

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041849**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.08

(21) Номер заявки
202191303

(22) Дата подачи заявки
2019.11.13

(51) Int. Cl. *E21B 43/20* (2006.01)
E21B 43/40 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЛАБОМИНЕРАЛИЗИРОВАННОЙ
НАГНЕТАЕМОЙ ВОДЫ**

(31) **1818601.5**

(32) **2018.11.14**

(33) **GB**

(43) **2021.09.23**

(86) **PCT/EP2019/081162**

(87) **WO 2020/099479 2020.05.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БП ЭКСПЛОРЕЙШН ОПЕРЕЙТИНГ
КОМПАНИ ЛИМИТЕД (GB)**

(72) Изобретатель:
**Крауч Джон Хенри, Уильямс Джон
Дейл (GB)**

(74) Представитель:
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,
Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) US-A1-2014048462
WO-A1-2018015223
US-A1-2017349455
US-A1-2013213892
US-A1-2015260028
WO-A1-2018076115

(57) В изобретении описана система деминерализации, включающая платформу деминерализации, первый передвижной блок, расположенный на первой опорной плите платформы деминерализации, содержащий по меньшей мере один первый фильтрующий модуль, выполненный с возможностью вырабатывания первого потока фильтрата, или первый модуль пермеата, выполненный с возможностью вырабатывания первого потока пермеата, первый соединительный трубопровод, соединенный с первым передвижным блоком, и первый держатель трубопровода, расположенный на первой опорной плите, причем первый соединительный трубопровод расположен на первом держателе трубопровода.

B1

041849

041849

B1

Ссылки на родственные заявки

Не применимо.

Заявление о НИР и ОКР с государственной поддержкой

Не применимо.

Область техники

Настоящее раскрытие в целом относится к управлению минерализацией слабоминерализованной нагнетаемой воды в ходе заводнения слабоминерализованной водой подземного продуктивного пласта, содержащего углеводороды. В качестве подмешиваемого потока для смешанного потока слабоминерализованной нагнетаемой воды может быть утилизировано изменяемое количество подтоварной воды (и/или подтоварной воды изменяемого качества). В настоящем раскрытии также рассматривается минимизация веса и/или снижение центра масс установки деминерализации (обессоливания) комплексной системы получения слабоминерализованной нагнетаемой воды с заданным ионным составом.

Уровень техники

Одна из проблем, связанных с заводнением слабоминерализованной водой, заключается в том, что вода, получаемая с помощью технологий деминерализации, может иметь степень минерализации ниже оптимальной для непрерывного нагнетания в нефтесодержащий пласт. Действительно, деминерализованная вода может ухудшать коллекторские свойства нефтесодержащей породы в пласте и замедлять извлечение нефти, например, вызывая разбухание глин в этом пласте. Следовательно, существует оптимальная степень минерализации закачиваемой воды, благоприятным образом обеспечивающая повышенную нефтеотдачу и соотношение ионов, снижающее риск ухудшения коллекторских свойств пласта, причем это оптимальное значение может изменяться от пласта к пласту. Как правило, при содержании в нефтесодержащем пласте большого количества разбухающих глин, ухудшения коллекторских свойств пласта при продолжающемся извлечении из него нефти можно избежать, если:

(1) нагнетаемая вода имеет общее содержание растворенных твердых веществ (ОСРТВ) в диапазоне от 200 до 10000 миллионных долей (ppm) и

(2) отношение концентрации многовалентных катионов в слабоминерализованной нагнетаемой воде к концентрации многовалентных катионов в реликтовой воде продуктивного пласта составляет менее 1, например менее 0,9.

Кроме того, при заводнении слабоминерализованной водой должно соблюдаться определенное условие в части сульфатов, состоящее в том, что содержание сульфатов в слабоминерализованной нагнетаемой воде обычно должно поддерживаться на уровне менее 100 мг/л (предпочтительно, менее 40 мг/л, и более предпочтительно, менее 25 мг/л) для снижения риска закисления пласта или осаждения в нем солей. Закисление пласта возникает из-за размножения сульфатовосстанавливающих бактерий, использующих сульфаты в своем метаболизме, с образованием сероводорода. Осаждение солей возникает из-за выпадения минерального осадка при смешивании нагнетаемой воды, содержащей фосфаты, с реликтовой водой, содержащей катионы-прекурсоры осаждения, например катионы бария.

Другие проблемы возникают на шельфе, при необходимости утилизации нарастающих количеств подтоварной воды при заводнении слабоминерализованной водой. Обычно запрещается сбрасывать подтоварную воду в водную среду (например, океан). Поэтому может оказаться необходимым и желательным утилизировать подтоварную воду (ПВ) путем смешивания ее со слабоминерализованной нагнетаемой водой. Более того, повторное закачивание смешанной ПВ также может снизить требования к производительности установки деминерализации, необходимой для поддержания давления в продуктивном пласте. Количество и качество ПВ, требующиеся для смешивания ее со слабоминерализованной нагнетаемой водой, могут изменяться в процессе заводнения слабоминерализованной водой.

Сущность изобретения

Вариант осуществления системы деминерализации содержит платформу деминерализации, первый передвижной блок, расположенный на первой опорной плите платформы деминерализации, содержащий по меньшей мере первый фильтрующий модуль (установку), выполненный с возможностью выработки первого потока фильтрата, или первый модуль пермеата, выполненный с возможностью выработки первого потока пермеата, первый соединительный трубопровод, соединенный с первым передвижным блоком, и первый держатель трубопровода, расположенный на первой опорной плите, причем первый соединительный трубопровод расположен на первом держателе трубопровода. В некоторых вариантах осуществления, первый передвижной блок содержит передвижной мембранный блок, первый модуль пермеата содержит мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО), и первый поток пермеата содержит поток ОО-пермеата. В некоторых вариантах осуществления, первый передвижной блок содержит передвижной блок ультрафильтрации (УФ), первый фильтрующий модуль содержит модуль УФ-фильтрации и первый фильтрационный поток содержит поток УФ-фильтрата. В некоторых вариантах осуществления, соединительный трубопровод выполнен с возможностью приема по меньшей мере первого потока фильтрата или первого потока пермеата от первого передвижного блока, и для подачи входящего питательного потока в первый передвижной блок. В некоторых вариантах осуществления, первый передвижной блок включает несущую конструкцию, содержащую верхнюю раму, расположенную сверху первого передвижного блока, и нижнюю раму, расположенную в основании первого передвижно-

го блока, впускной трубопровод, соединяющую впускную трубопроводную арматуру (называемую далее клапаном) и первый фильтрующий модуль, поддерживаемый несущей конструкцией и выполненный с возможностью выработки первого потока фильтрата из входного потока, подаваемого на впускной клапан, и отводящий трубопровод, соединяющий первый фильтрующий модуль с выпускным клапаном, причем впускной клапан и выпускной клапан каждый поддерживаются непосредственно нижней рамой несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления система деминерализации также включает впускной коллектор, проходящий вертикально между верхней рамой и нижней рамой несущей конструкции, несколько первых фильтрующих модулей, каждый из которых сообщается по потоку с впускным коллектором, причем впускной трубопровод соединяет впускной клапан и впускной коллектор, закрепленный непосредственно на нижней раме несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления соединительный трубопровод соединяет первый передвижной блок и второй передвижной блок, причем второй передвижной блок расположен на второй опорной плите платформы деминерализации и содержит первый мембранный сепарационный модуль, выполненный с возможностью выработки первого потока пермеата.

Вариант осуществления комплексной системы включает систему деминерализации, содержащую платформу деминерализации, первый передвижной блок, расположенный на первой опорной плите платформы деминерализации и содержащий первый фильтрующий модуль, выполненный с возможностью выработки первого потока фильтрата, второй передвижной блок, расположенный на платформе деминерализации и содержащий первый мембранный сепарационный модуль, выполненный с возможностью приема первого потока фильтрата от первого передвижного блока и выработки первого потока пермеата, первый соединительный трубопровод, соединяющий первый передвижной блок и второй передвижной блок, и первый держатель трубопроводов, расположенный на первой опорной плите, причем первый соединительный трубопровод расположен на первом держателе трубопроводов, нагнетательную систему для одной или более нагнетательных скважин, пробуренных в нефтеносный слой продуктивного пласта, смесительную систему и производственную систему для разделения текучих сред, добываемых из одной или более эксплуатационных скважин, пробуренных в нефтеносный слой продуктивного пласта, и доставки потока подтоварной воды (ПВ) в смесительную систему, в которой должен смешиваться первый поток пермеата с потоком ПВ для получения смешанного потока слабодеминерализованной воды для закачивания в продуктивный пласт. В некоторых вариантах осуществления, комплексная система также включает систему управления, выполненную с возможностью управления смешиванием первого потока пермеата с потоком ПВ. В некоторых вариантах осуществления, первый передвижной блок включает передвижной блок ультрафильтрации (УФ) и первый фильтрующий модуль включает модуль УФ-фильтрации, и первый поток фильтрата включает поток УФ-фильтрата. В некоторых вариантах осуществления, второй передвижной блок включает передвижной мембранный блок, и первый мембранный сепарационный модуль включает мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО), и первый поток пермеата включает поток ОО-пермеата. В некоторых вариантах осуществления второй передвижной блок включает несущую конструкцию, содержащую верхнюю раму, расположенную сверху первого передвижного блока, и нижнюю раму, расположенную в основании первого передвижного блока, впускной трубопровод, соединяющий впускной клапан и первый мембранный сепарационный модуль, поддерживаемый несущей конструкцией, причем первый мембранный сепарационный модуль выполнен с возможностью выработки первого потока пермеата из входного потока, подаваемого во впускной клапан, и систему трубопроводов пермеата, соединяющую первый мембранный сепарационный модуль и клапан пермеата, а впускной клапан и клапан пермеата каждый прикреплены непосредственно к нижней раме несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления впускной клапан и клапан пермеата оба расположены ближе к нижней раме, чем к верхней раме несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления второй передвижной блок также включает отводящий трубопровод, соединяющий первый мембранный сепарационный модуль и второй мембранный сепарационный модуль, закрепленные на несущей конструкции, причем отводящий трубопровод выполнен с возможностью передачи отводного потока из первого мембранного сепарационного модуля во второй мембранный сепарационный модуль.

Вариант осуществления передвижного блока для получения потока пермеата включает несущую конструкцию, содержащую верхнюю раму, расположенную сверху передвижного блока, нижнюю раму, расположенную в основании первого передвижного блока, и несколько вертикально проходящих элементов, соединяющих верхнюю раму и нижнюю раму, впускной трубопровод, соединяющий впускной клапан и первый мембранный сепарационный модуль, поддерживаемый несущей конструкцией, причем первый мембранный сепарационный модуль выполнен с возможностью выработки первого потока пермеата из входного потока, подаваемого во впускной клапан, и трубопровод пермеата, соединяющий первый мембранный сепарационный модуль и клапан пермеата, причем впускной клапан и клапан пермеата каждый прикреплены непосредственно к нижней раме несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления, первый мембранный сепарационный модуль включает мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО). В некоторых вариантах осуществления передвижной блок также включает впускной коллектор, проходящий вертикально между верхней рамой и нижней рамой несущей конст-

рукции, несколько первых мембранных сепарационных модулей, каждый из которых сообщается по потоку с впускным коллектором, причем впускной трубопровод соединяет впускной клапан и впускной коллектор, который прикреплен непосредственно к нижней раме несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления несколько первых мембранных сепарационных модулей закреплены на нескольких опорных перекадинах, расположенных с интервалами между верхней рамой и нижней рамой опорной конструкции. В некоторых вариантах осуществления передвижной блок также включает выпускной коллектор, проходящий вертикально между верхней рамой и нижней рамой несущей конструкции и сообщаемый по потоку с несколькими первыми мембранными сепарационными модулями, отводящий трубопровод пермеата, соединяющий выпускной коллектор пермеата и несколько вторых мембранных сепарационных модулей, закрепленных на несущей конструкции, причем отводящий трубопровод выполнен с возможностью обеспечения прохождения отводного потока от нескольких первых мембранных сепарационных модулей к нескольким вторым мембранным сепарационным модулям. В некоторых вариантах осуществления впускной клапан и клапан пермеата каждый располагаются ближе к нижней раме, чем к верхней раме несущей конструкции.

Описанные здесь варианты осуществления содержат комбинацию признаков и характеристик, которые позволят преодолеть различные недостатки, присущие определенным существующим устройствам, системам и способам. Выше было приведено достаточно общее рассмотрение признаков и технических характеристик раскрытых вариантов осуществления, позволяющее лучше понять следующее далее подробное описание. Как описанные выше различные характеристики и признаки, так и приведенные ниже, будут очевидны специалистам в данной области, ознакомившимся с подробным описанием и прилагаемыми чертежами. Следует иметь в виду, что замысел и раскрытые конкретные варианты осуществления могут быть легко использованы в качестве основы для усовершенствования и разработки других конструкций для решения тех же задач, что и в раскрытых вариантах осуществления. Следует также понимать, что подобные эквивалентные конструкции не отступают от существа и области притязаний раскрытых здесь принципов.

Краткое описание чертежей

Для подробного описания раскрытых вариантов осуществления изобретения далее используются ссылки на прилагаемые чертежи, на которых

на фиг. 1 схематически изображен вариант осуществления комплексной системы получения слабо-минерализованной нагнетаемой воды в соответствии с раскрытыми здесь принципами изобретения;

на фиг. 2 представлена блок-схема варианта осуществления системы деминерализации, входящей в комплексную систему, показанную на фиг. 1;

на фиг. 3 представлена блок-схема варианта осуществления ступени тонкой фильтрации системы деминерализации, показанной на фиг. 2;

на фиг. 4 схематически показан вариант осуществления передвижного блока ультрафильтрации (УФ) ступени тонкой фильтрации, показанной на фиг. 3;

на фиг. 5-11 представлены перспективные виды передвижного блока УФ, показанного на фиг. 4;

на фиг. 12 представлен вид сечения варианта осуществления фильтрующего модуля УФ передвижного блока УФ, показанного на фиг. 4;

на фиг. 13 схематически показан вариант осуществления мембранного блока системы деминерализации, показанной на фиг. 2;

на фиг. 14 схематически показан вариант осуществления мембранного узла мембранного блока, показанного на фиг. 13; и

на фиг. 15-22 представлены перспективные виды мембранного узла, показанного на фиг. 14.

