

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202390237 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.04.24(51) Int. Cl. C02F 9/00 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01)
C02F 1/02 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2021.06.17

(54) СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ И ПОЛУЧЕНИЯ ПАРОВ ВОДЫ

(31) 16/922,189

(72) Изобретатель:

(32) 2020.07.07

Райли Джон Д., Джонсон Дана Л.,
Барнум Гарри Патрик (US)

(33) US

(86) PCT/US2021/037802

(74) Представитель:

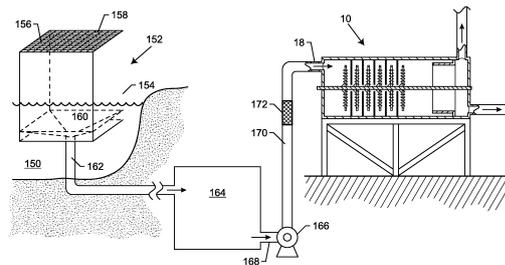
(87) WO 2022/010630 2022.01.13

Гольшко Н.Т. (RU)

(71) Заявитель:

ВЕРНО ХОЛДИНГЗ, ЛЛК (US)

(57) Предложены система и способ очистки текучей среды и получения паров воды, в частности обработки и рециркуляции воды, используемой при паровой обработке в нефтеносной зоне, с использованием испарителя-опреснителя для разделения потока загрязненной воды на утилизируемый поток грязи и поток чистых водяных паров. Поток загрязненной воды образуется после отделения от общего потока нефти и воды из нефтяной скважины. Поток чистых водяных паров предпочтительно пропускают через парогенератор для получения струйного пара, используемого при паровой обработке в нефтяной зоне. Струйный пар закачивают в нефтеносную зону скважины, из которой затем извлекают общий поток нефти и воды. После заполнения достаточным количеством воды из внешнего источника система и способ обеспечивают непрерывную работу с минимальным пополнением для цикла вода/пары воды/струйный пар.



A1

202390237

202390237

A1

СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ И ПОЛУЧЕНИЯ ПАРОВ ВОДЫ

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

5

[001] Изобретение относится к системе очистки воды и получения паров воды. В частности, оно относится к способу, в котором используют датчики и систему управления испарением воды, удалением растворенных примесей и максимальным извлечением питьевой воды из загрязненной воды с

10

использованием горизонтального технологического аппарата для обработки воды.

[002] Опреснение (обессоливание) относится к одному из многих процессов удаления из воды избыточных солей, минеральных веществ и других

15

природных или технических примесей. Издавна с помощью опреснения

превращали морскую воду в питьевую на борту судов. Современные процессы опреснения до сих пор используются на кораблях и подводных лодках для постоянного снабжения экипажа питьевой водой. К опреснению также все чаще прибегают в засушливых регионах, где ресурсы пресной воды ограничены. В

20

этих регионах соленую воду из океана опресняют до получения воды, пригодной для питья или для орошения. Высококцентрированные отходы процесса обессоливания называют рассолом, а типичным основным побочным продуктом является хлористый натрий (NaCl). В последнее время интерес к опреснению сосредоточен на разработке рентабельных способов получения пресной воды

25

для использования в засушливых регионах.

[003] Крупномасштабное опреснение, как правило, требует больших затрат энергии и дорогостоящей инфраструктуры. Например, крупнейшая в мире опреснительная установка использует многоступенчатую мгновенную

30

дистилляцию и может производить 300 млн кубических метров (м³) воды в год. Крупнейший в США опреснительный завод опресняет 25 млн галлонов (95млн м³) воды в сутки. Во всем мире около 13000 опреснительных установок производят более 12 млрд галлонов (45 млрд м³) воды в сутки. Таким образом, в данной отрасли существует постоянная потребность в совершенствовании

способов опреснения, а именно в снижении затрат и повышении эффективности соответствующих систем.

