

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036084**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.24

(21) Номер заявки
201891257

(22) Дата подачи заявки
2016.07.13

(51) Int. Cl. **B01D 61/02** (2006.01)
B01D 61/08 (2006.01)
B01D 61/12 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01)

**(54) УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ СПОСОБ ОБРАТНОГО ОСМОСА ИЛИ
НАНОФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

(31) 1512979.4

(32) 2015.07.23

(33) GB

(43) 2018.12.28

(86) PCT/IB2016/054172

(87) WO 2017/013536 2017.01.26

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АЙ.ДИ.И. ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛТД. (IL)

(72) Изобретатель:
**Драк Алекс, Ефрат Томер, Закен Рои
(IL)**

(74) Представитель:
Маркин Д.Н. (RU)

(56) US-A-4814086
WO-A2-03013704
WO-A1-2007096679
US-A-3776842
US-A-6113797
WO-A1-2013146391

(57) Система очистки питательной воды различной степени чистоты, содержащая впускной патрубок для селективной подачи питательной воды в одну или другую по меньшей мере из двух загрузочных камер (2, 4), причем каждая загрузочная камера имеет подающую трубу (2i, 4i) для подачи питательной воды на обратный осмос или нанофильтрацию (8); насос (6), подающий питательную воду из одной из камер (2, 4) через соединенную с ней подающую трубу (2i, 4i) на обратный осмос или нанофильтрацию (8), для создания потока концентрата и потока очищенной воды; возвратные трубы (2R, 4R) для селективного возврата потока концентрата в одну или другую по меньшей мере из двух загрузочных камер (2, 4); выпускной патрубок очищенной воды для выпуска очищенной воды и механизм переключения подачи потока концентрата между выбираемыми возвратными трубами (2R, 4R) при обнаружении предварительно определенного снижения эффективности процесса обратного осмоса или нанофильтрации внутри одной или другой из загрузочных камер (2, 4). Давление потока концентрата снижается до атмосферного давления перед его подачей обратно в камеру, а питательный поток проходит через устройство (20) уменьшения концентрации.

036084 B1

036084 B1

Данное изобретение относится к усовершенствованному способу и системе очистки или деминерализации питательной воды путем обратного осмоса или нанофильтрации в открытом контуре.

Область техники

Деминерализация путем обратного осмоса (ОО) происходит, когда водный раствор соли сжимают на полупроницаемых мембранах с давлением выше его осмотического давления. Пример этого процесса представляет собой "деминерализации пробкового потока", включающий пропускание питательного потока под давлением через рабочую камеру, имеющую полупроницаемую мембрану. Затем подача разделяется на поток деминерализованного фильтрата без давления и выходящий поток рассола под давлением. Как правило, выходящий поток рассола представляет собой отходы.

Нанофильтрация (НФ) также представляет собой способ на основе фильтрации с помощью полупроницаемых мембран, использующий сквозные цилиндрические поры нанометрового размера. Нанофильтрацию можно использовать для обработки воды всех типов, в том числе грунтовых, поверхностных и сточных вод. Мембраны для нанофильтрации имеют способность удаления значительной доли растворенных солей.

Скорость очистки, достигаемая в упомянутых ранее процессах, зависит от качества питательной воды и применяемого давления. Как правило, питательную воду подают в систему для создания потока сточного рассола и потока очищенной воды.

Цель данного изобретения заключается в создании усовершенствованного способа очистки или деминерализации питательной воды путем обратного осмоса или нанофильтрации в открытом контуре, способного обрабатывать питательную воду различного качества и работать с различными скоростями очистки.

Дополнительная цель данного изобретения заключается в создании усовершенствованной системы очистки или деминерализации питательной воды путем обратного осмоса или нанофильтрации в открытом контуре, способной обрабатывать питательную воду различного качества и работать с различными скоростями очистки.