Подробное описание осуществления изобретения

Приведенное далее рассмотрение относится к различным частным вариантам осуществления. Однако специалисту в данной области должно быть понятно, что раскрытые здесь примеры имеют широкое применение и что рассмотрение любого варианта осуществления означает его представление в качестве частного примера и не предполагает, что область притязаний раскрытия, включая и формулу изобретения, сводится к этому варианту осуществления.

В приведенном ниже описании и формуле изобретения используются определенные термины, относящиеся к конкретным признакам или компонентам. Как должно быть понятно специалисту в данной области, разные лица могут по-разному называть одни и те же признаки или компоненты. В настоящем документе не делается различия между компонентами или признаками, по-разному называемыми, но имеющими одинаковую функцию. Чертежи на фигурах не обязательно выполнены с соблюдением масштаба. Некоторые признаки или компоненты могут быть показаны в увеличенном масштабе или с некоторой схематичностью, а некоторые детали обычных элементов могут быть не показаны в интересах ясности краткости представления.

В приведенном далее рассмотрении и в формуле изобретения, термины "включающий" и "содержащий" используются в неограничивающей форме, и поэтому должны пониматься как "включающий, но не сводящийся к ...". Кроме того, термин "соединять" или "соединяет" предполагает прямое или косвенное соединение. То есть, если первое устройство соединяется со вторым устройством, это соединение

может обеспечиваться через непосредственное соединение, или через косвенное соединение посредством других устройств, компонентов или соединений. Кроме того, в настоящем описании термины "осевой" и "по оси" в целом означают направление вдоль или параллельно центральной оси (например, центральной оси корпуса или отверстия), в то время как термины "радиальный" и "радиально" обычно означают направление, перпендикулярное центральной оси. Например, осевое расстояние означает расстояние, измеренное вдоль или параллельно центральной оси, а радиальное расстояние означает расстояние, измеренное перпендикулярно центральной оси. Любая ссылка на верх или низ в описании и формуле изобретения будет делаться для обеспечения ясности изложения, где "верх", "верхний", "вверх" или "вверх по потоку" означает направление к поверхности отверстия, а "низ", "нижний", "вниз" или "вниз по потоку" означает направление к выходному концу отверстия, вне зависимости от его ориентации.

Определения

В приведенном ниже описании используются следующие термины:

"Сильноминерализованная питательная вода" - питательная вода для установки деминерализации, которой обычно является морская вода (МВ), вода эстуария, вода водоносного горизонта или их смеси.

"Фильтрующий модуль ультрафильтрации (УФ)" - содержит сосуд высокого давления, вмещающий один или более УФ-элементов; предпочтительно от 1 до 8 мембранных элементов, и, в частности, от 1 до 3 мембранных УФ-элементов.

"Мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО)" - содержит сосуд высокого давления, также называемый корпусом, вмещающий один или более мембранных ОО-элементов; предпочтительно от 1 до 8 ОО-мембранных элементов, и, в частности, от 2 до 6 мембранных ОО-элементов.

"Фильтрующий модуль нанофильтрации (НФ)" - содержит сосуд высокого давления, вмещающий один или более НФ-элементов; предпочтительно от 1 до 8 мембранных элементов и, в частности, от 4 до 8 мембранных НФ-элементов.

"Ультрафильтрационная (УФ) ступень установки деминерализации" - группа фильтрующих модулей УФ-фильтрации, параллельно соединенных друг с другом. Аналогичным образом, "обратноосмотическая (ОО) ступень установки деминерализации" представляет собой группу параллельно соединенных друг с другом мембранных сепарационных модулей ОО, а "нанофильтрационная (НФ) ступень установки деминерализации" представляет собой группу фильтрующих модулей УФ-фильтрации, параллельно соединенных друг с другом.

"Мембранный блок" - содержит ступени мембранной сепарации ОО и НФ-фильтрации, соединенные друг с другом для обеспечения ступенчатого отделения концентрата и имеющие, как правило, общую систему клапанной арматуры (далее упоминается как "клапан") и трубопроводов. Мембранный блок из двух или более мембранных блоков может быть смонтированы на несущей конструкции.

"Подтоварная вода (ПВ)" - вода, отделенная от нефти и газа на промышленном оборудовании. Подтоварная вода может содержать реликтовую воду, вытесняющую воду водоносного горизонта из лежащего ниже горизонта или любую ранее закачанную водную текучую среду, например морскую воду (МВ).

"Реликтовая вода" - вода, присутствующая в поровом пространстве нефтеносного слоя продуктивного пласта.

"Качество подмешиваемого потока подтоварной воды (ПВ)" относится к общему содержанию растворенных твердых веществ и/или концентрации отдельных ионов или отдельных ионов по типам ионов и/или соотношению отдельных ионов или отдельных ионов по типам ионов в ПВ.

"ОСРТВ" - общее содержание растворенных твердых веществ в водном потоке, обычно выражающееся в мг/л.

Настоящее раскрытие относится к комплексной системе и способу получения смешанной слабоминерализованной нагнетаемой воды, содержащей изменяемые количества подтоварной воды, или подтоварную воду изменяемого качества, при поддержании состава смешанной слабоминерализованной нагнетаемой воды в заданном рабочем диапазоне для основного этапа заводнения слабоминерализованной водой, при котором соблюдается баланс между максимальной нефтеотдачей продуктивного пласта и минимальным риском ухудшения коллекторских свойств пласта, закисления пласта или осаждения солей.

На фиг. 1 представлен вариант осуществления комплексной системы 10 для получения слабоминерализованной нагнетаемой воды для продуктивного пласта, имеющего нефтеносный слой 2, пробуриваемый по меньшей мере одной нагнетательной скважиной 3 и по меньшей мере одной эксплуатационной скважиной 5. В варианте осуществления на фиг. 1 комплексная система 10 в основном включает производственную систему 12, нагнетательную систему 20 и систему 30 деминерализации. Производственная система 12 комплексной системы 10 в основном включает промышленное оборудование, или платформу 14, расположенную над уровнем 4 воды и закрепленную на несущей конструкции 16, проходящей между промышленной платформой 14 и морским дном 6. Промысловая платформа 14 сообщается по потоку с эксплуатационной скважиной 5 через выкидную линию (райзер) 18, проходящую между промышленной платформой 14 и эксплуатационной скважиной 5. Кроме того, промышленная платформа 14 производственной системы 12 включает линию 19 для потока подтоварной воды (ПВ), сообщаемую по потоку с нагнетательной системой 20. В процессе работы комплексной системы 10, добываемые из эксплуатационной скважины 5 текучие среды передаются на промышленную платформу 14 по выкидной линии 18.

Добываемые текучие среды разделяются на промысловой платформе на нефтяной поток, газовый поток и подмешиваемый ПВ поток. Подмешиваемый ПВ поток протекает к нагнетательной системе 20 по линии 19 для потока ПВ, для обработки в нагнетательной системе 10 перед закачиванием в нагнетательную скважину 3.

В этом варианте осуществления, нагнетательная система 20 в основном включает нагнетательное оборудование, или платформу 22, расположенную над уровнем 4 воды и закрепленную на несущей конструкции 23, проходящей между нагнетательной платформой 22 и морским дном 6. Хотя в этом варианте осуществления система 20 включает нагнетательную платформу 22, в других вариантах осуществления нагнетательная система 20 может быть установлена на плавающем основании, например судне или SPAR-платформе. Нагнетательная платформа 22 сообщается по потоку с нагнетательной скважиной 3 по нагнетательной линии или райзеру 24, проходящему между нагнетательной платформой 22 и нагнетательной скважиной 3. В этом варианте осуществления нагнетательная платформа 22 нагнетательной системы 20 включает смесительную систему, или манифольд 25, сообщающийся по потоку с линией 19 для потока ПВ и линией 31 для потока пермеата, проходящей между системой 30 деминерализации и нагнетательной платформой 22. Смесительный манифольд 25 нагнетательной платформы 22 выполнен с возможностью смешивания подмешиваемого потока ПВ, получаемого по линии 19 для потока ПВ, со подмешиваемым потоком пермеата, получаемым по линии 31 для потока пермеата, для формирования смешанного потока слабоминерализованной нагнетаемой воды. В некоторых вариантах осуществления, к смешанному потоку слабоминерализованной нагнетаемой воды может быть добавлен концентрат для регулирования ионного баланса потока слабоминерализованной нагнетаемой воды и, тем самым, сведения к минимуму риска ухудшения коллекторских свойств пласта из-за разбухания глин с низким уровнем минерализации. Нагнетательная платформа 22 также включает один или более нагнетательных насосов 26 высокого давления для закачивания потока слабоминерализованной нагнетаемой воды, сформированного в смесительном манифольде 25, в нагнетательную скважину 3 через нагнетательный райзер 24.

В этом варианте осуществления комплексная система 10 также включает систему 15 управления, выполненную с возможностью управления работой нагнетательной системы 20 и/или системой деминерализации, для управления, тем самым, составом потока слабоминерализованной нагнетаемой воды, закачиваемой в нагнетательную скважину 3 с нагнетательной платформы 22 нагнетательной системы 20. В систему 15 управления могут быть введены граничные значения для состава потока слабоминерализованной нагнетаемой воды, определяющие рабочий диапазон состава потока слабоминерализованной нагнетаемой воды. Рабочий диапазон может быть определен граничными значениями (верхним и нижним пределами) для одного или более параметров, выбранного из группы, состоящей из общего содержания растворимых твердых веществ (ОСРТВ) (минерализации), ионной силы, концентрации отдельных ионов (например, анионов сульфатов, анионов нитратов, катионов кальция или катионов магния), концентрации ионов по типам отдельных ионов (например, одновалентных катионов, одновалентных анионов, многовалентных анионов, многовалентных катионов, или двухвалентных катионов), отношений по типам отдельных ионов и отношений отдельных ионов (например, относительного показателя адсорбции натрия).

Относительный показатель адсорбции натрия (SAR - от англ. sodium adsorption ratio) используется для оценки состояния флокуляции или дисперсии глин в пластовой породе. Обычно катионы натрия способствуют дисперсии частиц глины, в то время как катионы кальция и магния вызывают их флокуляцию. Относительный показатель адсорбции натрия (SAR) вычисляется по формуле (1), в которой концентрация катионов натрия, кальция и магния в смешанной слабоминерализованной нагнетаемой воде выражается в миллиэквивалентах на литр:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{0.5[C_{Ca^{2+}}] + [Mg^{2+}]}} \quad (1)$$

Составами в пределах рабочего диапазона потока слабоминерализованной нагнетаемой воды являются расчетные составы, обеспечивающие повышенную нефтеотдачу (ПНО) из продуктивного пласта, при использовании которых устраняется или минимизируется риск ухудшения коллекторских свойств пласта. В тех случаях, когда возникает риск закисления продуктивного пласта или осаждения солей, среди составов в пределах рабочего диапазона, предпочтительно выбираются те, что по оценкам снижают закисление продуктивного пласта или подавляют осаждение солей. Специалистам известно, что не все продуктивные пласты подвержены риску закисления или осаждения солей. Так закисление может происходить, когда пласт заселен сульфатвосстанавливающими бактериями, получающими энергию окислением органических соединений при восстановлении сульфата до сероводорода. Осаждение солей может возникать, когда реликтовые воды, содержащие большое количество осаждающих катионов-прекурсоров, например, катионов бария или стронция, смешиваются с нагнетаемой водой с относительно высоким содержанием анионов сульфата, что приводит к осаждению нерастворимых солей сульфатов (минеральные отложения).

Разные граничные величины для каждого параметра могут быть введены в систему 15 управления,

определяя, тем самым, разные рабочие диапазоны для состава слабоминерализованной нагнетаемой воды, где разные рабочие диапазоны обеспечивают баланс разных уровней повышенной нефтеотдачи (ПНО) с разными уровнями риска ухудшения коллекторских свойств пласта месторождения, закисления пласта и осаждения солей. Для поддержания состава потока слабоминерализованной нагнетаемой воды в пределах установленного или заданного рабочего диапазона, количества потока пермеата, смешанные с подтоварной водой в смесительном манифольде 25, могут быть отрегулированы системой 15 управления в реальном времени в ответ на изменения (увеличения или уменьшения) количества или расхода ПВ, которое должно быть введено в поток слабоминерализованной нагнетаемой воды, или изменения качества (увеличения или уменьшения ОСРТВ, концентрации одного или более отдельных ионов, концентрации ионов по одному или более типам отдельных ионов, отношения отдельных ионов или отношения по типам отдельных ионов) ПВ. В некоторых вариантах осуществления система 15 управления выполнена с возможностью селективного добавления или введения ионов, специфичных для данного эксплуатационного участка, в виде концентрата в поток слабоминерализованной нагнетаемой воды, для балансирования ионного состава и для предотвращения или, по меньшей мере, снижения риска разбухания глин и ухудшения коллекторских свойств продуктивного пласта.