[004] Опреснение может выполняться различными способами. Например, в некоторых способах используют простые приемы опреснения на основе испарения, такие как многоступенчатое испарение, испарение со сжатием пара и испарение – конденсация. Испарение – конденсация – это прежде всего естественный процесс опреснения, осуществляемый в гидрологическом цикле. В гидрологическом цикле вода из таких источников, как озера, океаны, реки испаряется в атмосферу. Пары воды, контактируя с более холодным воздухом, образуют росу или дождь. Полученная вода обычно не содержит примесей. Гидрологический цикл можно воспроизвести искусственно, используя ряд процессов испарения – конденсации. В основе лежит нагрев соленой воду до испарения. При этом соль и другие примеси растворены в воде и остаются в ней. Затем пары воды конденсируют, собирают и хранят как пресную воду. За последние годы система испарение – конденсация была значительно усовершенствована, особенно с появлением более эффективных технологий, облегчающих процесс. Но эти системы по-прежнему требуют значительных затрат энергии для испарения воды. Альтернативный способ опреснения на основе испарения включает многоступенчатую мгновенную дистилляцию, упоминавшуюся выше. В многоступенчатой мгновенной дистилляции используют вакуумную дистилляцию. Вакуумная дистилляция — это процесс кипячения воды при давлении ниже атмосферного, создаваемого в испарительной камере. Вакуумная дистилляция работает при гораздо более низкой температуре, чем многоступенчатое испарение или испарение со сжатием пара, и поэтому требует меньше энергии для испарения воды при ее очистке. Этот способ особенно привлекателен ввиду возрастающих затрат на энергию.

[005] К альтернативным способам опреснения относятся также мембранные процессы, такие как обратный осмос, обратный электродиализ, нанофильтрация, прямой осмос и мембранная дистилляция. Из этих процессов опреснения наиболее широкое применение нашел обратный осмос. При обратном осмосе используют полупроницаемые мембраны и для отделения

соли и других примесей от воды прикладывают давление. Мембраны обратного осмоса являются селективными. То есть, мембрана в высокой степени проницаема для молекул воды и практически непроницаема для соли и других растворенных в воде примесей. Сами мембраны хранят в дорогих контейнерах под высоким давлением. В контейнерах мембраны расположены так, чтобы обеспечить максимальное увеличение площади поверхности и скорости потока соленой воды через них. Традиционные системы опреснения осмосом обычно используют одно из двух средств создания высокого давления в системе: (1) насосы высокого давления, (2) центрифуги. Насос высокого давления помогает фильтровать соленую воду через мембрану. Давление в системе меняется в зависимости от настроек насоса и осмотического давления соленой воды. Осмотическое давление зависит от температуры раствора и концентрации растворенной в нем соли. Используемые в качестве альтернативы центрифуги обычно более эффективны, но их сложнее реализовать. Для разделения материалов различной плотности в растворе центрифуга вращает раствор с высокой скоростью. Вместе с мембраной взвешенные соли и другие примеси подвергаются постоянному радиальному ускорению по длине мембраны. Одной из общих проблем обратного осмоса является удаление взвешенных солей и засорение мембраны с течением времени.

[006] Эксплуатационные расходы установок обратного осмоса для опреснения воды в основном определяются затратами энергии, необходимой для привода насоса высокого давления или центрифуги. Для снижения растущих затрат на энергию, связанных с энергоемкими процессами, в состав системы обратного осмоса может быть введена гидравлическая система рекуперации энергии. Это позволяет вернуть часть входной энергии. Особенно способны возвращать энергию в системах, требующих высокого рабочего давления и больших объемов соленой воды, турбины. Турбина возвращает энергию при падении гидравлического давления. Таким образом, в системе обратного осмоса энергия возвращается за счет перепада давления между противоположными сторонами мембраны. Давление со стороны соленой воды намного выше, чем давление со стороны опресненной воды. Перепад давления производит значительную гидравлическую энергию, возвращаемую турбиной. Таким образом, энергия,

вырабатываемая между секциями высокого и низкого давления мембраны обратного осмоса, используется повторно, а не тратится полностью.

Возвращенная энергия может быть использована для привода любого из компонентов системы, включая насос высокого давления или центрифугу.

- 5 Турбины помогают снизить общие затраты энергии на опреснение.

[007] В целом системы обратного осмоса более рентабельны, так как обычно потребляют меньше энергии, чем термическая дистилляция. Хотя обратный осмос хорошо работает с растворами соленой воды, он может стать

- 10 перегруженным и неэффективным при работе с более солеными растворами, такими как океанская вода. Известны также другие, менее эффективные, способы опреснения воды, такие как ионный обмен, замораживание, геотермальное опреснение, солнечное увлажнение, кристаллизация гидрата метана, высокотемпературная рециркуляция воды и радиочастотная
- 15 гипертермия. Независимо от процесса опреснение остается энергоемкой операцией. Будущие затраты и экономическая целесообразность по-прежнему зависят как от расходов на оборудование, так и от стоимости энергии, необходимой для работы системы.