Сущность изобретения

Соответственно, первый аспект данного изобретения предлагает способ очистки питательной воды (ПВ) различной степени чистоты, включающий следующие этапы:

- (a) подают питательную воду в одну по меньшей мере из двух загрузочных камер;
- (b) прокачивают питательную воду из одной из загрузочных камер через мембрану для обратного осмоса (ОО) или нанофильтрации (НФ), получая поток концентрата и поток очищенной воды (ОВ);
- (c) понижают давление потока концентрата;
- (d) возвращают поток концентрата в исходную загрузочную камеру для подачи обратно через обратный осмос или нанофильтрацию;
- (e) переключают возвратную подачу потока концентрата по меньшей мере в одну другую загрузочную камеру после регистрации предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ внутри исходной загрузочной камеры;
- (f) удаляют поток концентрата (КР) из исходной загрузочной камеры и подают свежую питательную воду в эту камеру во время непрерывной циркуляции питательной воды из указанной по меньшей мере одной другой загрузочной камеры через обратный осмос или нанофильтрацию обратно в указанную по меньшей мере одну другую загрузочную камеру;
- (g) пропускают питательный поток через устройство уменьшения концентрации до или после его прохождения через обратный осмос или нанофильтрацию.

Предпочтительно способ включает переключение подачи потока концентрата из указанной по меньшей мере одной другой загрузочной камеры на исходную загрузочную камеру после регистрации предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ внутри указанной по меньшей мере одной другой загрузочной камеры, удаление потока концентрата из указанной по меньшей мере одной другой загрузочной камеры и подачу свежей питательной воды в эту камеру.

Это позволяет выполнять очистку загрузочной камеры во время удаления из нее потока концентрата, в то время как питательная вода продолжает подаваться в камеру обратного осмоса или нанофильтрации из другой загрузочной камеры.

Любое подходящее устройство уменьшения концентрации может быть использовано для удаления загрязнений, таких как растворенные соли и ограниченно растворимые соли, из питательного потока до или после его прохождения через обратный осмос или нанофильтрацию. Примеры включают реакторы с псевдооживленным слоем, умягчители, ионообменники и/или поглотители.

Уменьшение эффективности процесса ОО или НФ можно регистрировать множеством способов. Предпочтительно регистрация предварительно определенной максимальной концентрации солей в камере вызывает переключение возвратной подачи в указанную по меньшей мере одну другую загрузочную камеру. Более предпочтительно предварительно определенная максимальная концентрация солей соответствует максимальному осмотическому давлению, при котором может происходить обратный осмос или нанофильтрация.

Предпочтительно этап уменьшения давления потока концентрата перед его возвратной подачей в одну или другую из загрузочных камер включает уменьшение давления потока концентрата, по существу, до атмосферного давления. Этого можно достигнуть в открытом контуре, в котором питательный поток проходит обратно в камеру, открытую в атмосферу. В альтернативном или дополнительном варианте для уменьшения давления потока концентрата может быть использован уравниватель давления. Протохождение питательного потока через устройство уменьшения концентрации может происходить до или после уменьшения давления.

Указанный способ может также включать предварительную обработку питательной воды до ее подачи на обратный осмос или нанофильтрацию. Например, указанная предварительная обработка может включать фильтрование питательной воды до ее подачи на обратный осмос или нанофильтрацию. Кроме того, фильтрованная питательная вода может быть прокачана под высоким давлением сквозь мембрану.

Согласно второму аспекту данного изобретения предложена система очистки питательной воды различной степени чистоты, содержащая:

(a) впускной патрубок, селективно подающий питательную воду (ПВ) в одну или другую по меньшей мере из двух загрузочных камер, каждая из которых имеет подающую трубу, подающую питательную воду на обратный осмос или нанофильтрацию;

(b) насос, подающий питательную воду из одной из загрузочных камер через соединенную с ней подающую трубу на мембрану для обратного осмоса (ОО) или нанофильтрации (НФ), создающую поток концентрата и поток очищенной воды (ОВ);

(c) возвратные трубы, селективно возвращающие поток концентрата в одну или другую из указанных по меньшей мере двух загрузочных камер;

(d) выпускной патрубок очищенной воды, выводящий очищенную воду;

(e) механизм переключения подачи потока концентрата между выбираемыми возвратными трубами после регистрации предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ, например, путем регистрации максимальной концентрации солей, внутри одной или другой из загрузочных камер; и

(f) устройство уменьшения концентрации, предусмотренное по меньшей мере в одном питательном потоке между загрузочной камерой и обратным осмосом или нанофильтрацией или по меньшей мере в одной возвратной трубе между обратным осмосом или нанофильтрацией и загрузочной камерой.