В настоящем варианте осуществления система 30 деминерализации комплексной системы 10 обычно включает оборудование для деминерализации или платформу 32, расположенную на уровне 4 воды и установленную на несущей конструкции 33, проходящей между платформой 32 деминерализации и морским дном 6. Платформа 32 деминерализации сообщается по потоку с водой 8 акватории (например, морем), находящейся между уровнем 4 воды и морским дном 6, через питательный, или впускной, трубопровод 34, проходящий между массивом воды 8 и платформой 32 деминерализации. В процессе работы комплексной системы 10 поток входной, или питательной, воды, содержащий высокоминерализованную питательную воду, подаваемую на платформу 32 деминерализации через питательный трубопровод 34, проходит обработку в оборудовании системы 30 деминерализации для формирования потока пермеата, подаваемого в нагнетательную систему 20 по линии 31 для потока пермеата.

Платформа 32 деминерализации имеет центр масс 33М, находящийся на расстоянии D_p по вертикали над морским дном 6. Несущая конструкция 33 системы 30 деминерализации соединена или скреплена с морским дном 6 на фундаменте 37. При таком размещении было бы желательно сделать минимальным расстояние D_p между центром масс 33М платформы 32 деминерализации и морским дном 6 для повышения устойчивости платформы 32 деминерализации и несущей конструкции 33 (например, для снижения нагрузок, вызывающих потерю устойчивости и/или изгибающих нагрузок при взаимодействиях между платформой 32 деминерализации и несущей конструкцией 33 и окружающей средой). Например, для платформы деминерализации с более высоким центром масс может потребоваться усиленная и более дорогая несущая конструкция для обеспечения достаточной устойчивости платформы деминерализации. Таким образом, при сведении к минимуму расстояния D_p между центром масс 33М платформы 32 деминерализации и морским дном 6, может быть достигнута необходимая устойчивость платформы 32 деминерализации при одновременном снижении затрат на изготовление, транспортировку и обслуживание несущей конструкции 33. По тем же причинам сведение к минимуму массы или веса платформы 32 деминерализации также может быть средством снижения расходов, связанных с изготовлением, транспортировкой и обслуживанием несущей конструкции 33 с одновременным обеспечением достаточной устойчивости и надежности опор для платформы 32 деминерализации.

На фиг. 2 схематически представлена система 30 деминерализации комплексной системы 10, показанной на фиг. 1. В варианте осуществления, показанном на фиг. 1 и 2, система 30 деминерализации комплексной системы 10 в основном включает один или более водоподъемных насосов 38 для питательной воды, узел 40 фильтров, узел 42 теплообменников, ступень 100 тонкой фильтрации, буферный резервуар 50, один или более насосов 52 высокого давления, передвижной блок 60 безразборной промывки (CIP - от англ. cleaning-in-place), мембранный блок 300, сливной резервуар 70 и дегазатор 80. Водоподъемные насосы 38 выполнены с возможностью подъема или накачивания потока питательной воды (например, морской воды) из массива воды 8 по питательному трубопроводу 34. Узел 40 фильтров сообщается по потоку с выходом 39 насосов 38 высокого давления и выполнен с возможностью фильтрации твердых частиц, увлекаемых потоком питательной воды, создаваемым насосами 38 высокого давления, с формированием, тем самым, потока 41 фильтрованной питательной воды на выходе насосов. В этом варианте осуществления узел 40 фильтров содержит один или более 80-микронных фильтров; в других вариантах осуществления устройство узла 40 фильтров может быть другим. Поток 41 фильтрованной питательной воды подается в узел 42 теплообменников, где поток 41 фильтрованной питательной воды подогревается перед его подачей в ступень 100 тонкой фильтрации в виде нагретого потока 44 фильтрованной питательной воды. В этом варианте осуществления узел 42 теплообменников содержит один или более пластинчатых теплообменников, приспособленных для подогревания потока фильтрованной питательной воды до температуры, равной по меньшей мере 20°C; однако в других вариантах осуществления конструкция и функциональные особенности узла 42 теплообменников могут быть другими. Благодаря нагреванию потока 41 фильтрованной питательной воды теплообменником 41 увеличивается выработка при том же давлении подачи потока 41 питательной воды, в результате чего снижается вес системы 30

деминерализации.

Как будет показано далее, ступень 100 тонкой фильтрации включает несколько блоков УФ, каждый из которых включает несколько модулей УФ-фильтрации, соединенных параллельно и закрепленных на общей несущей конструкции. В некоторых вариантах осуществления, ступень 100 тонкой фильтрации содержит передвижные блоки микрофильтрации (МФ), включающие несколько модулей МФ фильтрации. В других вариантах осуществления, ступень 100 тонкой фильтрации содержит комбинацию передвижных блоков МФ и передвижных блоков УФ, и/или несколько передвижных блоков тонкой фильтрации, каждый из которых включает несколько модулей УФ и МФ-фильтрации. Модули УФ-фильтрации ступени 100 тонкой фильтрации работают на "глухом конце" и обычно приспособлены для фильтрации твердых частиц, коллоидных частиц, микробов, вирусов и других загрязнителей из потока 44 фильтрованной питательной воды, подаваемого в ступень 100 тонкой фильтрации из узла 42 теплообменников. Таким образом, ступень 100 тонкой фильтрации выпускает поток 45 УФ-фильтрата, сформированного из подаваемого в нее подогретого потока 44 питательной воды. В некоторых вариантах осуществления, модули УФ-фильтрации ступени 100 тонкой фильтрации выполнены с возможностью отфильтровывания материалов с молекулярным весом примерно от 1000 до 150000 г/моль; однако в других вариантах осуществления, устройство модулей УФ-фильтрации ступени 100 тонкой фильтрации может измениться.

Поток 45 УФ-фильтрата, выпускаемый из ступени 100 тонкой фильтрации, подается в буферный резервуар 50. В некоторых вариантах осуществления, буферный резервуар 50 может иметь объем примерно от 20 до 40 кубометров; однако в других вариантах осуществления объем буферного резервуара 50 может измениться. В некоторых вариантах осуществления, объем буферного резервуара 50 от двух до четырех раз превышает объем, необходимый для обратной промывки модулей УФ-фильтрации одного передвижного блока УФ. Дополнительно, часть потока 45 УФ-фильтрата может периодически возвращаться в ступень 100 тонкой фильтрации в качестве потока 46 обратной промывки для обратной промывки или очистки модулей УФ-фильтрации ступени 100 тонкой фильтрации. В этом варианте осуществления, поток 45 УФ-фильтрата нагнетается из буферного резервуара 50 на вход мембранного блока 300 посредством одного или более насосов 52 высокого давления, установленных между буферным резервуаром 50 и мембранным блоком 300.

Как будет показано ниже, мембранный блок 300 включает несколько узлов ОО и несколько узлов НФ, причем каждый узел ОО включает несколько мембранных сепарационных модулей ОО, соединенных параллельно и установленных на общей несущей конструкции вместе с узлом НФ, включающим несколько фильтрующих модулей НФ, соединенных параллельно. Фильтрующие модули НФ мембранного блока 300 работают с поперечным потоком и обычно выполнены с возможностью отфильтровывания нанометровых частиц с молекулярным весом приблизительно от 100 до 1000 г/моль; однако в других вариантах осуществления конструкция фильтрующих модулей НФ мембранного блока 300 может быть изменена. Мембранные сепарационные модули ОО мембранного блока 300 работают с поперечным потоком и обычно предназначены для отфильтровывания ионных загрязнений, микроорганизмов, твердых частиц и других материалов, имеющих молекулярный вес от 300 до менее 100 г/моль; однако в других вариантах осуществления конструкция мембранных сепарационных модулей ОО мембранного блока 300 может быть другой.

Мембранный блок 300 системы 30 деминерализации выдает объединенный поток 47 пермеата, сформированный из подаваемого в него потока 45 УФ-фильтрата. Объединенный поток 47 пермеата выдается из мембранного блока 300 в дегазатор 80, а из дегазатора 80 - в нагнетательную систему 20 по линии 31 для потока пермеата, для смешивания с потоком ПВ, вырабатываемого производственной системой 12, в смесительном манифольде 25 нагнетательной системы 20. Объединенный поток отходов, или поток концентрата 49 направляется к сливному резервуару 70 для сброса (в море). В некоторых вариантах осуществления, сливным резервуаром 70 может быть кессон платформы 32 деминерализации системы 30 деминерализации. В некоторых вариантах осуществления поток 49 отходов мембранной (фильтрации) отводится через устройство рекуперации энергии для снижения энергопотребления.

Передвижной блок 60 безразборной промывки (CIP) приспособлен для очистки передвижных блоков УФ ступени 100 тонкой фильтрации и ступеней ОО и НФ мембранного блока 300. Передвижной блок 60 CIP сообщается по потоку со ступенью 100 тонкой очистки по трубам 62 CIP, в то время как передвижной блок 60 CIP сообщается по потоку с мембранным блоком 300 по трубам 64 CIP. В такой схеме, текучую среду можно пропускать между передвижным блоком 60 CIP и ступенью 100 тонкой очистки и мембранным блоком 300 для очистки ступени 100 и блока 300. В частности, передвижной блок 60 CIP включает резервуар и один или более насосов для циркуляции текучей среды.

На фиг. 3 схематически представлена ступень 100 тонкой фильтрации системы 30 деминерализации, изображенной на фиг. 1 и 2. В вариантах осуществления на фиг. 1-3, система 100 тонкой фильтрации включает несколько передвижных блоков 102 УФ, соединенных параллельно. Как будет дополнительно показано далее, в каждый передвижной блок 102 УФ поступает поток 44 подогретой питательной воды (что дает техническое преимущество подачи питания одновременно с обоих концов через боковые впускные отверстия и центральное отверстие, для оптимизации использования мембраны) и вырабатывается, или отводится поток 45 УФ-фильтрата. Кроме того, в каждый передвижной блок 102 УФ подается

входной поток 46А обратной промывки, содержащий часть потока 45 фильтрата. От каждого передвижного блока 102 УФ отводится выходной поток 46В обратной промывки (что обеспечивает техническое преимущество отбора потока обратной промывки последовательно от каждого из трех боковых отверстий), передаваемый к дренажу платформы 32 деминерализации. Входящий поток 62А СР протекает от передвижного блока 60 СР к каждому передвижному блоку 102 СР, в то время как возвратный поток 62В СР протекает от каждого передвижного блока 102 УФ к передвижному блоку 60 СР. Входящий поток 62А СР включает воду и химические препараты для химической очистки и промывки модулей УФ-фильтрации, размещенных в каждом передвижном блоке 102 УФ. В этом варианте осуществления, потоки 44, 45, 46А, 46В, 62А и 62В каждый пропускается или протекает по одному из нескольких соединительных трубопроводов 90, проходящих по первой опорной плите 35А, причем каждый из соединительных трубопроводов 90 располагается и закрепляется на держателях 92 труб, установленных на первой опорной плите 35А.

На фиг. 4-11 представлены виды варианта осуществления передвижного блока 102 УФ-ступени 100 тонкой фильтрации, показанных на фиг. 2 и 3, а на фиг. 12 показан вариант осуществления модуля 200 УФ-фильтрации. Как показано на фиг. 5, передвижной блок 102 УФ установлен на опорной плите 35А платформы 32 деминерализации и имеет первый конец 102А, противоположный ему второй конец 102В, пару расположенных друг против друга боковых сторон 104, верх, или верхний конец 106А, и основание, или нижний конец 106В. Подвижной блок 102 УФ в общем включает стойку (этажерку) 110 модулей 200 УФ-фильтрации (для ясности представления, модули 200 УФ фильтрации не показаны на фиг. 9-11), несколько вертикально выступающих впускных питательных коллекторов, или манифольдов 112, несколько вертикально проходящих коллекторов, или манифольдов 120 отведения фильтрата, и несущую конструкцию, или раму 160, являющуюся физической опорой стойки 110 модулей 200 УФ-фильтрации и манифольдов 112 и 120. В варианте осуществления, показанном на фиг. 4-12, модули 200 УФ-фильтрации размещены в стойке 110 в десять рядов один над другим, и в каждом ряду имеется четыре модуля 200 УФ фильтрации; в других вариантах осуществления, количество модулей 200 УФ-фильтрации и схема их размещения в передвижном блоке 102 УФ могут отличаться. В этом варианте осуществления три впускных питательных коллектора 112 расположены между концами 102А, 102В передвижного блока УФ, включая два впускных питательных коллектора 112, расположенных на концах 102А, 102В, и один впускной питательный коллектор, расположенный на равном расстоянии между концами 102А, 102В. Кроме того, каждый впускной питательный коллектор 112 расположен на равном расстоянии между боковыми сторонами 104, при этом один модуль 200 УФ-фильтрации располагается или находится между каждой парой впускных питательных коллекторов 112.

Как показано, в частности, на фиг. 12, каждый модуль 200 УФ-фильтрации передвижного блока 102 УФ содержит цилиндрический фильтрационный сосуд 202, внутри которого находятся элементы УФ-фильтрации, или мембраны 220 из полого волокна. В этом варианте осуществления, фильтрационный сосуд 202 проходит вдоль оси между парой противоположных концов 203, и имеет два радиально направленных выпускных отверстия 204, расположенных у концов 203, и радиально направленное центральное отверстие 206 на середине расстояния между концами 203. Модуль 200 УФ-фильтрации также включает пару перфорированных трубок 210, расположенных по центру внутри фильтрационного сосуда 202. Каждая трубка 210 выходит из конца 203 фильтрационного сосуда 202, а трубки 210 соединяются посредством центрального соединителя 212. Каждая трубка 210 выступает из конца 203 фильтрационного сосуда 202, и трубки соединяются через центральный соединитель 212. Внешний конец каждой трубки 210 присоединен к осевому торцевому отверстию 214. Каждый элемент 220 УФ-фильтрации расположен в кольцевом пространстве, образованном между внешней поверхностью одной из перфорированных трубок 210, и внутренней поверхностью фильтрационного сосуда 202. С каждого конца 203 фильтрационного сосуда 202 находятся концевые плиты 216, изолирующие кольцевое пространство от внешней среды.