- 20 [008] В качестве еще одной альтернативы в патенте США № 4,891,140, выданном на имя Бурке-младшего (Burke, Jr.), описан способ отделения и удаления из воды растворенных минеральных и органических веществ путем деструктивной дистилляции. Воду под контролируемым давлением нагревают с образованием пара. По мере испарения воды из раствора выпадают
- 25 растворенные частицы соли и другие примеси. Встроенная гидроциклонная центрифуга ускоряет процесс разделения. Нагретая чистая вода под высоким давлением передает энергию обратно в систему посредством теплообмена с помощью гидравлического двигателя. При таком решении потребление энергии ниже, чем в вышеупомянутых процессах. Потребление энергии практически
- 30 равно потерям в насосе и тепловым потерям при работе оборудования. Одним из особых преимуществ этого решения является то, что нет необходимости заменять мембраны. Этот процесс позволяет удалять химические и другие вещества, которые в противном случае могли бы повредить или разрушить мембранные опреснительные устройства.

[009] Патент США № 4,287,026, выданный на имя Уоллес (Wallace), раскрывает способ и устройство для удаления соли и других минеральных веществ в виде растворенных твердых веществ из соленой и солоноватой воды для получения

5 питьевой воды. Вода проходит через несколько стадий обессоливания при высокой температуре и высоких скоростях центробежной обработки.

Предпочтительно решение, когда воду вращают со скоростью до 2 махов, чтобы эффективно отделять растворенную соль и другие растворенные твердые вещества из испаряемой воды и суспендировать их. Взвешенная соль и другие

10 минеральные вещества выбрасываются наружу центробежными силами и отводятся отдельно от паров воды. Отделенные и очищенные пары воды или струйный пар затем конденсируют с получением питьевой воды. Система требует значительно меньше энергии, чем обратный осмос и аналогичные системы фильтрации, обеспечивая эффективную и экономичную очистку воды.

15 Одним из недостатков этого решения является то, что вращаемый вал работает в вертикальной камере. В результате вращаемый вал прикреплен к основному блоку только подшипником и крышкой подшипника. При высоких скоростях вращения (например, более 1 маха) вибрации вызывают чрезмерный износ подшипника вала и уплотнения. Другой недостаток заключается в том, что

20 корпус состоит из ряда камер, скрепленных болтами, образуя секции корпуса. С этими секциями с помощью уплотнительных колец соединены перфорированные пластины. Корпус и уплотнительные кольца со временем изнашиваются из-за проникновения соли, поскольку секции корпуса соединены большим количеством гаек и болтов. В частности, особенно трудоемка сборка

25 конструкции Уоллеса. Техническое обслуживание тоже трудоемко, так как требуется много времени для отсоединения каждой секции корпуса с ее уплотнительными кольцами, гайками и болтами. А после проведения технического обслуживания устройство нужно снова собрать. Каждая секция корпуса должна быть тщательно смонтирована, чтобы обеспечить надлежащее

30 уплотнение между секциями. Система также теряет надежность в отношении крутящего момента и технического обслуживания по мере старения, например, появляется протекание в уплотнительных кольцах. Кроме того, вращаемый вал соединен с источником энергии через зубчатую передачу, что усугубляет

проблему надежности, связанную с подшипниками, валами и уплотнениями. Система не предусматривает средств регулирования скорости вращения вала в зависимости от осмотического давления опресняемой воды. Поэтому статическая работа опреснительной установки Уоллеса не столь эффективна, как у других современных опреснительных установок.