Указанный механизм переключения предпочтительно адаптирован для обеспечения возможности подачи питательной воды из первой камеры через первую подающую трубу на мембрану обратного осмоса для возврата через свою возвратную трубу в первую камеру, пока не будет зарегистрировано предварительно определенное уменьшение эффективности в этой камере, после чего механизм переключения дает возможность подачи питательной воды из второй камеры через вторую подающую трубу на обратный осмос или нанофильтрацию с возвратом через свою возвратную трубу во вторую камеру, пока не будет зарегистрировано предварительно определенное уменьшение эффективности во второй камере.

Предпочтительно механизм переключения также активизирует удаление концентрата из загрузочной камеры после регистрации предварительно определенного уменьшения эффективности, например, на основании регистрации максимальной концентрации солей внутри этой камеры, и подачу свежей питательной воды на обратный осмос или нанофильтрацию из другой загрузочной камеры.

Кроме того, механизм переключения может активировать подачу свежей питательной воды в камеру после удаления из этой камеры потока концентрата.

Устройство уменьшения концентрации предусмотрено либо в питательных потоках между загрузочной камерой и обратным осмосом или нанофильтрацией, либо в возвратных трубах между обратным осмосом или нанофильтрацией и загрузочной камерой. Может быть предусмотрено устройство уменьшения концентрации любого подходящего типа.

Предпочтительно система согласно второму аспекту данного изобретения представляет собой систему с открытым контуром, в которой давление потока концентрата в возвратных трубах уменьшают, пропуская поток в камеры, открытые в атмосферу. В дополнительном или альтернативном варианте в пределах системы может быть предусмотрен уравниватель давления. Предпочтительно давление потока концентрата в возвратных трубах уменьшают, по существу, до атмосферного давления. Между уравнивателем давления и загрузочной камерой может быть предусмотрено устройство уменьшения концентрации.

Система может содержать устройство предварительной обработки, такое как фильтровальное устройство, для предварительной обработки питательной воды до ее подачи на обратный осмос или нанофильтрацию.

Краткое описание графических материалов

Варианты реализации данного изобретения описаны только в качестве примеров со ссылкой на приложенные графические материалы, на которых:

фиг. 1 представляет собой принципиальную схему системы очистки воды согласно одному варианту реализации данного изобретения;

фиг. 2 представляет собой принципиальную схему системы очистки воды согласно другому варианту реализации данного изобретения;

фиг. 3 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую этапы способа согласно предпочтительному варианту реализации данного изобретения.

Подробное описание изобретения

Данное изобретение предлагает усовершенствованный способ и систему обратного осмоса и/или нанофильтрации с возможностью обработки питательной воды различной степени чистоты для использования с различными скоростями очистки.

Обратимся к фиг. 1 приложенных графических материалов, иллюстрирующей один вариант реализации системы очистки питательной воды различной степени чистоты. Указанный вариант реализации иллюстрирует данное изобретение по отношению к способу и системе обратного осмоса, однако в качестве альтернативы мембраны обратного осмоса может быть использована мембрана нанофильтрации. Питательную воду или соленую воду (ПВ) вводят в первую загрузочную камеру 2, из которой она направляется через подающую трубу 2i в устройство 20 уменьшения концентрации (например, в форме умягчителя, ионообменника или поглотителя), а затем в устройство 50 предварительной обработки, такое как фильтровальное устройство. Затем насос 6 высокого давления создает давление предварительно обработанной питательной воды до ее прохождения через мембрану 8 обратного осмоса, из которой получают очищенную воду ОВ вместе с потоком концентрированного рассола КР. Обычно поток рассола отправляют в отходы.