Впускной питательный коллектор 112 передвижного блока 102 УФ подсоединен к каждому отверстию 204 и 206 фильтрационного сосуда 202, в то время как коллектор 120 отведения фильтрата присоединен к каждому концевому отверстию 214. В ходе работы передвижного блока 200 УФ-фильтрации, поток 44 подогретой питательной воды может протекать в фильтрационный сосуд 202 через впускные питательные коллекторы 112 передвижного блока 102 УФ. В частности, подогретый поток 44 питательной воды подается через внешние отверстия 204 в кольцевые пространства, образованные между внешней поверхностью каждого концевой отверстия 214 и внутренней поверхностью фильтрационного сосуда 202. Поток 44 подогретой питательной воды также подается через центральное отверстие 206 в кольцевое пространство, сформированное между внешней поверхностью центрального соединителя 212 и внутренней поверхностью фильтрационного сосуда 202. При условии, что ни концевые отверстия 214, ни центральный соединитель 212 не имеют перфорации, поток 44 нагретой питательной воды вынужден протекать вдоль оси внутрь и по радиусу через волокна каждого элемента 220 УФ-фильтрации перед тем, как он может попасть в одну из перфорированных трубок 210 и выйти из фильтрационного сосуда 202 через одно из концевых отверстий 214.

В процессе промывки обратным потоком каждого модуля 200 УФ-фильтрации, потока 45 УФ-

фильтрата втекает в перфорированные трубки 210 через коллектор 120 отведения фильтрата и концевые отверстия 214. Поток 45 УФ-фильтрата далее входит в кольцевые пространства, сформированные между перфорированными трубками 210 и фильтрационным сосудом 202, и затем в радиальном направлении через стенки волокон, выходя далее по оси вдоль волокон элементов 220 УФ-фильтрации перед выходом, наконец, из фильтрационного сосуда 202 через отверстия 204 и 206. При этом накопившиеся в элементах 220 УФ-фильтрации загрязнения могут быть удалены обратной промывкой во впускные питательные коллекторы 112 и далее удалены из элементов 220 УФ-фильтрации.

Как показано, в частности, на фиг. 4-11, передвижной блок 102 УФ включает питательный трубопровод 114, присоединенный к впускным питательным коллекторам 112, причем питательный трубопровод 114 проходит от присоединительного, или впускного, конца 114А, присоединяемому к впускному питательному клапану 115 для управления входным потоком 44 подогретой питательной воды во впускные питательные коллекторы 112 и модули 200 УФ-фильтрации. Передвижной блок 102 УФ также включает трубопровод 122 отведения фильтрата, присоединенный к коллекторам 120 отведения фильтрата, отходящим от присоединительного или выпускного конца 122А, присоединенного к клапану 123 отведения пермеата, для изолирования отведения потока 45 УФ-фильтрата из передвижного блока 102 УФ. Как показано, в частности, на фиг. 4, в данном варианте осуществления, дополнительные клапаны 116 впускного трубопровода подключены к питательному трубопроводу 114 для управления протеканием текучей среды через питательный трубопровод 114.

Передвижной блок 102 УФ включает впускной трубопровод 130 обратной промывки, присоединенный к трубопроводу 122 отведения фильтрата, и трубопровод 136 отведения потока обратной промывки, соединенный с впускным питательным трубопроводом 114, причем впускной клапан 132 обратной промывки включен во впускной трубопровод 130 обратной промывки для изолирования передвижного блока 102 УФ от потока 46 обратной промывки. Клапаны 116 трубопроводов выполнены с возможностью последовательного направления протекания потока 46 обратной промывки через элементы 200 УФ-фильтрации для достижения максимальной эффективности обратной промывки. Кроме того, несколько клапанов 138 отведения потока обратной промывки расположены вдоль трубопровода 136 отведения потока обратной промывки для управления протеканием по нему текучей среды в сточные воды. В этом варианте осуществления ступень 100 тонкой фильтрации включает отдельно установленный клапан 133 для изолирования каждого передвижного блока 102 УФ-ступени 100 тонкой фильтрации от потока 46 обратной промывки. В этом варианте осуществления линия 134 закачивания химических препаратов соединена с впускным трубопроводом 130 обратной промывки между впускным клапаном 132 обратной промывки и отдельно установленным клапаном 133, причем клапан 135 закачивания химических препаратов располагается в линии 134 закачивания химических препаратов для управления потоком текучей среды через нее. Линия 134 закачивания химических препаратов обеспечивает закачивание химических препаратов, например гипохлорита, или других химических препаратов, способствующих очистке и дезинфекции модулей 200 УФ-фильтрации, в поток 45 УФ-фильтрата, протекающий через впускные трубопроводы 130 промывки обратным потоком, в процессе обратной промывки передвижного блока 102 УФ. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления, в поток 44 нагретой питательной воды перед впускным клапаном 115 питательного потока может быть закачан неокисляющий дезинфекционный препарат. Кроме того, в этом варианте осуществления, между трубопроводом 122 отведения фильтрата и трубопроводом 136 отведения потока обратной промывки и трубопроводом 148 отведения СІР передвижного блока 102 УФ проходят несколько отводных труб 139, в каждой из которых установлен отводной клапан 140, для улучшения отведения фильтрата из трубопровода 122 и соединенных с ними коллекторов 120 отведения фильтрата.

Передвижной блок 102 УФ включает впускной трубопровод 142 безразборной промывки (СІР), соединенный с впускным питательным трубопроводом 114 и включающий впускной клапан 143 для выборочного пропускания текучей среды из узла СІР во впускной питательный трубопровод 114. В этом варианте осуществления, трубопровод 144 нагнетания воздуха, включающий клапан 145 нагнетания воздуха, расположенный в трубопроводе 144 нагнетания воздуха, соединен с впускным трубопроводом 142 СІР для проверки целостности установленного передвижного блока 102 УФ. Передвижной блок 102 УФ также включает трубопровод 148 отведения СІР, соединенный с трубопроводом 136 отведения обратной промывки. Клапан 150 отведения СІР располагается в трубопроводе 148 отведения СІР для управления потоком текучей среды из трубопровода 148 отведения СІР в узел 60 СІР. Передвижной блок 102 УФ дополнительно включает вытяжной трубопровод 154, присоединенный как к впускным питательным коллекторам 112, так и к коллекторам 120 отведения фильтрата, для удаления воздуха из модулей 200 УФ-фильтрации и коллекторов 112 и 120. В дренажных трубопроводах располагаются дренажные клапаны 156 для формирования общего отверстия для дренажных трубопроводов, через которое производится управляемый слив текучей среды. В некоторых вариантах осуществления, один или более из клапанов 115, 116, 123, 132, 135, 138, 140, 143, 145, 150 и 156 передвижного блока 102 УФ управляются удаленной системой 15 управления комплексной системы 10.

Как показано, в частности, на фиг. 9-11, в этом варианте осуществления несущая конструкция 160 передвижного блока 102 УФ в основном содержит прямоугольную верхнюю раму 162, расположенную в

верхней части 106А передвижного блока 102 УФ, прямоугольную нижнюю раму 166, расположенную в основании 106В передвижного блока 102 УФ, несколько вертикальных опорных элементов 170, и несколько опорных перекладин 180. Верхняя рама 162 включает поперечно проходящий центральный несущий элемент 164, расположенный посередине между передним и задним концами 102А, 102В передвижного блока 102 УФ. Нижняя рама также включает поперечно проходящий несущий элемент 167, опирающийся на пару вертикальных опор 168.

Каждый вертикальный опорный элемент 170 несущей конструкции 160 расположен по углам передвижного блока 102 УФ и проходит вертикально между верхней рамой 162 и нижней рамой 166. По переднему и заднему концам 102А, 102В передвижного блока 102 УФ располагаются опорные перекладины 180, проходящие между боковых сторон 104. Несущая конструкция 160 также включает пару вертикальных опор 182, расположенных по концам 102А, 102В передвижного блока 102 УФ, каждая из которых находится посередине между боковыми сторонами 104 передвижного блока 102 УФ. Каждая вертикальная опора 182 проходит вертикально между самой нижней опорной перекладиной 180А стойки и верхней рамой 162 несущей конструкции 160, причём каждая опорная перекладина 180А проходит поперечно между одной из боковых сторон 104 передвижного блока 102 УФ и одной из вертикальных опор 182. В этом варианте осуществления, несущие рамы 162, 166 и элементы 164, 167, 168, 170 и 182 содержат металлические (например, из углеродистой стали, стального сплава и т.д.) двутавровые профили; однако в других вариантах осуществления, несущие рамы 162, 166 и элементы 164, 167, 168, 170 и 182 могут иметь другую форму сечения и быть выполненными из других материалов.

В описанной выше конструкции передвижного блока 102 УФ-коллекторы 112, 120 и трубопроводы 114, 122, 130, 134, 136, 139, 142, 144, 148 и 154 каждый опираются непосредственно на нижнюю раму 166 несущей конструкции 160. В частности, в одном или более вариантах осуществления, только стойка 110 модулей 200 УФ-фильтрации опирается непосредственно на элемент несущей конструкции 160, приподнятый над нижней рамой 166. Модули 200 УФ-фильтрации стойки 110 соприкасаются с опорными перекладинами 180, находящиеся на расстоянии от нижней рамы 166 и физически опираются на них. При этом верхняя рама 162 несущей конструкции 160 не требуется для удерживания веса коллекторов 112, 120 и трубопроводов 114, 122, 130, 134, 136, 139, 142, 144, 148 и 154. Благодаря тому, что компоненты передвижного блока 102 УФ опираются на его нижнюю раму 166, а не на верхнюю раму 162, может быть достигнут минимальный общий вес несущей конструкции 160, поскольку нагрузка на верхнюю раму 162 и вертикальные опорные элементы 170 может быть, в свою очередь, уменьшена. Например, в одном или более вариантах осуществления, поскольку нагрузки на верхнюю раму 162 и вертикальные опорные элементы 170 минимальны, верхняя рама 162 и вертикальные опорные элементы 170 могут быть выполнены из легких материалов. В одном или более вариантах осуществления, верхняя рама 162 и вертикальные опорные элементы 170 могут быть изготовлены так, чтобы снизить общий вес несущей конструкции 160. В одном или более вариантах осуществления, центр масс передвижного блока 102 УФ находится в нижней половине блока.

Кроме того, каждый из клапанов 115, 116, 123, 132, 134, 138, 140, 143, 145, 150 и 156 передвижного блока 102 УФ расположен вблизи нижней рамы 166 и вдали от верхней рамы 162 несущей конструкции 160. Другими словами, клапаны 115, 116, 123, 132, 134, 138, 140, 143, 145, 150 и 156 расположены ближе к нижней раме 166, чем к верхней раме 162 несущей конструкции 160. Благодаря расположению клапанов 115, 116, 123, 132, 134, 138, 140, 143, 145, 150 и 156 передвижного блока 102 УФ вблизи нижней рамы 166, расстояние между опорной плитой 35А и центром масс передвижного блока 102 УФ минимально, в результате чего уменьшается вертикальное расстояние D_p между морским дном 6 и центром масс 33М платформы 32 деминерализации. Кроме того, благодаря тому, что клапаны 115, 116, 123, 132, 134, 138, 140, 143, 145, 150 и 156 передвижного блока 102 УФ расположены вблизи нижней рамы 166, трубы для текучей среды, используемые для передачи потока 44 подогретой питательной воды, потока 45 УФ фильтрата и потоков 62А, 62В процесса безразборной промывки (СР) могут быть каждая закреплены и расположены вблизи опорной плиты 35А (вместо подвешивания их сверху вдалеке от опорной плиты 35А), что приводит к дальнейшему уменьшению вертикального расстояния D_p между морским дном 6 и центром масс 33М платформы 32 деминерализации. Как было показано выше, уменьшение веса и снижение положения центра масс 33М платформы 32 деминерализации повышает устойчивость платформы 32 и снижает расходы, связанные с изготовлением, транспортированием и обслуживанием несущей конструкции 33 системы 30 деминерализации.

На фиг. 13 схематически представлен мембранный блок 300 системы 30 деминерализации, показанной на фиг. 1 и 2. В варианте осуществления, показанном на фиг. 13, мембранный блок 300 включает несколько передвижных мембранных блоков 302, соединенных параллельно. В этом варианте осуществления мембранный блок 300 включает на два передвижных мембранных блока 302 меньше, чем узлов 102 УФ ступени 100 тонкой фильтрации; однако в других вариантах осуществления, количество передвижных мембранных блоков 302 и передвижных блоков 102 УФ в системе 30 деминерализации может меняться. Как будет показано ниже, каждый передвижной мембранный блок 302 содержит несколько мембранных сепарационных модулей ОО и несколько модулей НФ-фильтрации. Каждый подвижный мембранный блок 302 принимает поток 45 УФ-фильтрата от насосов 52 высокого давления и вырабаты-

вает или отводит объединенный поток 47 мембранного пермеата, содержащий смесь ОО-пермеата и НФ-пермеата, как более подробно будет описано ниже. В других вариантах осуществления, каждый передвижной мембранный блок 302 может выработать три отдельных потока 47 пермеата (например, два потока ОО-пермеата и поток НФ-пермеата и др.), которые далее смешиваются в различных пропорциях для получения нужной слабой минерализации; однако в других вариантах осуществления, каждый передвижной мембранный блок 302 может создавать изменяемые количества потоков 47 мембранного пермеата. Кроме того, каждый передвижной мембранный блок 302 отводит поток 49А ОО-отходов или концентрата и поток 49В НФ-отходов или концентрата, как будет описано ниже, которые сливаются в сливной резервуар 70 платформы 32 деминерализации в виде объединенного потока 49 концентрата. Входящий поток 64А СР протекает от передвижного блока 60 СР к каждому передвижному мембранному блоку 302, в то время как возвратный поток 64В СР протекает от каждого передвижного мембранного блока 302 к передвижному блоку 60 СР. Входящий поток 64А СР включает воду и химические препараты для химической очистки и промывки модулей ОО и НФ-фильтрации, расположенных в каждом передвижном мембранном блоке 302. В этом варианте осуществления, потоки 45, 47, 49А, 49В, 64А и 64В каждый проходит или протекает через один из нескольких соединительных трубопроводов 90, проходящих по первой опорной плите 35В, причем каждый из этих соединительных трубопроводов 90 расположен и закреплен на держателях 92 труб, установленных на первой плите 35В.

