được xác định trước.
5. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 3, trong đó mô-đun siêu lọc còn bao gồm cửa thoát nước thải để dẫn thoát dòng không qua màng từ mô-đun siêu lọc và đường ống thải được ghép nối thông với cửa thoát nước thải.
6. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 1, trong đó còn bao gồm bể chứa được bố trí dọc theo đường ống tuần hoàn.
7. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 1, trong đó nguồn rung tạo ra sự rung trong phạm vi tần số khoảng 20 Hz đến khoảng 1000 Hz.
8. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển còn có thể điều chỉnh tốc độ của bơm tuần hoàn dựa trên tín hiệu nhiệt độ chỉ thị nhiệt độ của dịch thấm.
9. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển còn có thể điều chỉnh van điều áp dựa trên tín hiệu nhiệt độ chỉ thị nhiệt độ của dịch thấm.
10. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 1, trong đó còn bao gồm đường ống cấp được ghép nối thông với đường ống tuần hoàn và nguồn cấp nước theo nhu cầu, đường ống cấp được đặt ở phía sau cửa thoát dịch thấm.
11. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 10, trong đó van điều áp được đặt ở phía sau đường ống cấp.
12. Hệ thống khử sạch nước theo điểm 10, trong đó nguồn cấp nước theo nhu cầu bao gồm công cụ sản xuất dụng cụ bán dẫn.