В данном изобретении поток концентрированного рассола КР направляют обратно в первую загрузочную камеру через уравниватель 40 давления, в котором давление снова уменьшается, по существу, до атмосферного давления. Система также представляет собой открытый контур, в котором камеры открыты в атмосферу. Поток концентрированного рассола смешивают с дополнительной питательной водой в первой камере, а затем возвращают обратно через систему, получая больше очищенной воды ОВ и концентрированного рассола КР, возвращаемого обратно в камеру 2.

В системе предусмотрены средства мониторинга эффективности процесса обратного осмоса. В этом отношении следует понимать, что повторяемое возвращение потока рассола уменьшает эффективность процесса со временем, поскольку концентрация питательной воды увеличивается. Для решения этой проблемы в системе предусмотрена вторая загрузочная камера 4. Когда концентрация питательной воды в первой камере 2 достигает предварительно определенного уровня, подающую трубу 2i перекрывают и питательную воду вводят в систему из второй камеры 4 через подающую трубу 4i. Затем эту питательную воду пропускают через устройство 20 уменьшения концентрации и устройство 50 предварительной обработки, прокачивают через мембрану 8 обратного осмоса, получая концентрированный рассол и очищенную воду. Указанный концентрированный рассол возвращают обратно во вторую камеру 4 через уравниватель 40 давления и возвратную трубу 4R для повторного прохождения через систему с дополнительной питательной водой.

Пока питательную воду вводят из второй камеры, рассол высокой концентрации КР в первой камере удаляют через выпускной патрубок 2o. Камеру очищают и свежую питательную воду вводят в камеру 2.

Система продолжает мониторинг эффективности процесса обратного осмоса. Со временем питательная вода из второй камеры достигает предварительно определенной концентрации, предпочтительно под давлением, близким к максимальному осмотическому давлению, при котором может работать мембрана обратного осмоса, и в этой точке впускной патрубок 4i второй камеры закрывают, а питательную воду снова подают в систему из первой камеры 2 и возвращают обратно в первую камеру через уравниватель 40 давления и возвратную трубу 2R. Концентрированный рассол во второй камере удаляют через выпускной патрубок 4o и свежую воду подают во вторую камеру 4.

Таким образом, система способна работать с питательной водой различного качества и действовать с различными скоростями очистки.

Следует понимать, что могут быть предусмотрены более двух загрузочных камер, работающих последовательно, позволяя выполнять возвращение и очистку питательной воды. В системе также могут быть предусмотрены несколько камер, работающих в последовательных группах.

Устройство 20 уменьшения концентрации может начинать действовать, только когда возвращаемая питательная вода достигает предварительно определенной концентрации солей. В альтернативном варианте указанное устройство может работать постоянно. Указанное устройство может быть предусмотрено в другом месте системы, например после уравнивателя 40 давления в возвратной линии, как показано на фиг. 2 приложенных графических материалов.

Предпочтительно в системе предусмотрены соответствующие электронные средства управления, автоматически выполняющие переключение между подачей питательной воды из соответствующих камер после регистрации предварительно определенного уменьшения эффективности процесса в целом, например, в соответствии с конкретной концентрацией, регистрируемой внутри каждой загрузочной камеры.

Фиг. 3 приложенных графических материалов иллюстрирует основные этапы способа согласно данному изобретению, также описанного по отношению к процессу обратного осмоса, однако данное изобретение применимо также к нанофильтрации. Сначала питательную воду подают в первую камеру, из которой ее прокачивают сквозь мембрану ОО, получая чистую очищенную воду и концентрат. Давление концентрата, выходящего из мембраны ОО, уменьшают до атмосферного давления, при котором его можно возвращать обратно в открытую первую камеру для образования части питательной воды (см. "А" на фиг. 3). Этот цикл повторяют, пока концентрация питательной воды в этой камере не достигнет предварительно определенного уровня, при котором воду удаляют, камеру очищают и свежую воду вводят в первую камеру (см. "В").