[010] Таким образом, в данной отрасли существует потребность в более совершенной системе, содержащей датчики для мониторинга параметров в реальном времени и элементы управления для регулировки работы системы для максимального удаления примесей из воды, например, для опреснения воды с минимальным потреблением энергии. Для увеличения выхода питьевой воды с $\approx 80\%$ до $\approx 96 - 99\%$ такая система должна допускать несколько циклов рециркуляции, включать систему полимерного извлечения следовых количеств микроэлементов из оставшегося рассола («грязи») и потреблять меньше энергии, чем известные системы опреснения. Предлагаемое изобретение удовлетворяет эти потребности и обеспечивает дополнительные преимущества.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

[011] Изобретение направлено на систему для обработки текучих сред, например, очистки или опреснения воды и получения паров воды, включая струйный пар. Система очистки текучей среды и улавливания паров начинается с источника загрязненной воды, сообщенного с сетчатым фильтром. Этот сетчатый фильтр сообщен с питающим баком для загрязненной воды. На вход для загрязненной воды на блоке очистки с выхода фильтра поступает отфильтрованная загрязненная вода для ее разделения на поток грязи и поток паров воды.

[012] Блок очистки имеет практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, расположенными вдоль аппарата на расстоянии друг от друга вертикально между его первым концом вблизи входа для загрязненной воды и его вторым концом вблизи выхода для грязи и выходом

для чистых паров воды. С выходом для грязи сообщен бак для грязи. С выходом для чистых паров воды сообщен паропровод.

[013] Питающий бак для загрязненной воды может включать теплообменник, в
5 который встроен упомянутый паропровод. Паропровод, обеспечивающий
перенос текучей среды, проходит через этот теплообменник, чтобы
конденсировать чистые пары воды, выходящие из блока очистки. С
паропроводом после прохождения последнего через теплообменник сообщен
бак для регенерации опресненной воды, предназначенный для хранения
10 конденсированной воды для ее последующей обработки или потребления.

[014] Вместо прохождения через теплообменник паропровод может быть
сообщен с парогенератором для преобразования потока паров воды в струйный
пар. Выход парогенератора может быть сообщен с паровой турбиной для
15 преобразования энергии струи пара в электричество. Электроэнергия,
вырабатываемая паровой турбиной, может отдаваться в электрическую сеть
или подаваться к аккумуляторной батарее для последующего использования.
При определенных обстоятельствах паровая турбина может получать струйный
пар прямо из паропровода, минуя парогенератор или обходясь без него.

20 [015] Вместо паровой турбины паропровод от парогенератора может быть
сообщен с инжектором пара в устье нефтяной скважины или на аналогичном
объекте, сообщенном с подземной нефтеносной зоной. Общий поток нефти и
воды, извлеченный из нефтеносной зоны, принимается сепаратором вода /
25 нефть для разделения на нефть и загрязненную воду. Между устьем нефтяной
скважины и этим сепаратором может быть установлен с возможностью
переноса текучей среды газоотделитель для отделения газов, увлекаемых
потокм нефти и воды.

30 [016] В блоке очистки, иначе называемом также испарителем-опреснителем,
каждый вращаемый лоток снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход
первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, а
в каждой неподвижной перегородке выполнены отверстия, каждое из которых
имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый

диаметр. Блок очистки может быть снабжен внутренней втулки, расположенной в удлиненном аппарате за блоком чередующихся лотков и перегородок, причем эта внутренняя втулка образует кольцевой проход к выходу для грязи.

- 5 [017] Изобретение направлено также на способ обработки и рециклирования воды, используемой в цикле паровой обработки в нефтеносной зоне. Способ начинается с закачки потока струйного пара в подземную нефтеносную зону для интенсификации и увеличения нефтеотдачи из нее. Из подземной нефтеносной зоны извлекается общий поток нефти и воды. Этот общий поток разделяется на
- 10 поток нефти и поток загрязненной воды. Поток загрязненной воды фильтруют через устройство для фильтрации крупных частиц, получая отфильтрованный поток загрязненной воды. Этот поток пропускают через испаритель-опреснитель, который разделяет его на поток грязи и поток чистых паров воды. Наконец, поток чистых паров воды прокачивают через парогенератор для
- 15 получения потока струйного пара.

- [018] Способ может дополнительно включать подачу в парогенератор потока воды из внешнего источника, чтобы ввести достаточно воды для цикла паровой обработки нефтеносной зоны. Способ может также включать отвод грязи в
- 20 утилизационную скважину, отдельную от подземной нефтеносной зоны. Нефть может храниться в баке-хранилище до последующей обработки и сбыта. Способ может дополнительно включать дегазацию общего потока нефти и воды перед проведением стадии разделения.