**Fig.1**

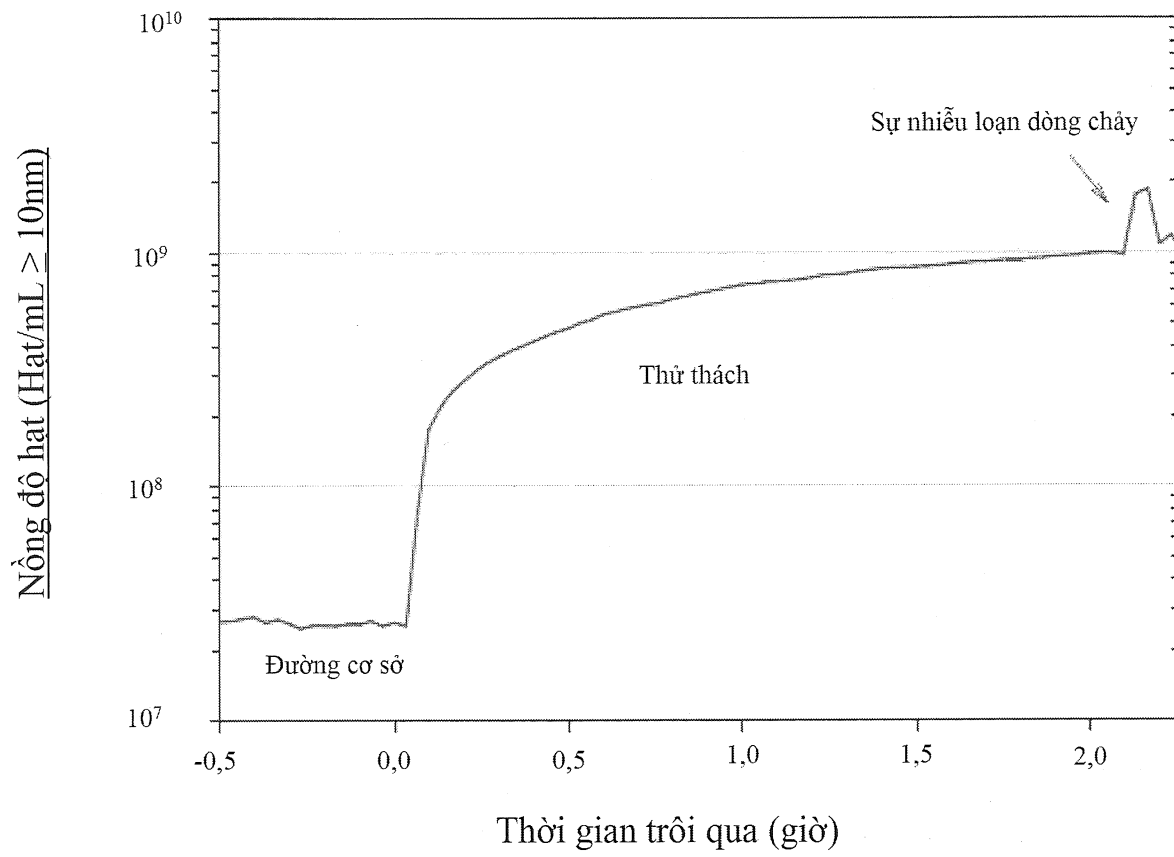