Во время удаления воды из первой камеры питательную воду вводят в систему из второй камеры. Питательную воду снова прокачивают сквозь мембрану ОО и возвращают обратно во вторую камеру через уравниватель давления для образования части питательной воды (см. "С" на фиг. 3). Этот цикл повторяют, пока концентрация питательной воды в этой второй камере не достигнет предварительно определенного уровня. Затем воду удаляют, камеру очищают и свежую воду вводят во вторую камеру (см. "D"). Во время удаления воды питательную воду снова вводят из первой камеры и возвращают, как проиллюстрировано этапами А на фиг. 3, пока концентрация не достигнет предварительно определенного уровня, при котором питательную воду вводят из второй камеры и возвращают, как проиллюстрировано на этапах С.

В идеальном варианте способ дополнительно включает дополнительный этап удаления солей из питательной воды либо до, либо после ее пропускания сквозь мембрану ОО. Этого можно достигнуть с помощью любого подходящего устройства уменьшения концентрации, например, содержащего умягчитель, ионообменник или поглотитель.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки питательной воды различной степени чистоты, включающий следующие этапы:
 - (a) подают питательную воду (ПВ) в одну по меньшей мере из двух загрузочных камер (2);
 - (b) прокачивают питательную воду по меньшей мере из одной из двух загрузочных камер (2) сквозь мембрану (8) обратного осмоса (ОО) или нанофильтрации (НФ), получая поток концентрата и поток очищенной воды (ОВ);
 - (c) понижают давление потока концентрата, по существу, до атмосферного давления;
 - (d) возвращают поток концентрата в исходную загрузочную камеру (2) для непрерывной циркуляции потока через обратный осмос или нанофильтрацию (8);
 - (e) переключают возвратную подачу потока концентрата по меньшей мере в одну другую загрузочную камеру (4) после регистрации предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ внутри исходной загрузочной камеры (2); и
 - (f) удаляют концентрат (КР) из исходной загрузочной камеры (2) и подают свежую питательную воду в указанную камеру во время непрерывной циркуляции питательной воды по меньшей мере из одной другой загрузочной камеры (4) через обратный осмос или нанофильтрацию (8) обратно по меньшей мере в одну другую загрузочную камеру (4); и
 - (g) пропускают питательный поток через устройство уменьшения концентрации (20), выбранное из группы, состоящей из реактора с псевдооживленным слоем, ионообменника и поглотителя до или после его прохождения через обратный осмос или нанофильтрацию.
2. Способ по п.1, дополнительно включающий этапы переключения подачи потока концентрата по меньшей мере из одной другой загрузочной камеры (4) на исходную загрузочную камеру (2) после обнаружения предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ внутри по меньшей мере одной другой загрузочной камеры (4); удаления концентрата (КР) из указанной по меньшей мере одной другой загрузочной камеры и подачи свежей питательной воды (ПВ) в эту камеру.
3. Способ по п.1 или 2, дополнительно включающий этап очистки загрузочной камеры (2, 4) во время удаления из нее потока концентрата.
4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что предварительно определенное уменьшение эффективности процесса ОО или НФ обнаруживают по предварительно определенной максимальной концентрации солей, соответствующей максимальному осмотическому давлению, при котором может работать мембрана (8) обратного осмоса или нанофильтрации.
5. Способ по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий этап предварительной обработки питательной воды до ее подачи на обратный осмос или нанофильтрацию.
6. Способ по п.5, отличающийся тем, что указанная предварительная обработка включает фильтро-

вание питательной воды до ее подачи на обратный осмос или нанофильтрацию.

7. Способ по п.6, дополнительно включающий этап прокачивания фильтрованной питательной воды под давлением, превышающим атмосферное давление, сквозь мембрану обратного осмоса или нанофильтрации.