- 25 [019] Испаритель-опреснитель предпочтительно имеет практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный блоком чередующихся вращаемых лотков и неподвижных перегородок, расположенных вертикально вдоль удлиненного аппарата между его первым и вторым концами. Этот блок чередующихся лотков и перегородок выполнен таким образом, что
- 30 каждый лоток снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, а в каждой из перегородок выполнены отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. Испаритель-опреснитель может включать также внутреннюю втулку,

расположенную в удлиненном аппарате за блоком чередующихся лотков и перегородок, причем внутренняя втулка образует кольцевой проход к выходу для грязи.

- 5 [020] Удлиненный технологический аппарат испарителя-опреснителя предпочтительно представляет собой удлиненную емкость, образующую внутреннюю камеру. Эта емкость ориентирована практически горизонтально. В емкости имеется вход для введения в нее текучей среды. Во внутренней камере на расстоянии друг от друга расположены лотки. Лотки снабжены патрубками, выполненными с возможностью пропускать через себя текучую среду – как жидкость, так и пар. Каждый патрубок предпочтительно имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. Между лотками расположены перегородки, выполненных в виде пластин с отверстиями. В каждой перегородке выполнены отверстия, способные пропускать через себя текучую среду – как жидкость, так и пар. Предпочтительно, отверстия имеют вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. В одном из вариантов по меньшей мере один лоток снабжен направителем потока, отходящим от его передней поверхности и выполненный с возможностью направлять поток текучей среды к периферии лотка.

- 25 [021] Через перегородки проходит вращаемый вал, скрепленный с лотками с возможностью вращать их во внутренней камере, в то время как перегородки остаются неподвижными. Вал получает вращение от привода. Как правило, между перегородками и валом имеется зазор, или же расположен слой или втулка из материала с низким коэффициентом трения, или подшипники.

- 30 [022] В аппарате имеется выход для грязи, обычно сообщенный с баком для грязи. Внутренняя втулка расположена во внутренней камере за блоком лотков и перегородок. Она расположена вблизи выхода для грязи и образует кольцевой проход, ведущий из внутренней камеры к выходу для грязи. Аппарат имеет также выход для паров воды, сообщенный с баком-пароуловителем для конденсации пара в жидкую воду. В одном из вариантов с технологическим

аппаратом сообщен по меньшей мере один бак для обработанной грязи с целью повторной обработки грязи путем повторного пропускания ее через систему.

[023] В одном из вариантов для регулирования скорости вращения вала или подачи текучей среды в аппарат использован контроллер. С контроллером связан по меньшей мере один датчик. По меньшей мере один датчик выполнен с возможностью определять по меньшей мере один из следующих параметров: (1) скорость вращения вала или лотков, (2) давление во внутренней камере, (3) температуру текучей среды, (4) скорости подачи текучей среды, (5) уровень загрязнения текучей среды, подлежащей переработке.

[024] В одном из вариантов с выходом для паров воды на аппарате соединена турбина, функционально соединенная с электрогенератором. Текучая среда нагревается по меньшей мере до ее температуры кипения, чтобы создать струйный пар, и пары воды и/или струйный пар пропускают через турбину, соединенную с электрогенератором. Возврат обработанной текучей среды может быть расположен между турбиной и входом для текучей среды на аппарате. В альтернативном варианте из аппарата выходит вал, который напрямую или через трансмиссию соединен с электрогенератором.

[025] Другие признаки и преимущества изобретения станут ясны из дальнейшего более подробного описания в сочетании с прилагаемыми графическими материалами (чертежами), которые иллюстрируют принципы изобретения на примерах.

25

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[026] Изобретение проиллюстрировано на прилагаемых чертежах.

30

[027] На фиг. 1 схематично на виде сверху изображена предлагаемая система очистки воды и получения водяного пара.

[028] На фиг. 2 система, изображенная на фиг. 1, схематично изображена на виде сбоку в частичном разрезе.

35

[029] На фиг. 3 на виде сверху изображен технологический аппарат для обработки воды с открытой верхней частью.

5 [030] На фиг. 4 на виде с торца изображен относящийся к предлагаемой системе горизонтальный технологический аппарат для обработки воды, прикрепленный к переносной конструкции.

[031] На фиг. 5 на виде сверху изображен вращаемый лоток, снабженный патрубками.