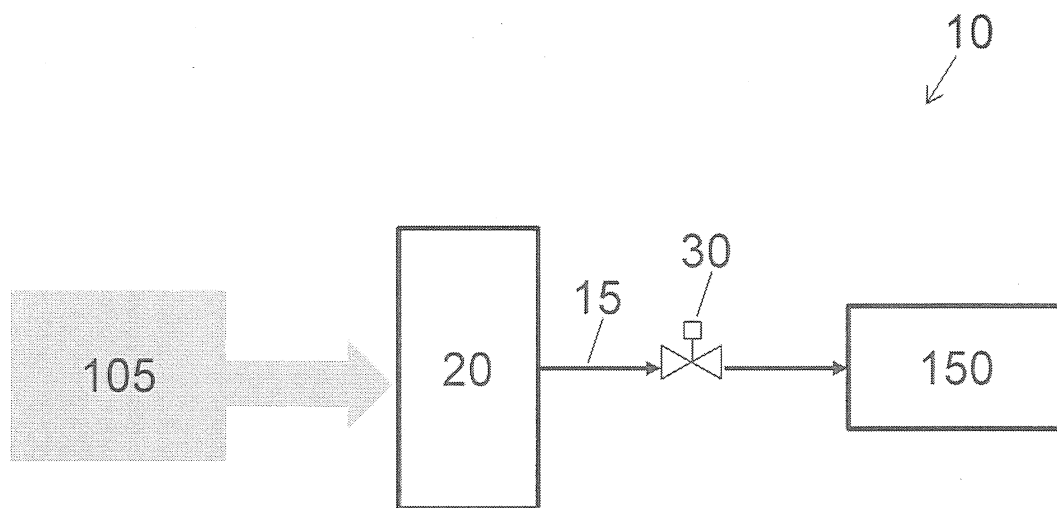
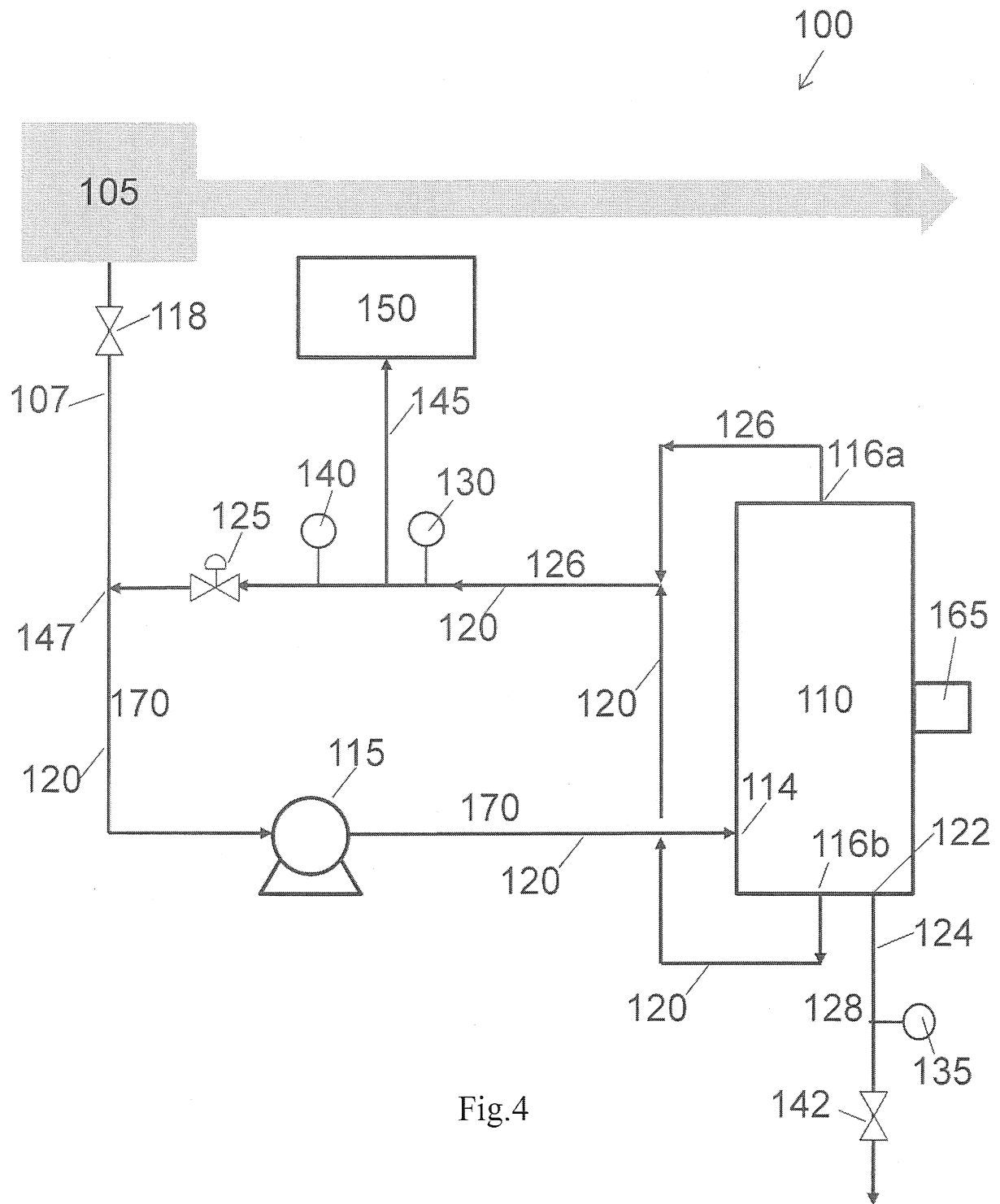