8. Система очистки питательной воды различной степени чистоты для осуществления способа по пп.1-7, содержащая:

(а) впускной патрубок, селективно подающий питательную воду (ПВ) в одну или другую по меньшей мере из двух загрузочных камер (2, 4), каждая из которых имеет подающую трубу (2i, 4i), подающую питательную воду на обратный осмос или нанофильтрацию (8);

(b) насос (6), подающий питательную воду из одной из загрузочных камер (2, 4) через соединенную с ней подающую трубу (2i, 4i) на мембрану (8) обратного осмоса (ОО) или нанофильтрации (НФ), для создания потока концентрата и потока очищенной воды (ОВ);

(с) возвратные трубы (2R, 4R), селективно возвращающие поток концентрата в одну или другую по меньшей мере из двух загрузочных камер (2, 4);

(d) выпускной патрубок очищенной воды, выводящий очищенную воду (ОВ);

(е) механизм переключения подачи потока концентрата между выбираемыми возвратными трубами (2R, 4R) при обнаружении предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ внутри одной или другой из загрузочных камер (2, 4);

(f) устройство уменьшения концентрации (20), выбранное из группы, состоящей из реактора с псевдооживленным слоем, ионообменника и поглотителя, расположенное по меньшей мере в одном питательном потоке между загрузочной камерой и обратным осмосом или нанофильтрацией или по меньшей мере в одной возвратной трубе между рассолом обратного осмоса или нанофильтрации и загрузочной камерой,

причем система дополнительно содержит устройство для снижения давления потока концентрата, по существу, до атмосферного давления, при этом указанное устройство выбирают из группы, состоящей из (i) системы с разомкнутым контуром, в которой для уменьшения давления потока концентрата в возвратных трубах используют направление указанного потока в камеры, сообщаемые с атмосферой, и (ii) теплообменника, работающего под давлением, в возвратных трубах.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что указанный механизм переключения выполнен с возможностью обеспечения подачи питательной воды из первой камеры (2) через первую подающую трубу (2i) на обратный осмос или нанофильтрацию с возвратом через свою возвратную трубу (2R) в первую камеру до тех пор, пока не будет обнаружено предварительно определенное уменьшение эффективности процесса ОО или НФ в этой камере, после чего механизм переключения активирует подачу питательной воды из второй камеры (4) через вторую подающую трубу (4i) на обратный осмос или нанофильтрацию с возвратом через свою возвратную трубу (4R) во вторую камеру до тех пор, пока не будет обнаружено предварительно определенное уменьшение эффективности во второй камере.

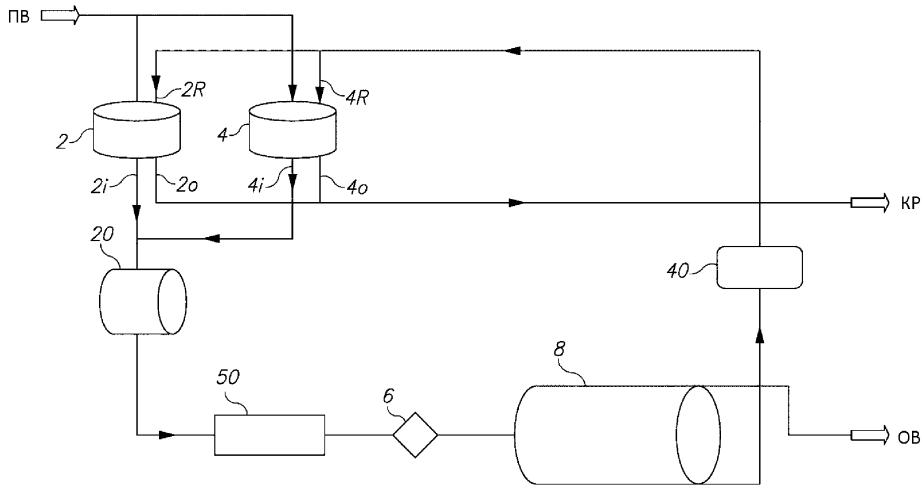
10. Система по п.8 или 9, отличающаяся тем, что механизм переключения также содержит устройство, выполненное с возможностью активирования удаления концентрата из загрузочной камеры при обнаружении предварительно определенного уменьшения эффективности процесса ОО или НФ внутри этой камеры и подачи свежей питательной воды на обратный осмос или нанофильтрацию из другой загрузочной камеры.

11. Система по п.10, отличающаяся тем, что механизм переключения содержит устройство, выполненное с возможностью активирования подачи свежей питательной воды в камеру после удаления из этой камеры потока концентрата.