10

[032] На фиг. 6 изображен в разрезе фрагмент лотка и патрубка на нем.

[033] На фиг. 7 на виде сверху изображена относящаяся к предлагаемой системе перегородка.

15

[034] На фиг. 8 на виде сбоку изображен лоток, перед которым размещен направляющий поток.

20

[035] На фиг. 9 изображен в разрезе фрагмент перегородки, в котором выполнено сужающееся отверстие.

[036] На фиг. 10 схематично проиллюстрирован относящийся к предлагаемой системе электродвигатель, через трансмиссию соединенный с валом технологического аппарата для очистки воды.

25

[037] На фиг. 11 схематично изображена предлагаемая система, аналогичная системе, проиллюстрированной на фиг. 1, но снабженной блоком управления и различными датчиками.

30

[038] На фиг. 12 на виде сверху изображена предлагаемая система, снабженная турбиной и электрогенератором.

[039] На фиг. 13 на виде с торца изображен технологический аппарат для очистки воды, при этом показан его выход для пара.

35

[040] На фиг. 14 система, проиллюстрированная на фиг. 12, схематично изображена на виде сбоку.

[041] На фиг. 15 на виде спереди схематично изображена предлагаемая система в альтернативном варианте ее осуществления.

5 [042] На фиг. 16 в увеличенном масштабе представлена область лотков и перегородок, ограниченная на фиг. 15 окружностью и обозначенная как «16».

[043] На фиг. 17 на виде снизу в аксонометрии изображен относящийся к системе, представленной на фиг. 15, технологический аппарат, имеющий вход и
10 выходы.

[044] На фиг. 18 технологический аппарат, представленный на фиг. 17, изображен с продольным разрезом его корпуса по сечению 18 – 18.

15 [045] На фиг. 19 изображен относящийся к системе, представленной на фиг. 15, вал вместе с лотками и перегородками.

[046] На фиг. 20 изображен лоток, относящийся к системе, представленной на фиг. 15.

20 [047] На фиг. 21 изображена перегородка, относящаяся к системе, представленной на фиг. 15.

[048] На фиг. 22 изображен лоток на виде по сечению, обозначенному на фиг. 20
25 как 22 – 22.

[049] На фиг. 23 лоток изображен с другой стороны на виде по сечению, обозначенному на фиг. 20 как 23 – 23.

30 [050] На фиг. 24 изображена перегородка, на виде по сечению, обозначенному на фиг. 21 как 24 – 24.

[051] На фиг. 25 в продольном разрезе показан фрагмент вала, лотка и перегородки, расположенных в корпусе аппарата.

35 [052] На фиг. 26 лоток изображен в разрезе по сечению, обозначенному на фиг. 20 как 26 – 26.

[053] На фиг. 27 перегородка изображена в разрезе по сечению, обозначенному на фиг. 21 как 27 – 27.

5 [054] На фиг. 28 схематично изображен экран управления для предлагаемой системы.

[055] На фиг. 29 схематично проиллюстрированы процессы, протекающие в различных точках относящегося к предлагаемой системе технологического
10 аппарата для очистки воды.

[056] На фиг. 30 проиллюстрирован вариант осуществления системы, представленной на фиг. 15, в которой лотки и перегородки имеют увеличенное число соответственно патрубков и отверстий с увеличенным диаметром.

15 [057] На фиг. 31 изображен лоток из варианта, проиллюстрированного на фиг. 30.

[058] На фиг. 32 изображена перегородка из варианта, проиллюстрированного
20 на фиг. 30.

[059] На фиг. 33 схематично проиллюстрирован вариант осуществления предлагаемой системы, включающий систему улавливания соленой воды и бак-хранилище.

25 [060] На фиг. 34 схематично проиллюстрирована относящаяся к предлагаемой системе система улавливания соленой воды

[061] На фиг. 35 схематично проиллюстрирован вариант осуществления
30 предлагаемой системы, включающий опреснитель верхнего расположения и бак-накопитель с гидроэлектрическим генератором.

[062] На фиг. 35А схематично изображен опреснитель из варианта, проиллюстрированного на фиг. 35.

35

[063] На фиг. 36 схематично проиллюстрирован вариант осуществления предлагаемой системы, включающий систему рециркуляции грязи и систему высушивания грязи.