Fig.2



(Hệ thống đang sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật)
Fig.3



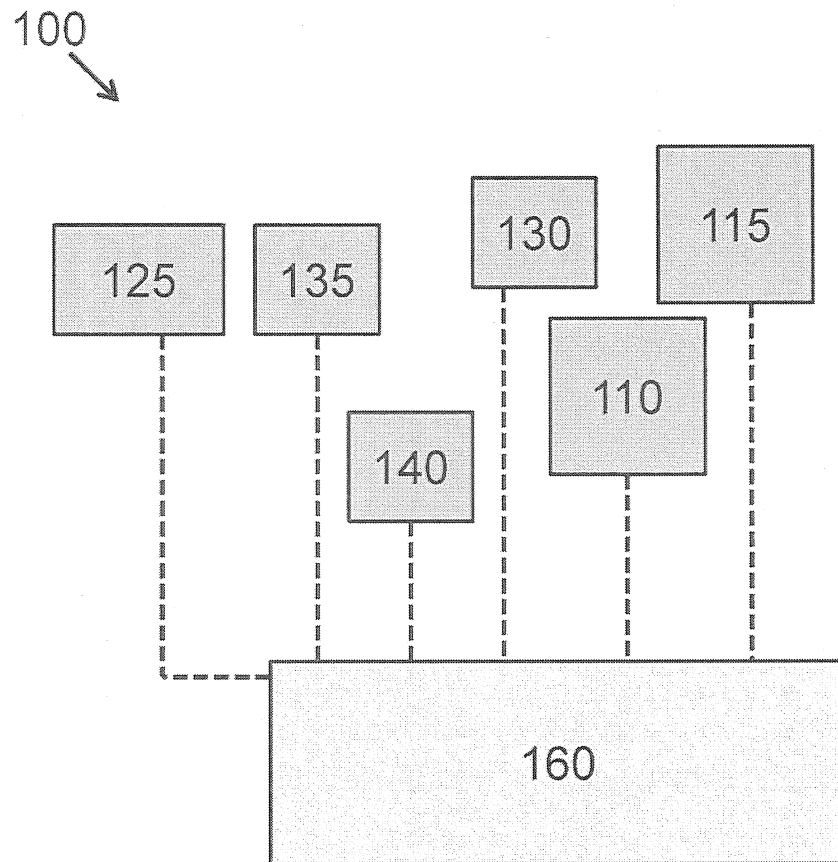
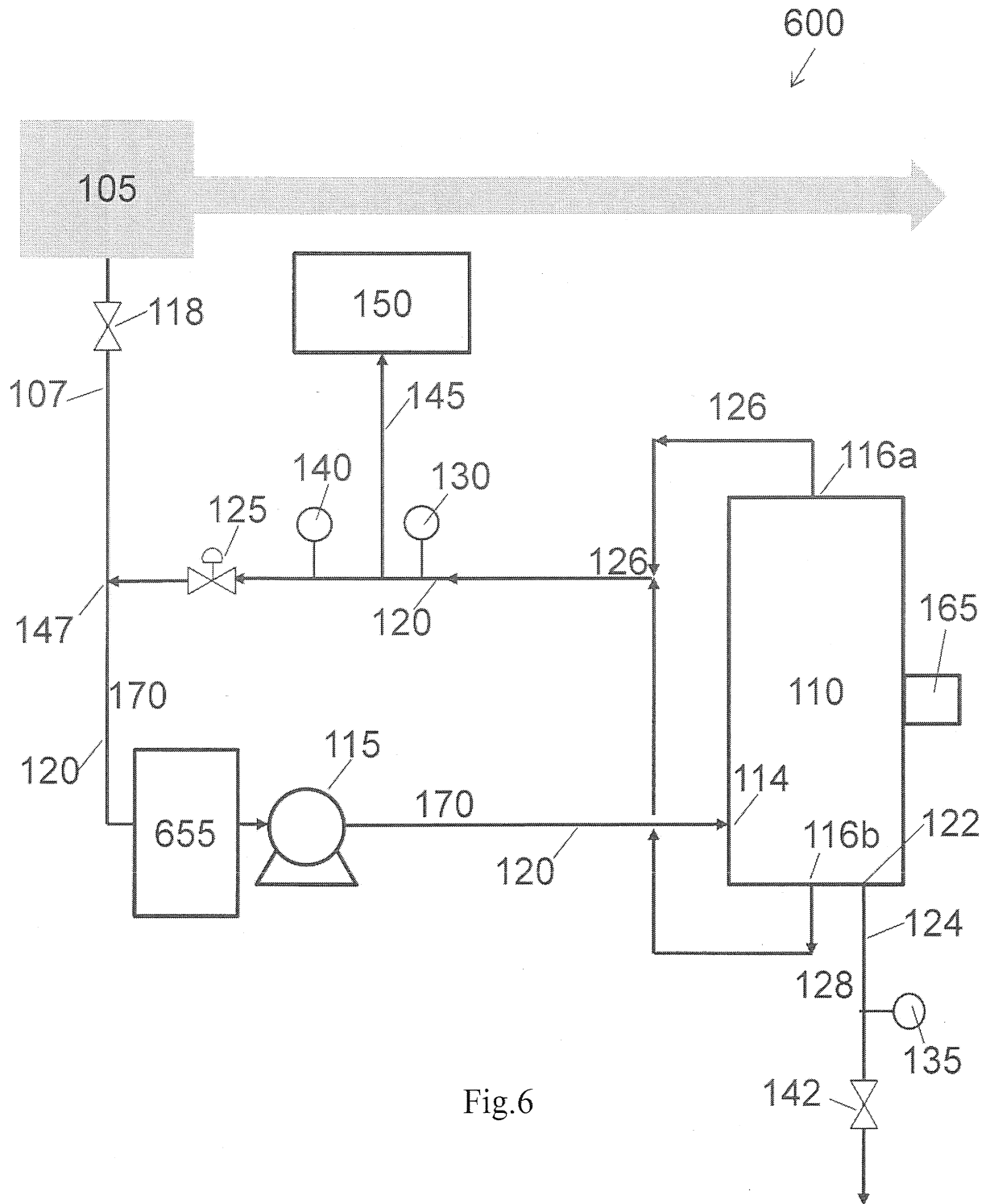