На фиг. 14-22 представлены виды вариантов осуществления передвижного мембранного блока 302 мембранного блока 300, показанного на фиг. 2 и 3, а на фиг. 12 показан вариант осуществления модуля 200 УФ фильтрации. Передвижной мембранный блок 302 закреплен на опорной плите 35В платформы 32 деминерализации и имеет первый конец 302А, расположенный напротив него второй конец 302В, пару расположенных друг против друга боковых сторон 304, верх, или верхний конец 306А, и основание, или нижний конец 306В. В некоторых вариантах осуществления, опорная плита 35В платформы 33 деминерализации может быть той же опорной плитой, что и 35А, на которой расположены передвижные блоки 102 УФ, в то время как в других вариантах осуществления, опорная плита 35В может включать опорную плиту, отдельную от плиты 35А (например, опорная плита 35В может иметь плиту, расположенную выше или ниже опорной плиты 35А).

Передвижной мембранный блок 302 обычно включает первую, или нижнюю, стойку 310А мембранных сепарационных модулей 400 ОО, вторую, или верхнюю, стойку 310В мембранных сепарационных модулей 400 ОО, стойку 340 модулей 420 НФ-фильтрации (для ясности представления, на фиг. 19-22 не показаны мембранные сепарационные модули 400 ОО и модули 420 НФ-фильтрации), несколько вертикально проходящих нижних впускных питательных коллекторов, или манифольдов, 312А, несколько вертикально проходящих верхних впускных питательных коллекторов, или манифольдов, 312В, вертикально проходящий нижний коллектор, или манифольд, 320А отведения пермеата, вертикально проходящий верхний коллектор, или манифольд, 320В отведения пермеата, вертикально проходящий нижний коллектор, или манифольд, 330А отведения концентрата, вертикально проходящий верхний коллектор, или манифольд, 330В отведения концентрата, и несущую конструкцию, или раму, 370, обеспечивающую физическую опору стойкам 310А, 310В, и 340 мембранных сепарационных модулей 400 ОО и модулей 420 НФ-фильтрации, соответственно, и манифольдам 312А, 312В, 320А, 320В, 330А и 330В. В некоторых вариантах осуществления, стойка 340 каждого передвижного мембранного блока 302 может включать стойку 340 мембранных сепарационных модулей 400 ОО. В других вариантах осуществления, стойки 310А и 310В каждого передвижного мембранного блока 302 могут включать стойки 310А и 310В модулей 420 НФ-фильтрации. В этом варианте осуществления, как будет показано дальше, стойки 310В и 340 работают параллельно, причем каждая включена последовательно с нижерасположенной стойкой 310А.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 14-22, мембранные сепарационные модули 400 ОО нижней стойки расположены в шесть рядов, один над другим, причем каждый ряд состоит из шести мембранных сепарационных модулей 400 ОО; мембранные сепарационные модули 400 ОО верхней стойки 310В расположены в восемь рядов, один над другим, причем каждый ряд состоит из шести мембранных сепарационных модулей 400 ОО; и модули 420 НФ-фильтрации стойки 340 расположены в один ряд, состоящий из четырех модулей 420 НФ-фильтрации. Однако в других вариантах осуществления количество и расположение мембранных сепарационных модулей 400 ОО и модулей 420 фильтрации НФ передвижного мембранного блока 302 может изменяться. Впускные питательные коллекторы 312А и 312В расположены вблизи концов 302А, 302В передвижного мембранного блока 302. Коллекторы 320А и 320В отведения пермеата каждый расположены близко ко второму концу 302В передвижного мембранного блока 302. Коллекторы 330А и 330В отведения концентрата каждый расположены на равном расстоянии между концами 302А и 302В передвижного мембранного блока 302.

Каждый мембранный сепарационный модуль 400 ОО передвижного мембранного блока 302 содержит цилиндрический сосуд, расположенную внутри сосуда перфорированную трубку и несколько мембранных сепарационных элементов ОО, или мембран, расположенных по радиусу между перфорированной трубкой и цилиндрическим сосудом. Каждый мембранный сепарационный модуль 400 ОО включает пару внешних радиальных отверстий, расположенных вблизи каждого конца цилиндрического сосуда, и

сообщающиеся по потоку с одним из впускных питательных коллекторов 312А, 312В. Цилиндрический сосуд также включает центральное радиально направленное отверстие, расположенное на одинаковом расстоянии между внешними радиальными отверстиями, причем центральное радиальное отверстие сообщается по потоку с одним из коллекторов 330А, 330В отведения концентрата. Перфорированная трубка каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО включает осевое отверстие на конце цилиндрического сосуда, расположенном вблизи второго конца 302В передвижного мембранного блока 302, причем это осевое отверстие сообщается по потоку с одним из коллекторов 320А, 320В отведения пермеата. В этом варианте осуществления в каждом мембранном сепарационном модуле 400 ОО располагаются две группы из трех сепарационных элементов ОО; однако в других вариантах осуществления количество сепарационных элементов ОО каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО может отличаться.

Как показано, в частности, на фиг. 14, при работе передвижного мембранного блока 302 ОО, поток 45 УФ-фильтрата втекает в мембранные сепарационные модули 400 ОО нижней стойки 310А передвижного мембранного блока 302 через нижние впускные питательные коллекторы 312А и внешние радиальные отверстия каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО. Поток 45 УФ-фильтрата далее протекает через мембранные элементы ОО, находящиеся внутри каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО нижней стойки 310А. Поток 45 УФ-фильтрата при его протекании через мембранные элементы ОО разделяется на первый поток 47А ОО-пермеата и первый, или начальный, поток 313 ОО-отходов, или концентрата. Первый поток 47А ОО-пермеата выходит из каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО нижней стойки 310А через осевое отверстие каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО, причем поток 47А ОО-пермеата протекает в нижний коллектор 320А отведения пермеата. Первый поток 313 ОО-концентрата выходит из каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО нижней стойки 310А через центральное радиальное отверстие фильтрационного сосуда каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО и протекает в нижний коллектор 330А отведения концентрата.

Мембранные сепарационные модули 400 ОО верхней стойки 310В передвижного мембранного блока 302 по конструкции аналогичны мембранным сепарационным модулям 400 ОО нижней стойки 310А. Однако вместо приема потока 45 УФ-фильтрата через внешние радиальные отверстия каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО, внешние радиальные отверстия каждого мембранного сепарационного модуля 400 верхней стойки 310В получают первую часть 313А первого потока 313 ОО-концентрата, отведенного из мембранных сепарационных модулей 400 ОО нижней стойки 310А. Первая часть 313А первого потока 313 ОО-концентрата разделяется при протекании через мембранные сепарационные модули 400 ОО верхней стойки 310В на второй поток 47В ОО-пермеата и поток 49А ОО-концентрата, представляющего второй или окончательный поток 49А ОО-концентрата. Второй поток 47В ОО-пермеата выходит из каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО верхней стойки 310В через осевое отверстие каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО, и далее этот поток протекает в верхний коллектор 320В отведения пермеата. Через центральное радиальное отверстие каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО верхней стойки 310В отводится второй поток 49А ОО-концентрата в сливной резервуар 70. В некоторых вариантах осуществления, через центральное радиальное отверстие каждого мембранного сепарационного модуля 400 ОО верхней стойки 310В отводится второй поток 49А ОО-концентрата в устройство рекуперации энергии.

Каждый модуль 420 НФ-фильтрации передвижного мембранного блока 302 содержит цилиндрический фильтрационный сосуд, перфорированную трубку, расположенную внутри фильтрационного сосуда, и несколько элементов НФ-фильтрации, или мембран, расположенных по радиусу между перфорированной трубкой и цилиндрическим сосудом. Цилиндрический сосуд каждого модуля 420 НФ-фильтрации включает пару внешних радиальных отверстий, расположенных вблизи каждого конца цилиндрического сосуда, и сообщающиеся по потоку с нижним коллектором 330А отведения концентрата. Цилиндрический сосуд также включает центральное радиальное отверстие 422 (схематически показано на фиг. 14), расположенное на одинаковом расстоянии между внешними радиальными отверстиями. Перфорированная трубка каждого модуля 420 НФ-фильтрации включает осевое отверстие на одном конце цилиндрического сосуда, расположенное вблизи второго конца 302В передвижного мембранного блока 302, и имеющее жидкостную связь (сообщение по потоку) с отведением объединенного ОО-пермеата от коллекторов 320А, 320В через отходящие от них трубопроводы 321А, 321В ОО-пермеата, соответственно. В этом варианте осуществления в каждом модуле 420 НФ-фильтрации расположены две группы по три элемента НФ-фильтрации; однако в других вариантах осуществления количество элементов НФ-фильтрации в каждом модуле 420 НФ-фильтрации может меняться.

Как показано, в частности, на фиг. 14, в процессе работы передвижного мембранного блока 302 первая часть 313А первого потока 313 ОО-концентрата протекает в модули 420 НФ-фильтрации в виде питательного потока 313 НФ-пониженного давления через внешние радиальные отверстия фильтрационного сосуда каждого модуля 420 НФ-фильтрации. Питательный поток 318 НФ протекает через элементы НФ-фильтрации, расположенные внутри модуля 420 НФ-фильтрации. Питательный поток 318 НФ разделяется при протекании через элементы НФ-фильтрации на поток 47С НФ-пермеата и поток 49В отходов концентрата НФ (поток 49 отхода мембранного разделения на фиг. 2, содержащий выходную комбина-

цию второго потока 49А ОО-концентрата и потока 49В НФ-концентрата). Поток 47С НФ-пермеата выходит из каждого модуля 420 НФ фильтрации через осевое отверстие каждого модуля 420 НФ-фильтрации. Поток 49В НФ-концентрата выходит из каждого модуля 420 НФ-фильтрации через центральное радиальное отверстие 422 фильтрационного сосуда каждого модуля 420 НФ-фильтрации.

Как показано, в частности, на фиг. 14 и 19-22, передвижной мембранный блок 302 включает впускные питательный трубопровод 314, по которому передается поток 45 УФ-фильтрата, первый трубопровод 311 ОО-концентрата, проходящий от нижнего коллектора 330А отведения концентрата и переносимый первый поток 313 ОО-концентрата, нижний трубопровод 321А ОО-пермеата, проходящий от нижнего коллектора 320А отведения пермеата, верхний трубопровод 321В ОО-пермеата, отходящий от верхнего коллектора 320В отведения пермеата, трубопровод 322 объединенного пермеата, соединенный с трубопроводами 321А, 321В ОО-пермеата и трубопровод 328 НФ-пермеата, проходящий от модулей 420 фильтрации НФ, второй трубопровод 326 ОО-пермеата, трубопровод 331 НФ-концентрата, впускной трубопровод 334 СР и трубопровод 338 отведения СР. В этом варианте осуществления, поток 45 УФ-фильтрата протекает через впускной питательный трубопровод 314 передвижного мембранного блока 302, соединенный с нижними впускными питательными коллекторами 312А и проходящий от присоединительного, или впускного конца 314А, соединенного с впускным питательным клапаном 315, для управления впускным потоком 45 УФ-фильтрата к нижним впускным питательным коллекторам 312А и мембранным сепарационным модулям 400 ОО нижней стойки 310А.

В этом варианте осуществления передвижной мембранный блок 302 также включает низкопроточный перепускной клапан 316, соединенный с впускным питательным трубопроводом 314 для шунтирования входного питательного клапана 315 для обеспечения промывания передвижного мембранного блока 302 во время запуска. Кроме того, во впускном питательном трубопроводе 314 располагается несколько питательных клапанов 317 для управления потоком текучей среды через него. Первый поток 313 ОО-концентрата протекает через первый трубопровод 311 ОО-концентрата передвижного мембранного блока 302. Первый трубопровод 311 ОО-концентрата проходит между нижним коллектором 330А отведения концентрата и верхними впускными питательными коллекторами 312В. Первый трубопровод 311 ОО-концентрата также проходит между нижним коллектором 330А отведения концентрата и внешними радиальными отверстиями каждого модуля 420 НФ-фильтрации. Несколько клапанов 319 ОО-концентрата располагаются вдоль первого трубопровода 311 ОО-концентрата для управления протеканием через него текучей среды. В частности, один из клапанов 319 ОО-концентрата (показан на фиг. 14 как клапан 319А ОО-концентрата) управляет расходом и давлением питательного потока 318 НФ, протекающего к модулям 420 НФ-фильтрации.