5 [064] На фиг. 37 схематично проиллюстрирован вариант осуществления предлагаемой системы, включающий систему управления с графическим дисплеем.

[065] На фиг. 38 схематично изображена система управления с графическим
10 отображением на основном экране.

[066] На фиг. 39 схематично проиллюстрирована система управления с графическим отображением на графическом экране.

15 [067] На фиг. 40 схематично проиллюстрирована система управления с графическим отображением на экране трендов.

[068] На фиг. 41 изображена блок-схема предлагаемых системы и способа получения опресненной воды.

20 [069] На фиг. 42 изображена блок-схема предлагаемой системы генерирования струйного пара и электричества.

[070] На фиг. 43 схематично проиллюстрирован предлагаемый способ паровой
25 обработки нефтеносной зоны.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

30 [071] Как можно видеть на чертежах, изобретение относится к системе и способу очистки воды и получения паров воды. Предлагаемые способ и система особенно подходят для опреснения соленой воды, такой как океанская или другая соленая вода, а также речной воды или других жидкостей / полужидких
35 масс. Эта обработка в целях иллюстрации будет здесь описана как предпочтительная, однако специалистам должно быть понятно, что предлагаемые система и способ могут быть использованы также для очистки

- воды из других источников. Изобретение может быть использовано для удаления растворенных или взвешенных твердых частиц, а также тяжелых металлов и других примесей. Кроме того, как будет более подробно описано далее, предлагаемые система и способ могут быть применены к относительно
- 5 чистой воде для получения паров воды в виде струйного пара, который имеет достаточное давление и температуру, чтобы приводить в действие турбину, функционально связанную с электрогенератором для выработки электроэнергии, или же для парового отопления.
- 10 [072] Далее будет описано несколько вариантов осуществления предлагаемых способа и системы для очистки воды и получения паров воды. Во всех этих вариантах на чертежах функционально эквивалентные компоненты имеют одинаковые ссылочные обозначения.
- 15 [073] Изображенная на фиг. 1 и фиг. 2 система – испаритель-опреснитель воды, обозначенная ссылочной позицией 10, включает технологический аппарат 12 для обработки воды, имеющий внутреннюю камеру 14, в которой соль и другие растворенные твердые вещества и примеси удаляются из воды для получения
- 20 питьевой воды, практически не содержащей минеральных веществ. В одном из вариантов в аппарат 12 подают загрязненную воду из питающего бака 16 через впускной клапан входа 18 по питающей трубе 20. На этих чертежах впускной клапан входа 18 сообщен с аппаратом 12 сбоку через боковую стенку. Этот впускной клапан может иметь и другое расположение, как будет описано ниже. Текучей средой, подлежащей обработке, может быть морская или океанская
- 25 вода, другие соленые воды или даже вода, загрязненная другими примесями. Кроме того, изобретение предусматривает подачу загрязненной воды прямо из источника, при этом не обязательно использовать питающий бак 16.
- [074] В варианте, проиллюстрированном на фиг. 3, аппарат 12 имеет нижнюю
- 30 секцию 12a и верхнюю секцию 12b, которые могут быть открыты или отведены друг от друга для доступа к содержимому внутренней камеры 14 аппарата 12. Аппарат 12 также может быть выполнен как одно целое, без верхней и нижней секций. Аппарат 12 в своей внутренней камере 14 снабжен вращаемыми лотками 22, расположенными на расстоянии друг от друга, причем между

каждыми двумя соседними лотками установлена перегородка 24. Как далее будет объяснено более подробно, каждый лоток 22 снабжен пронизывающими его патрубками 26, а в каждой перегородке 24 выполнены сквозные отверстия 28. Перегородки 24 неподвижно прикреплены к корпусу аппарата 12.

- 5 Перегородки 24 могут иметь нижнюю часть, расположенную в нижней секции 12a аппарата, и верхнюю часть, прикрепленную к верхней секции 12b аппарата 12 и расположенную в ней, причем обе части предназначены для образования единой перегородки, когда нижняя и верхняя секции 12a и 12b аппарата 12 соединены друг с другом и закрыты. В альтернативном варианте каждая
- 10 перегородка 24 выполнена как единая деталь, которая прикреплена либо к нижней секции 12a, либо к верхней секции 12b в ранее рассмотренном варианте, или в нескольких точках в варианте с цельным корпусом. В любом варианте перегородка 24 остается неподвижной, когда через нее проходят вода и пары воды.