Fig.5



Nhiệt độ cân bằng của POU-F dưới các tốc độ dòng dẫn khác nhau

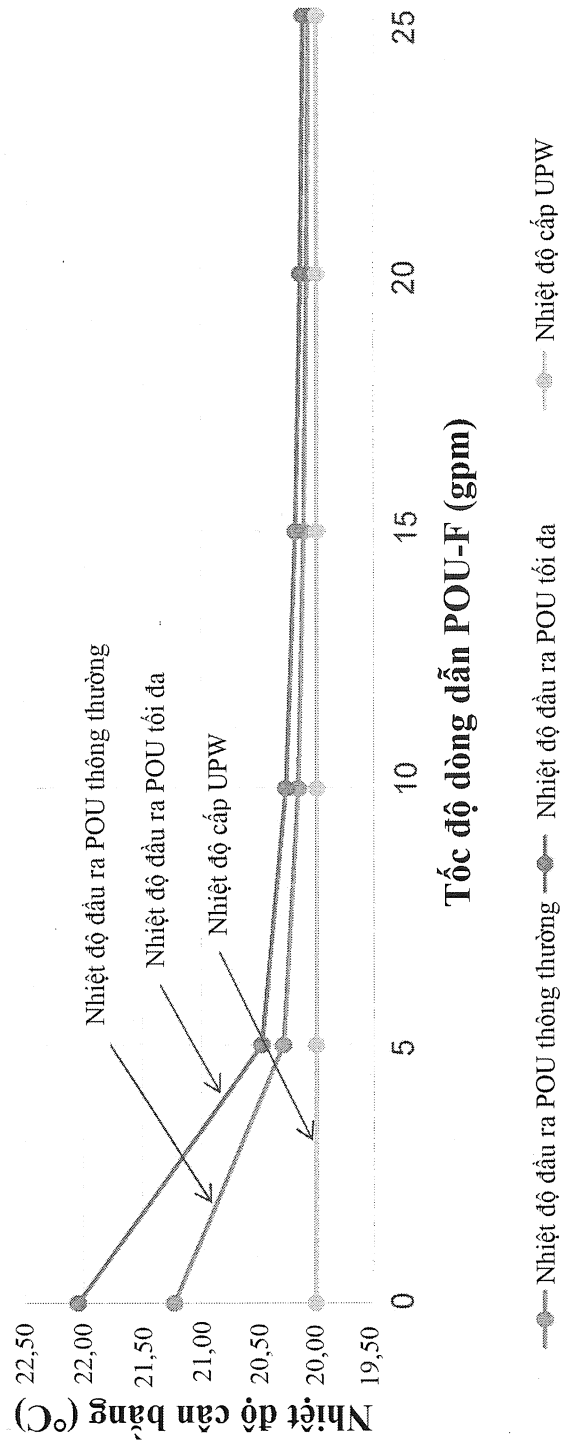


Fig.7

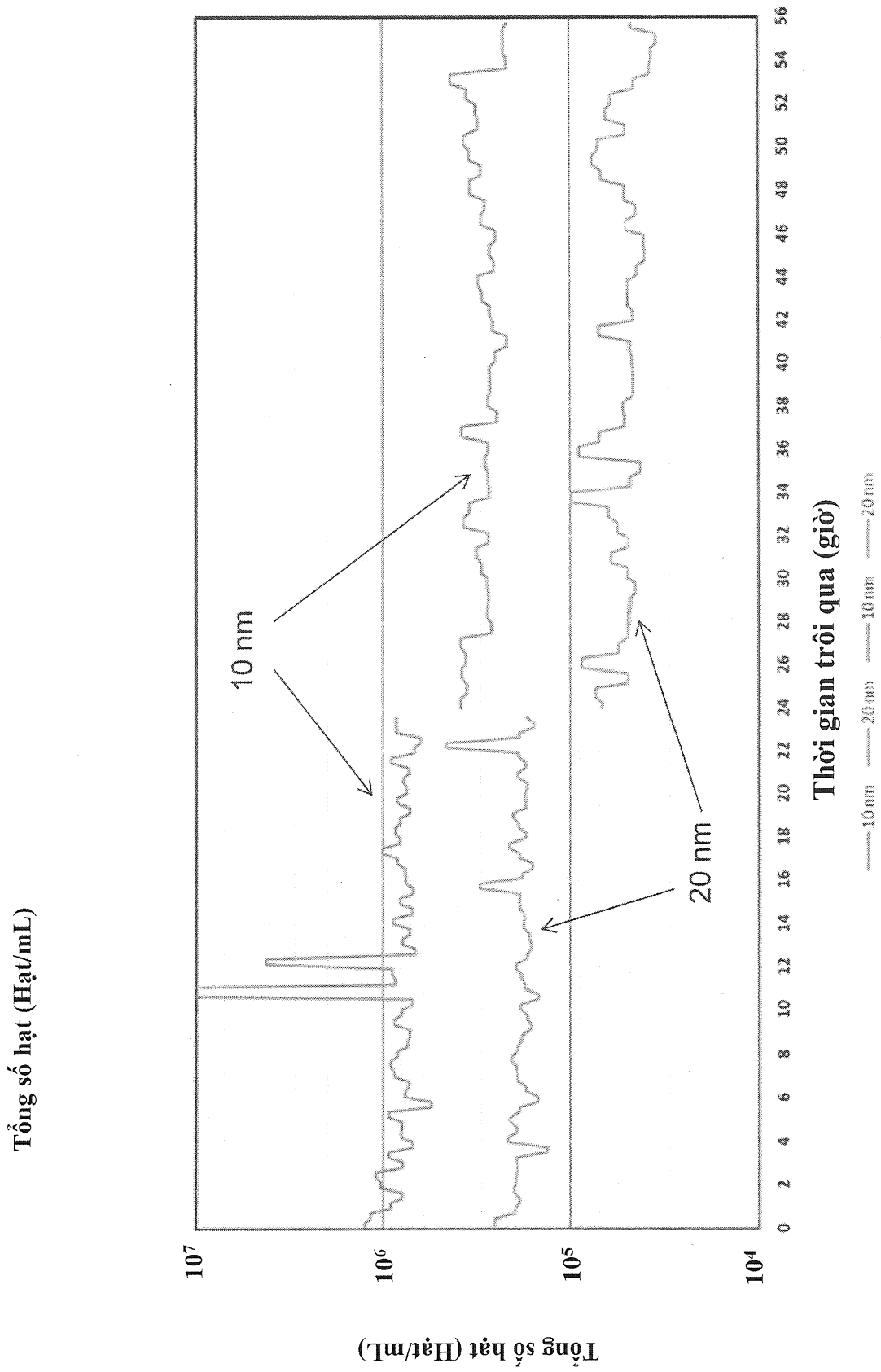


Fig.8