Трубопровод 322 объединенного пермеата передвижного мембранного блока 302 соединяется с трубопроводами 321А, 321В ОО-пермеата, и трубопроводом 328 НФ-пермеата, и проходит к присоединительному, или разгрузочному концу 322А, соединенному с клапаном 323 отведения пермеата, для изолирования потока 47 объединенного пермеата. В этом варианте осуществления, поток 47 объединенного пермеата содержит смесь верхнего потока 47А ОО-пермеата, отведенного из нижней стойки 310А, потока 47С НФ-пермеата, отведенного из стойки 340, и нижнего потока 47С ОО-пермеата, отведенного из верхней стойки 310В. Дополнительно, трубопровод 322 мембранного пермеата проходит от осевого отверстия каждого модуля 420 НФ фильтрации к разгрузочному концу 322А. Кроме того, несколько клапанов 324 пермеата расположены вдоль трубопровода 322 мембранного пермеата, для управления потоком текучей среды через него. В такой схеме, каждые потоки 47А, 47В ОО-пермеата и по меньшей мере часть потока 47С НФ-пермеата протекают по трубопроводу 322 пермеата и смешиваются там, или образуют смесь, перед отведением из передвижного мембранного блока 302 на клапане 323 отведения пермеата. В частности, клапан 333А управления НФ-пермеатом расположен вдоль трубопровода 331 НФ-концентрата для управления процентным содержанием потока 47С НФ-пермеата, подаваемого в трубопровод 322 пермеата. В этом варианте осуществления, нижний трубопровод 321А ОО-пермеата соединен с нижним вытяжным клапаном 325А и верхний трубопровод 321В пермеата соединен с верхним вытяжным клапаном 325В для удаления воздуха из потоков 47А и 47В ОО-пермеата, соответственно. Нижний вытяжной клапан 325А и верхний вытяжной клапан 325В могут быть использованы при удалении воздуха и предотвращении создания слишком высокого давления или вакуума в стойках 310А и 310В мембранных сепарационных модулей 400 ОО при пуске и выключении передвижного мембранного блока 302. Кроме того, клапан 324 пермеата, расположенный вдоль трубопровода 321А ОО-пермеата, может быть использован для регулирования прохождения первого потока 47А ОО-пермеата и второго потока 47В ОО-пермеата путем создания обратного давления в нижней стойке 310А мембранных сепарационных модулей 400 ОО, когда при увеличении обратного давления на нижней стойке 310А повышается производительность верхней стойки 310В. Таким образом, можно избежать перенапряжения в нижней стойке 310А и поддерживать желательный турбулентный поток через верхнюю стойку 310В, что дает возможность оптимизировать долговременную надежность обеспечения производства.

Второй трубопровод 326 ОО-концентрата передвижного мембранного блока 302 проходит от верхнего коллектора 330В отведения концентрата к клапану 327 отведения ОО-концентрата для управления отведением потока 49А ОО-концентрата от передвижного мембранного блока 302. В некоторых вариан-

тах осуществления, второй трубопровод 326 ОО-концентрата отводит поток 49А ОО-концентрата к устройству рекуперации энергии. Трубопровод 331 НФ-концентрата передвижного мембранного блока 302 проходит от центральных радиальных отверстий модулей 420 НФ фильтрации к присоединительному, или разгрузочному, концу 331А. Кроме того, трубопровод 331 НФ-концентрата присоединен к трубопроводу 328 НФ-пермеата для обеспечения управляемого сброса излишка потока 47С НФ-пермеата через клапан 333А управления НФ-пермеата. Помимо этого, вдоль трубопровода 331 НФ-концентрата располагается клапан 333В НФ-концентрата для управления протеканием НФ-концентрата по трубопроводу 331 НФ-концентрата.

Впускной трубопровод 334 безразборной промывки (СIP) передвижного мембранного блока 302 соединяется с впускным питательным трубопроводом 314, первым трубопроводом 311 ОО-концентрата и модулями 420 НФ фильтрации. Впускной трубопровод 334 СIP включает несколько впускных клапанов 335 СIP для управления протеканием входящего потока 64А текучей среды СIP от блока 60 СIP к впускному питательному трубопроводу 314, первому трубопроводу 311 ОО-концентрата и модулям 420 НФ фильтрации. Трубопровод 338 отведения СIP передвижного мембранного блока 302 соединяется с первым трубопроводом 311 ОО-концентрата, вторым трубопроводом 326 ОО-концентрата и трубопроводом 331 НФ-концентрата. Трубопровод 338 отведения СIP включает несколько клапанов 339 отведения СIP для управления протеканием возвратного 64В потока СIP от первого трубопровода 311 ОО-концентрата, второй трубопровод 326 ОО-концентрата и трубопровод 331 НФ-концентрата к блоку 60 СIP. В некоторых вариантах осуществления, клапаны 315, 316, 317, 319, 323, 324, 327, 333А, 333В, 335 и 339 передвижного мембранного блока 302 управляются удаленно системой 15 управления комплексной системы 10.

Как показано, в частности на фиг. 19-22, в настоящем варианте осуществления несущая конструкция 370 передвижного мембранного блока 302 в основном включает прямоугольную верхнюю раму 372, расположенную в верхней части 306А передвижного мембранного блока 302, прямоугольную нижнюю раму 376, расположенную в основании 306В передвижного мембранного блока 302, несколько вертикальных опорных элементов 380, первую, или верхнюю, несущую стойку 390А, несколько вторых, или промежуточных, несущих этажерок 390В, и несколько третьих, или нижних, несущих этажерок 390С. Верхняя рама 372 включает проходящий поперечно центральный несущий элемент 374, расположенный на одинаковом расстоянии между передним и задним концами 302А, 302В передвижного мембранного блока 302. Нижняя рама 376 также включает несколько поперечно проходящих несущих элементов 377, расположенных между концами 302А, 302В передвижного мембранного блока 302. Нижняя рама 376 также включает продольно проходящий несущий элемент 379, расположенный на одинаковом расстоянии между боковыми сторонами 304 и проходящий между концами 302А, 302В передвижного мембранного блока 302.

В этом варианте осуществления несущая конструкция 370 включает четыре вертикальных опорных элемента 380, причем по два вертикальных опорных элемента 380 располагаются вдоль каждой из боковых сторон 304 передвижного мембранного блока 302. Кроме того, первая пара вертикальных опорных элементов 380 расположена вблизи первого конца 302А передвижного мембранного блока 302, в то время как вторая пара вертикальных опорных элементов 380 расположена вблизи второго конца 302В передвижного мембранного блока 302. Промежуточные несущие стойки 390В расположены по вертикали между верхней несущей стойкой 390А и нижними несущими стойками 390С, причем верхняя несущая стойка 390А расположена вблизи верхней рамы, а нижние несущие стойки 390С расположены вблизи нижней рамы 376 несущей конструкции 370. В этом варианте осуществления, несущая конструкция 370 включает пару высокорасположенных горизонтальных несущих элементов 386, каждый из которых проходит между концами 302А, 302В и присоединяется к паре вертикальных опорных элементов 380. Между верхней рамой 372 и высокорасположенными горизонтальными несущими элементами 386 и между этими несущими элементами 386 и нижней рамой 376 проходят несколько раскосов 388.

Несущая конструкция 370 дополнительно включает пару вертикальных опор 392, расположенных вблизи, но отстоящих от концов 302А, 302В передвижного мембранного блока 302, причем каждая вертикальная опора 392 расположена на одинаковом расстоянии между боковыми сторонами 304 передвижного мембранного блока 302. Каждая вертикальная опора 392 проходит вертикально между верхней рамой 372 и нижней рамой 376 несущей конструкции 370, при этом каждая несущая стойка 390А, 390В и 390С проходит поперечно между одной из боковых сторон 304 передвижного мембранного блока 302 и одной из вертикальных опор 392. В этом варианте осуществления, несущие рамы 372 и 376 и элементы 374, 377, 378, 380 и 392 каждый содержат металлические (например, из углеродистой стали, стального сплава и т.д.) двутавровые профили; однако, в других вариантах осуществления, несущие рамы 372, 376 и элементы 374, 377, 378, 380 и 392 могут иметь разную форму поперечного сечения и разные материалы.

В конструкции передвижного мембранного блока 302, описанной выше, коллекторы 312А, 312В, 320А, 320В, 330А и 330В и трубопроводы 314, 318, 322, 326, 331 и 334 каждый поддерживаются непосредственно нижней рамой 376 несущей конструкции 370.

В частности, только стойки 310А, 310В и 340 мембранных сепарационных модулей 400 ОО и моду-

лей 420 НФ-фильтрации, соответственно, поддерживаются непосредственно несущими элементами несущей конструкции 370, высокорасположенными относительно нижней рамы 376. В частности, модули 420 НФ-фильтрации соприкасаются с верхней несущей стойкой 390А и поддерживаются ею; верхняя стойка 310В мембранных сепарационных модулей 400 ОО соприкасается с промежуточными несущими стойками 390В и поддерживается ими; и нижняя стойка 310А мембранных сепарационных модулей 400 ОО соприкасается с нижними несущими стойками 390С и поддерживается ими. Таким образом, верхняя рама 372 несущей конструкции 370 не требуется для удерживания веса коллекторов 312А, 312В, 320А, 320В, 330А и 330В и трубопроводов 314, 318, 322, 326, 331 и 334 передвижного мембранного блока 302. Благодаря тому, что компоненты передвижного мембранного блока 302 опираются на его нижнюю раму 376, а не поддерживаются верхней рамой 372, общий вес несущей конструкции 370 может быть сделан минимальным, при условии, что нагрузки, поддерживаемые верхней рамой 372 и вертикальными опорными элементами 380, могут быть, в свою очередь, сведены к минимуму.

Кроме того, клапаны 315, 316, 317, 319, 323, 324, 327, 333А, 333В, 335 и 339 передвижного мембранного блока 302 каждый располагаются вблизи нижней рамы 376 и вдали от верхней рамы 372 несущей конструкции 370. Другими словами, клапаны 315, 316, 317, 319, 323, 324, 327, 333А, 333В, 335 и 339 расположены ближе к нижней раме 376, чем к верхней раме 372 несущей конструкции 370. При расположении клапанов 315, 316, 317, 319, 323, 324, 327, 333А, 333В, 335 и 339 передвижного мембранного блока 302 вблизи нижней рамы 376, расстояние между опорной плитой 35В и центром масс передвижного мембранного блока 302 становится минимальным, благодаря чему сокращается вертикальное расстояние D_p между дном 6 моря и центром масс 33М платформы 32 деминерализации. В одном или более вариантах осуществления благодаря тому, что нагрузки, удерживаемые верхней рамой 372 и вертикальными опорными элементами 380, сведены к минимуму, верхняя рама 372 и вертикальные опорные элементы 380 могут быть выполнены из легких материалов. В одном или более вариантах осуществления центр масс передвижного мембранного блока 302 находится в нижней половине передвижного мембранного блока 302. Далее, учитывая, что клапаны 315, 316, 317, 319, 323, 324, 327, 333А, 333В, 335 и 339 передвижного мембранного блока 302 располагаются вблизи нижней рамы 376, жидкостные трубопроводы для передачи потока 45 УФ-фильтрата, потока 49А отходов ОО (содержащего второй поток 49А ОО-концентрата и поток 49В отходов НФ) и потоков 64А, 64В СР, могут каждый закрепляться и располагаться вблизи опорной плиты 35В (вместо того, чтобы подвешиваться сверху в месте, удаленном от опорной плиты 35 В), благодаря чему еще больше сокращается вертикальное расстояние D_p между морским дном 6 и центром масс 33М платформы 32 деминерализации.

В то время как были показаны и описаны предпочтительные варианты осуществления изобретения, специалист может выполнить его модификации, не выходящие за пределы области его притязаний и приведенного раскрытия. Описанные здесь варианты осуществления носят исключительно иллюстративный характер и не предполагают ограничения изобретения. Большое число вариаций и модификаций описанных здесь систем, оборудования и способов могут быть реализованы и попадают в область притязаний изобретения. Например, могут быть изменены относительные размеры различных частей, материалы, из которых выполнены различные части и другие параметры. Соответственно, область защиты изобретения не сводится к представленным здесь вариантам осуществления, а ограничивается только следующей далее формулой изобретения, область защиты которой должна включать все эквиваленты объекта изобретения согласно его формуле. Если не указано иначе, шаги в способе могут осуществляться в любом порядке. Перечисление идентификаторов (а), (b), (с) или (1), (2), (3) перед шагами в пункте формулы на способ не предполагает и не определяет определенный порядок шагов, а, скорее, используется для упрощения последующих ссылок на эти шаги.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система деминерализации, содержащая
 - платформу деминерализации;
 - первый передвижной блок, расположенный на первой опорной плите платформы деминерализации, содержащий по меньшей мере одно из первого фильтрующего модуля, выполненного с возможностью выработки первого потока фильтрата, и первого модуля пермеата, выполненного с возможностью выработки первого потока пермеата;
 - первый соединительный трубопровод, соединенный с первым передвижным блоком;
 - первый держатель трубопровода, расположенный на первой опорной плите, причем первый соединительный трубопровод расположен на первом держателе трубопровода;
 - несущую конструкцию, содержащую верхнюю раму, расположенную сверху первого передвижного блока, и нижнюю раму, расположенную в основании первого передвижного блока;
 - впускной трубопровод, соединяющий впускной клапан с по меньшей мере одним из первого фильтрующего модуля и первого модуля пермеата, причем по меньшей мере один из первого фильтрующего модуля и первого модуля пермеата поддерживается несущей конструкцией и выполнен с возможностью выработки первого потока фильтрата или первого потока пермеата, соответственно, из входного

потока, подаваемого во впускной клапан; и

отводящий трубопровод, соединяющий по меньшей мере один из первого фильтрующего модуля и первого модуля пермеата с выпускным клапаном;

причем впускной клапан и выпускной клапан каждый поддерживаются непосредственно нижней рамой несущей конструкции.

2. Система деминерализации по п.1, в которой

первый передвижной блок содержит передвижной мембранный блок, а первый модуль пермеата содержит мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО) и

первый поток пермеата содержит поток ОО-пермеата.

3. Система деминерализации по п.1, в которой

первый передвижной блок содержит передвижной блок ультрафильтрации (УФ), а первый фильтрующий модуль содержит модуль УФ-фильтрации и первый поток фильтрата содержит поток УФ-фильтрата.