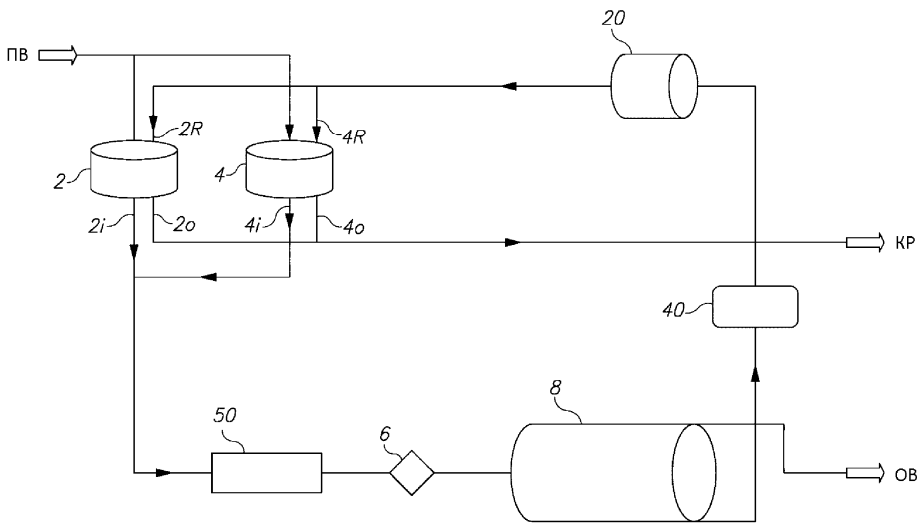
12. Система по любому из пп.8-11, отличающаяся тем, что устройство (20) уменьшения концентрации предусмотрено в обоих питательных потоках (2i, 4i) между загрузочной камерой (2, 4) и обратным осмосом или нанофильтрацией (8) и/или в возвратной трубе (2R, 4R) между обратным осмосом или нанофильтрацией и загрузочной камерой.

13. Система по любому из пп.8-12, дополнительно содержащая устройство (50) предварительной обработки, предварительно обрабатывающее питательную воду до ее подачи на обратный осмос или нанофильтрацию.

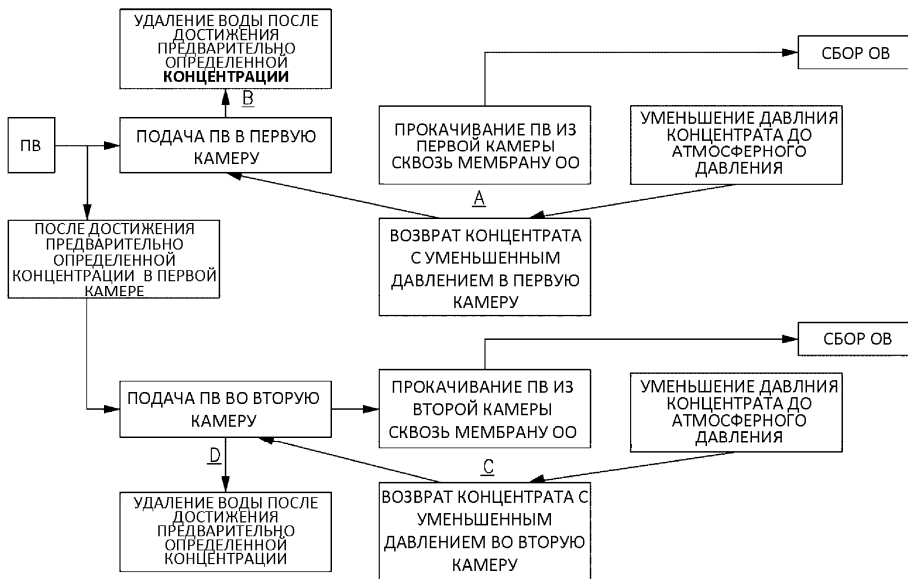
14. Система по п.13, отличающаяся тем, что устройство (50) предварительной обработки выполнено в виде фильтровального устройства.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