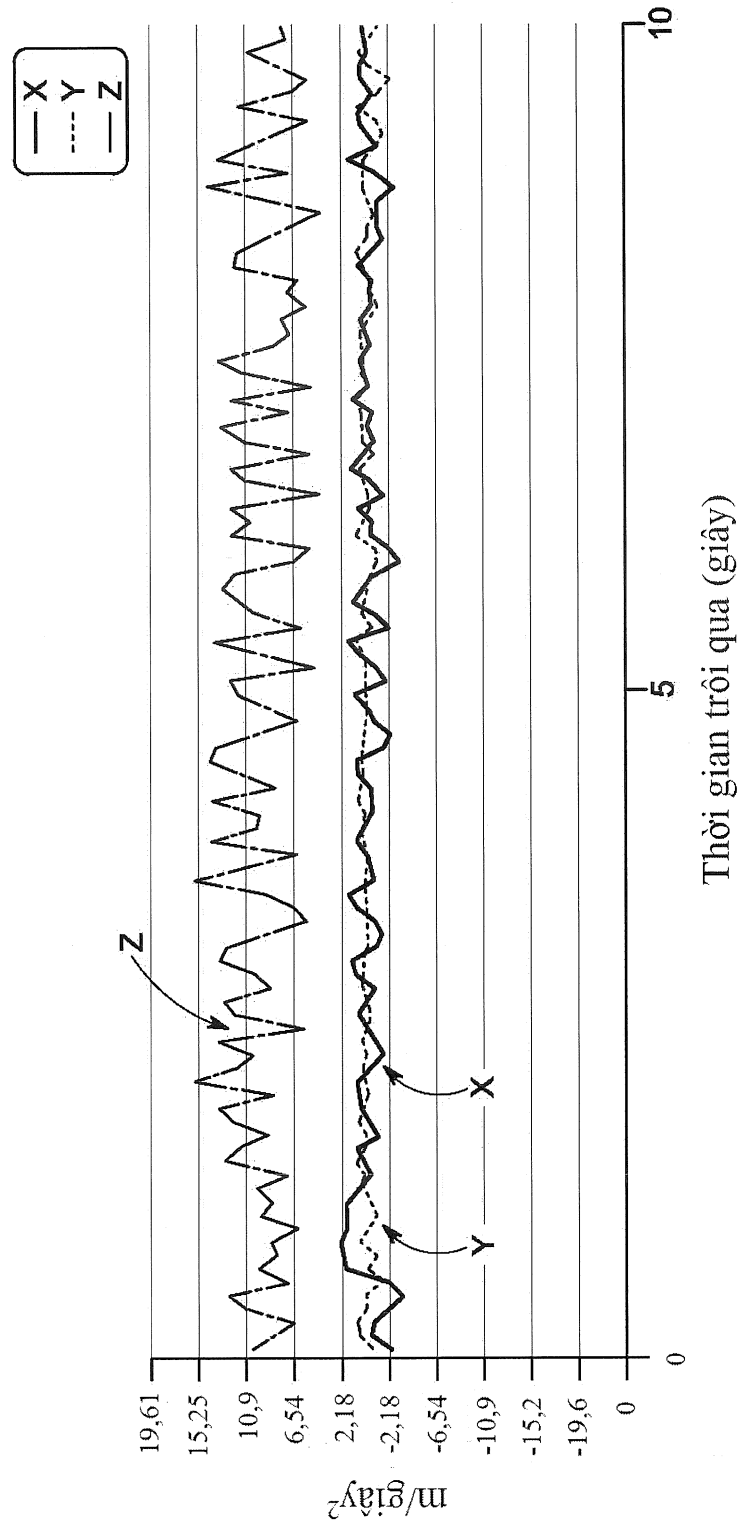
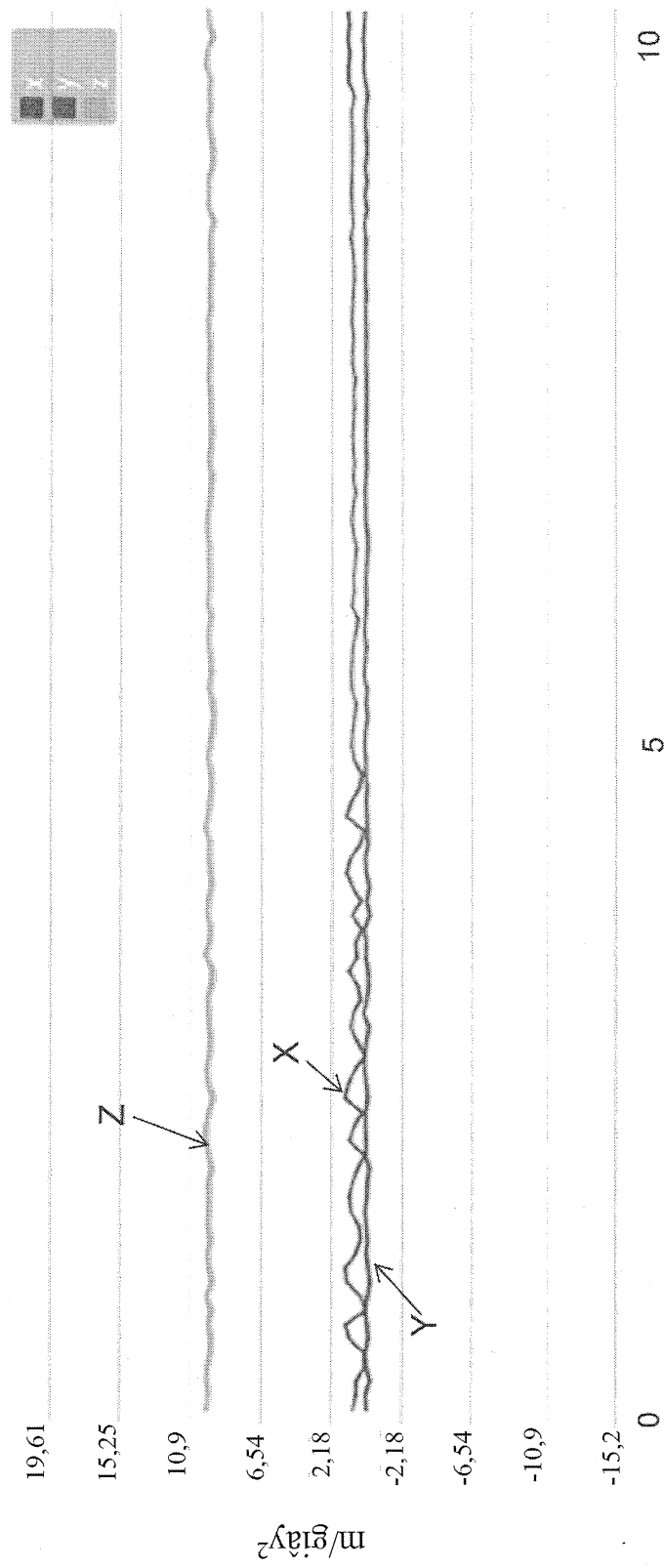