4. Система деминерализации по п.1, в которой соединительный трубопровод выполнен с возможностью приема по меньшей мере одного из первого потока фильтрата или первого потока пермеата от первого передвижного блока.

5. Система деминерализации по п.1, в которой первый передвижной блок включает

первый фильтрующий модуль;

впускной трубопровод, соединяющий впускной клапан и первый фильтрующий модуль, поддерживаемый несущей конструкцией и выполненный с возможностью вырабатывания первого потока фильтрата из входного потока, подаваемого во впускной клапан; и

отводящий трубопровод соединяет первый фильтрующий модуль и выпускной клапан.

6. Система деминерализации по п.5, дополнительно включающая

впускной коллектор, проходящий вертикально между верхней рамой и

нижней рамой несущей конструкции;

несколько первых фильтрующих модулей, каждый из которых сообщается по потоку с впускным коллектором;

причем впускной трубопровод соединяет впускной клапан и впускной коллектор и

впускной коллектор поддерживается непосредственно нижней рамой несущей конструкции.

7. Система деминерализации по п.1, в которой соединительный трубопровод соединяет первый передвижной блок и второй передвижной блок,

причем второй передвижной блок расположен на второй опорной плите платформы деминерализации и содержит первый мембранный сепарационный модуль, выполненный с возможностью вырабатывания первого потока пермеата.

8. Комплексная система, включающая

систему деминерализации, содержащую платформу деминерализации;

первый передвижной блок, расположенный на первой опорной плите платформы деминерализации и содержащий первый фильтрующий модуль, выполненный с возможностью вырабатывания первого потока фильтрата;

второй передвижной блок, расположенный на платформе деминерализации и содержащий первый мембранный сепарационный модуль, выполненный с возможностью приема первого потока фильтрата от первого передвижного блока и вырабатывания первого потока пермеата;

первый соединительный трубопровод, соединяющий первый передвижной блок и второй передвижной блок;

первый держатель трубопровода, расположенный на первой опорной плите, причем первый соединительный трубопровод расположен на первом держателе трубопровода;

несущую конструкцию, содержащую верхнюю раму, расположенную сверху первого передвижного блока, и нижнюю раму, расположенную в основании первого передвижного блока;

впускной трубопровод, соединяющий впускной клапан с по меньшей мере одним из первого фильтрующего модуля и первого модуля пермеата, причем по меньшей мере один из первого фильтрующего модуля и первого модуля пермеата поддерживаются несущей конструкцией и выполнен с возможностью вырабатывания первого потока фильтрата или первого потока пермеата, соответственно, из входного потока, подаваемого во впускной клапан; и

отводящий трубопровод, соединяющий по меньшей мере один из первого фильтрующего модуля и первого модуля пермеата с выпускным клапаном;

причем впускной клапан и выпускной клапан каждый поддерживаются непосредственно нижней рамой несущей конструкции;

нагнетательную систему для одной или более нагнетательных скважин, пробуренных в нефтеносный слой продуктивного пласта;

смесительную систему и

производственную систему для разделения текучих сред, добываемых из одной или более эксплуатационных скважин, пробуренных в нефтеносном слое продуктивного пласта, и доставки потока подто-

варной воды (ПВ) в смесительную систему;

причем смесительная система предназначена для смешивания первого потока пермеата с потоком ПВ для получения смешанного потока слабоминерализованной воды для закачивания в продуктивный пласт.

9. Комплексная система по п.8, дополнительно включающая систему управления, выполненную с возможностью управления смешиванием первого потока пермеата с потоком ПВ.

10. Комплексная система по п.8, в которой первый передвижной блок содержит передвижной блок ультрафильтрации (УФ), а первый фильтрующий модуль содержит модуль УФ-фильтрации; и первый поток фильтрата содержит поток УФ-фильтрата.

11. Комплексная система по п.8, в которой второй передвижной блок содержит передвижной мембранный блок, а первый мембранный сепарационный модуль содержит мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО); и первый поток пермеата содержит поток ОО-пермеата.

12. Комплексная система по п.8, в которой впускной трубопровод соединяет впускной клапан и первый мембранный сепарационный модуль, поддерживаемый несущей конструкцией и выполненный с возможностью вырабатывания первого потока пермеата из входного потока, подаваемого во впускной клапан; и второй передвижной блок включает трубопровод пермеата, соединяющий первый мембранный сепарационный модуль и клапан пермеата; причем впускной клапан и клапан пермеата, каждый, поддерживаются непосредственно нижней рамой несущей конструкции.

13. Комплексная система по п.12, в которой впускной клапан и клапан пермеата каждый расположены ближе к нижней раме, чем к верхней раме несущей конструкции.

14. Комплексная система по п.12, в которой второй передвижной блок дополнительно включает отводящий трубопровод, соединяющий первый мембранный сепарационный модуль и второй мембранный сепарационный модуль, закрепленные на несущей конструкции, причем отводящий трубопровод выполнен с возможностью передачи отводного потока из первого мембранного сепарационного модуля во второй мембранный сепарационный модуль.

15. Передвижной блок для получения потока пермеата, включающий несущую конструкцию, содержащую верхнюю раму, расположенную сверху передвижного блока, нижнюю раму, расположенную в основании передвижного блока, и несколько вертикально проходящих элементов, соединяющих верхнюю раму и нижнюю раму;

впускной трубопровод, соединяющий впускной клапан и первый мембранный сепарационный модуль, поддерживаемый несущей конструкцией и выполненный с возможностью вырабатывания первого потока пермеата из входного потока, подаваемого во впускной клапан; и

трубопровод пермеата, соединяющий первый мембранный сепарационный модуль и клапан пермеата;

причем впускной клапан и клапан пермеата каждый поддерживаются непосредственно нижней рамой несущей конструкции.

16. Передвижной блок по п.15, в котором первый мембранный сепарационный модуль содержит мембранный сепарационный модуль обратного осмоса (ОО).

17. Передвижной блок по п.15, дополнительно включающий впускной коллектор, проходящий вертикально между верхней рамой и нижней рамой несущей конструкции;

несколько первых мембранных сепарационных модулей, каждый из которых сообщается по потоку с впускным коллектором;

причем впускной трубопровод соединяет впускной клапан и впускной коллектор; и

впускной коллектор прикреплен непосредственно к нижней раме несущей конструкции.

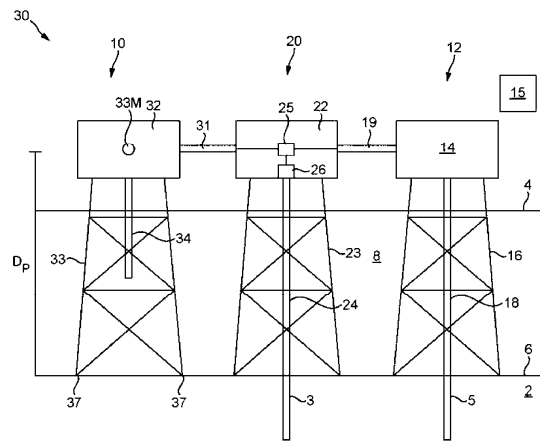
18. Передвижной блок по п.17, в котором несколько первых мембранных сепарационных модулей поддерживаются несколькими несущими стойками, расположенными с промежутками между верхней рамой и нижней рамой опорной конструкции.

19. Передвижной блок по п.17, дополнительно включающий выпускной коллектор, проходящий вертикально между верхней рамой и нижней рамой несущей конструкции и сообщающийся по потоку с несколькими первыми мембранными сепарационными модулями;

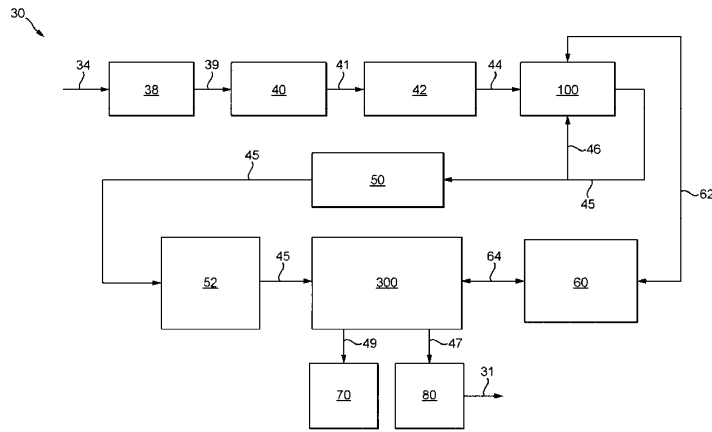
отводящий трубопровод пермеата, соединяющий выпускной коллектор пермеата и несколько вторых мембранных сепарационных модулей, закрепленных на несущей конструкции, причем отводящий трубопровод выполнен с возможностью обеспечения прохождения отводящего потока от нескольких первых мембранных сепарационных модулей к нескольким вторым мембранным сепарационным модулям.

20. Передвижной блок по п.15, в котором впускной клапан и клапан пермеата каждый располагают-

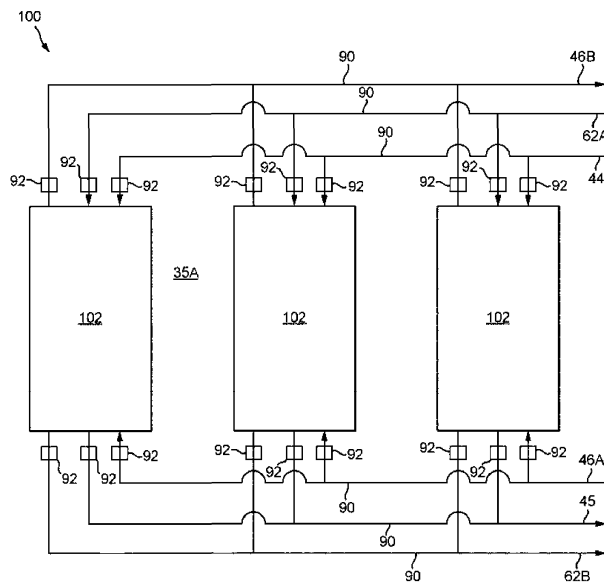
ся ближе к нижней раме, чем к верхней раме несущей конструкции.



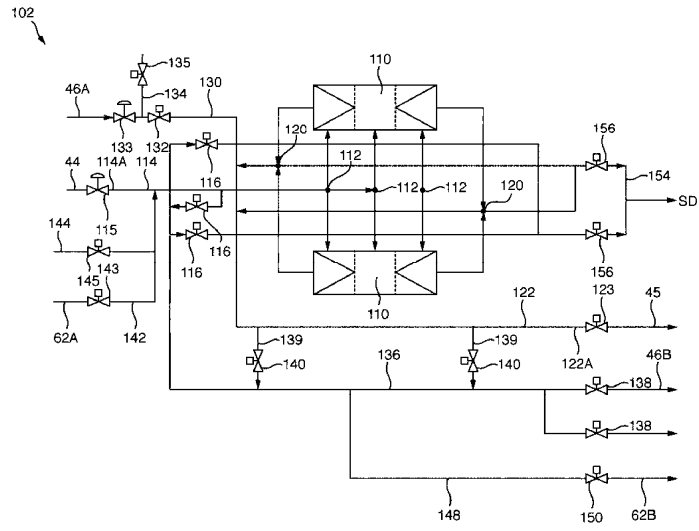
Фиг. 1



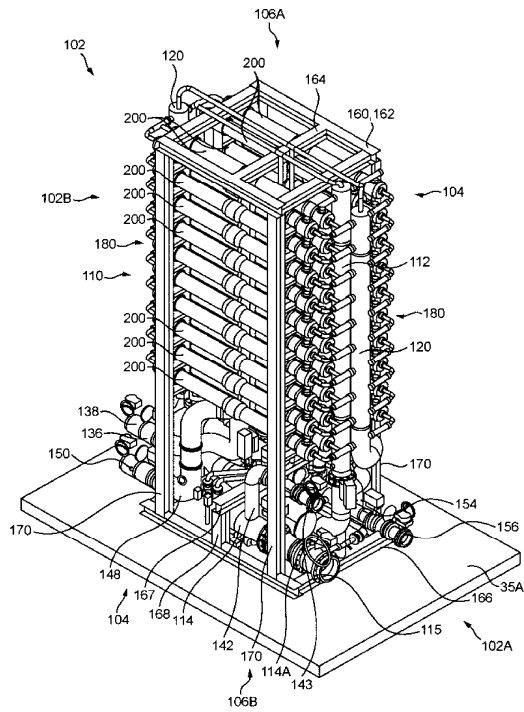
Фиг. 2



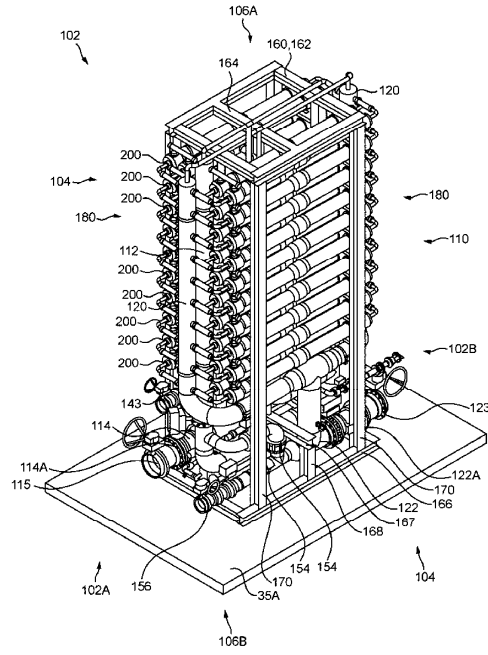
Фиг. 3



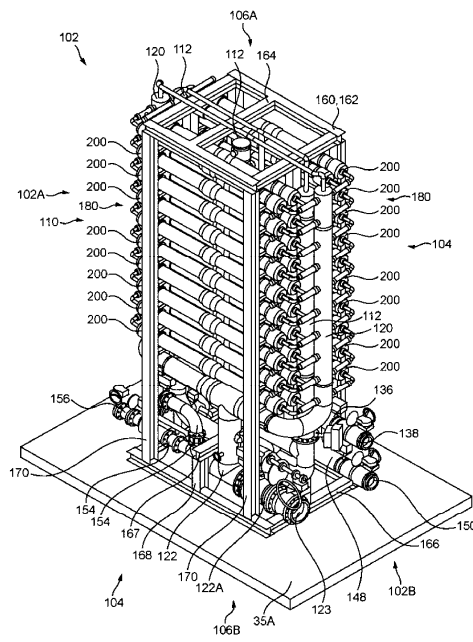
Фиг. 4



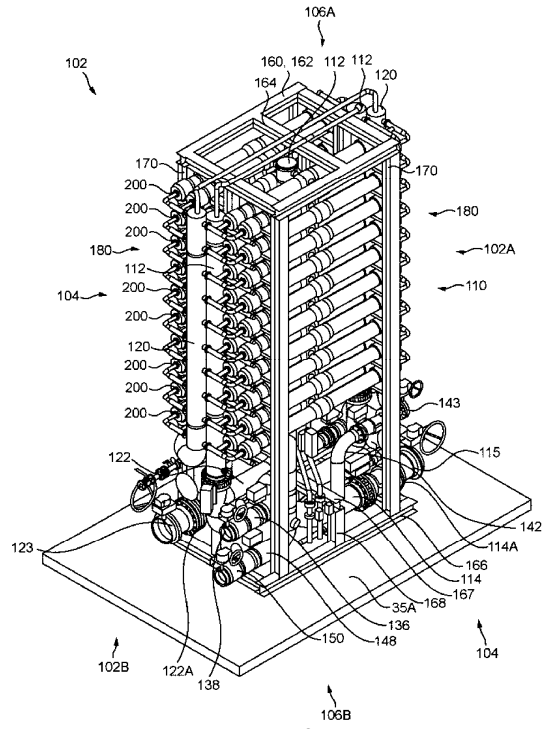
Фиг. 5



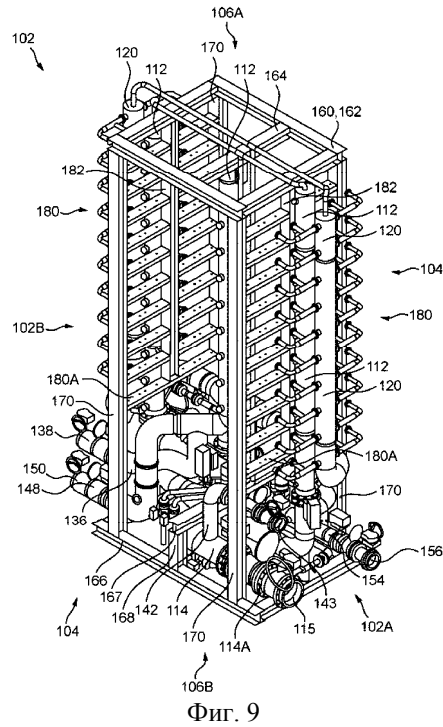
Фиг. 6



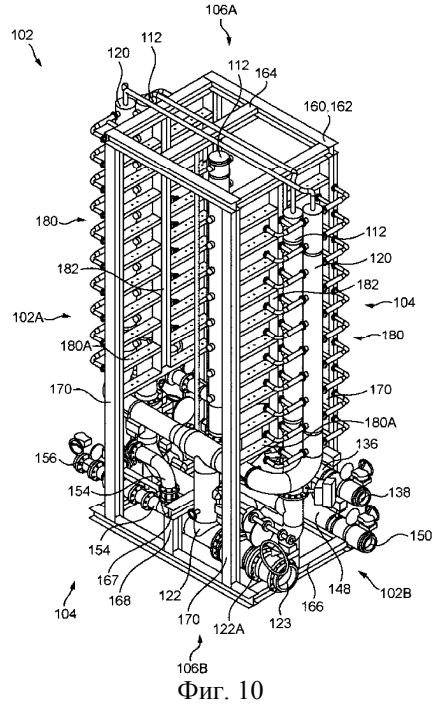
Фиг. 7



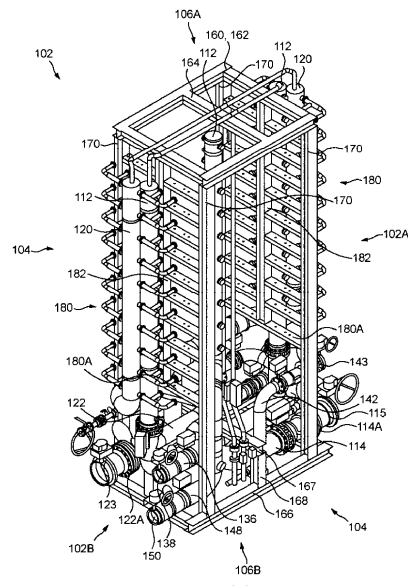
Фиг. 8



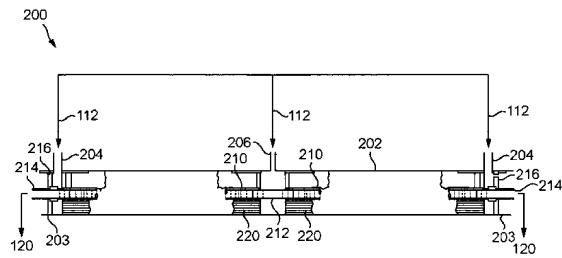
Фиг. 9



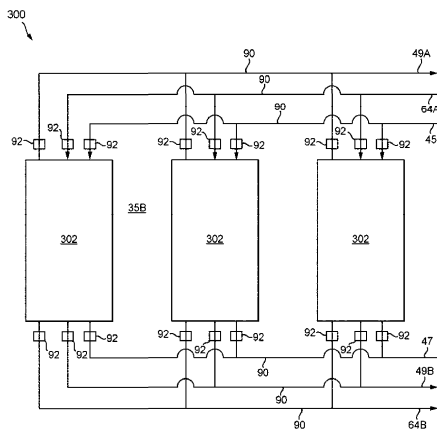
Фиг. 10



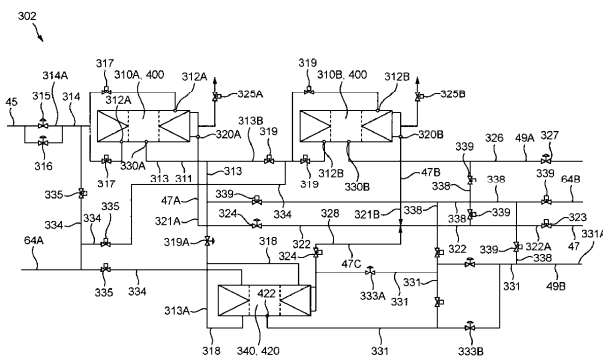
Фиг. 11



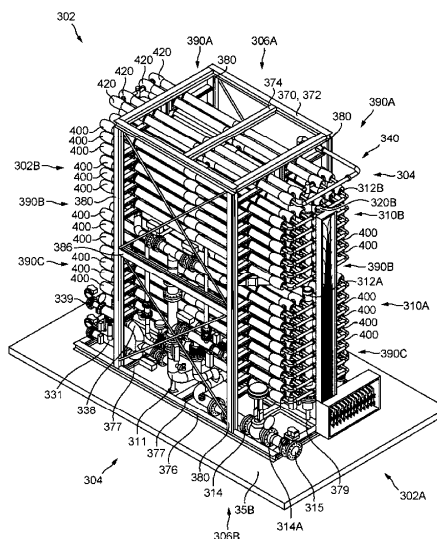
Фиг. 12



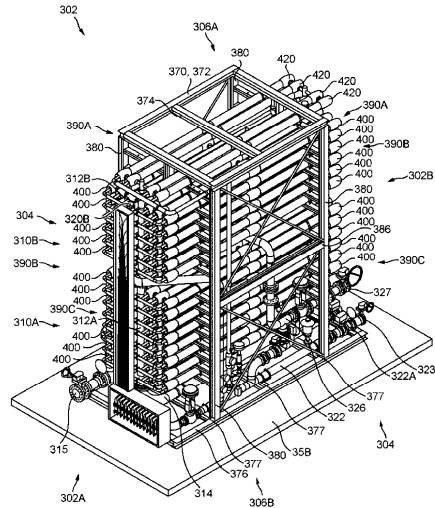
Фиг. 13



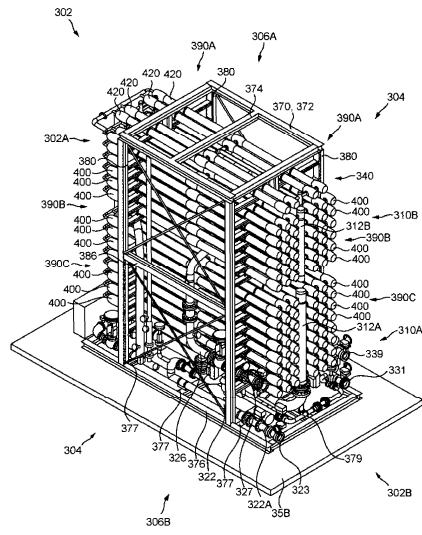
Фиг. 14



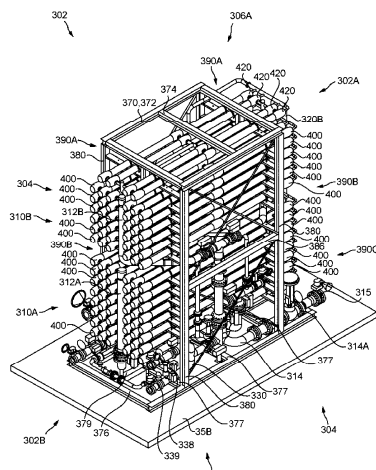
Фиг. 15



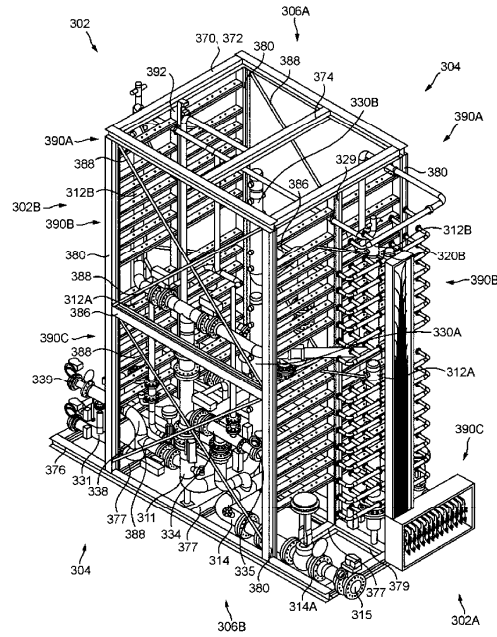
Фиг. 16



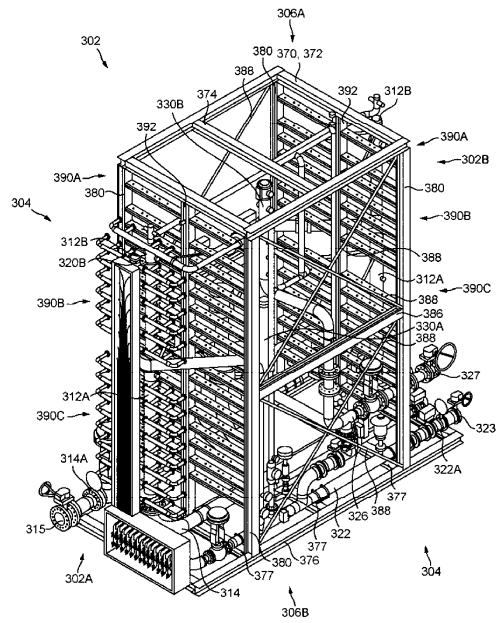
Фиг. 17



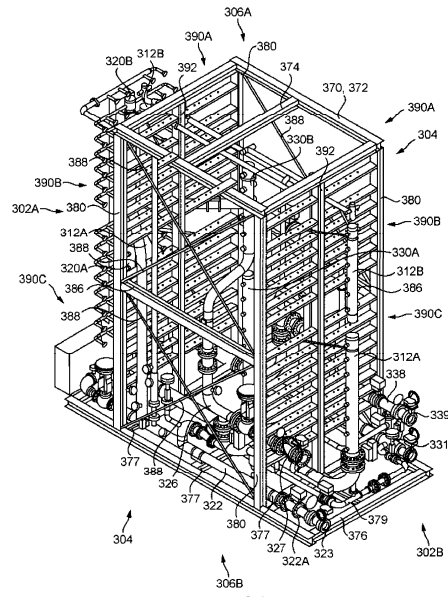
Фиг. 18



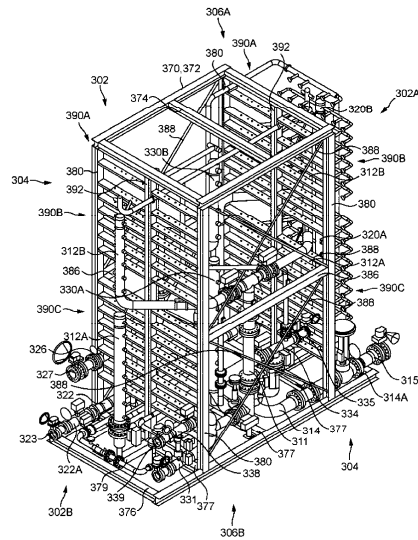
Фиг. 19



Фиг. 20



Фиг. 21



Фиг. 22