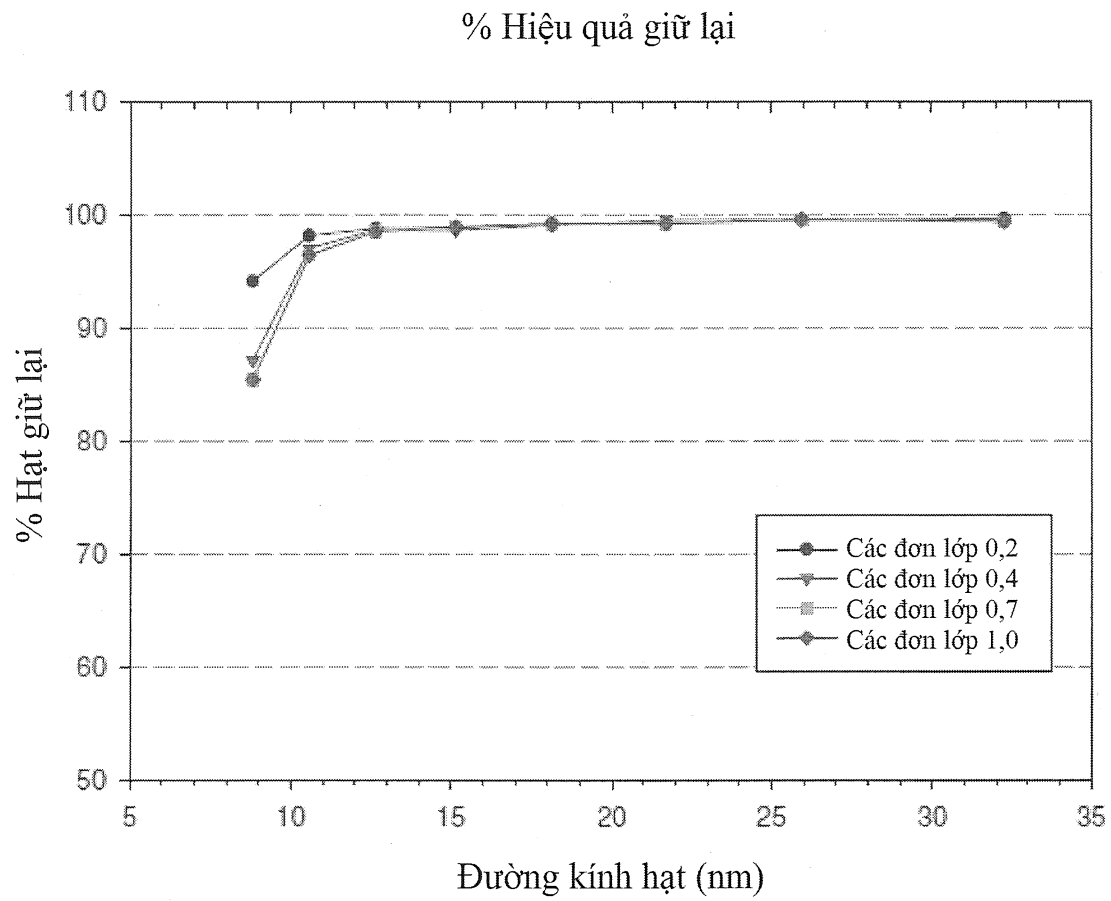


Fig.9



Thời gian trôi qua (giây)

Fig.10

**Fig.11**