- 15 [075] Как показано на фиг. 2, фиг. 10, фиг. 11 и фиг. 12, скорость, с которой электродвигатель 32 приводит в движение трансмиссию 34 и вал 36, можно регулировать с помощью частотно-регулируемого привода 30. На
- 20 противоположных концах аппарата 12 вал 36 установлен с возможностью вращения на подшипниках, обычно подшипниках качения, смазываемых синтетическим маслом, на муфтах Шмитта или на керамических подшипниках 38 и 40. Вал 36 проходит через лотки 22 и перегородки 24 с возможностью вращать только лотки 22. То есть, лотки 22 зафиксированы на вале 36. Чтобы
- 25 уменьшить трение между вращающимся валом 36 и неподвижной перегородкой 24, между ними расположен материал с низким коэффициентом трения, например, слой или втулка из тефлона, стабилизирующая и поддерживающая вал 36 при его вращении. Тефлон не является предпочтительным материалом, так как он может изнашиваться и загрязнять текучую среду.

- 30 [076] В альтернативном варианте, проиллюстрированном на фиг. 2A и фиг. 12A, система 10 управляется двигателем 32a прямого привода, который соединен с одним концом вала 36 напрямую. В качестве двигателя 32a прямого привода можно использовать высокоскоростной электродвигатель или прямой привод от газовой турбины. При использовании двигателя 32a прямого привода можно

избежать снижения мощности и усилия, обусловленного сопротивлением, присущим зубчатой передаче. В типичной системе привода с редуктором двигатель мощностью, например, 200 л. с. (147,1 кВт; для перевода использовано соотношение 1 л. с. = 735,5 Вт) и крутящим моментом 300 фунтов

5 силы – футов ($\approx 406,74$ Нм; для перевода использовано соотношение 1 фунт силы – фут = 1,3558 Нм) после зацепления может обеспечить параметры ротора 60 л. с. (44,13 кВт) и 90 фунтов силы – футов (≈ 122 Нм) соответственно. А двигателю с прямым приводом для достижения тех же параметров ротора достаточно только 60 л. с. (44,13 кВт) и 90 фунтов силы – футов (≈ 122 Нм).

10 Понижения не происходит, так как устранена зубчатая передача.

[077] Хотя система 10 с трансмиссией с зубчатой передачей может быть выполнена также в виде мобильной установки, например, на прицепе, устранение трансмиссии в системе с прямым приводом повышает мобильность

15 системы 10. А меньшую, более компактную систему 10 с прямым приводом легче разместить на прицепе, который легче перемещать.

[078] Как видно из чертежей, аппарат 12 ориентирован горизонтально. Этим он отличается от устройства Уоллеса (патент США № 4,287,026), в котором

20 аппарат для обработки воды ориентирован вертикально, а верхняя часть вращающегося вала закреплена подшипником и крышкой подшипника, на которые опирается сам аппарат. В результате вращаемый вал прочно прикреплен только к основанию конструкции. При высоких рабочих скоростях вибрации внутри системы вызывают быстрое разрушение подшипников, валов

25 и уплотнений. Напротив, горизонтальная установка аппарата 12 на рамной конструкции 42 распределяет вращательную нагрузку по длине аппарата 12 и уменьшает вибрации, такие как гармонические колебания, которые в противном случае могли бы быстро вызвать отказы подшипников, валов и уплотнений. Кроме того, монтаж аппарата 12 на рамной конструкции 42 повышает

30 транспортабельность системы 10. Поддержка вала 36 при его очень быстром вращении через каждую перегородку 24 дополнительно стабилизирует вал и систему и уменьшает вызванные этим вибрации и риск повреждения.

[079] Как упоминалось выше, вал 36 и лотки 22 вращаются с очень высокой скоростью, например, 2 маха, хотя более эффективными оказались более медленные скорости, такие как 1,7 маха. Это вращение перемещает воду через патрубки 26 лотков 22, которые закручивают и нагревают воду так, что образуются пары воды, а примеси, соли и другие растворенные твердые вещества остаются в жидкой фазе, и в парах воды их нет. Большая часть всасываемой воды испаряется за счет (1) вакуумной перегонки и (2) кавитации, создаваемой при ударе о первый вращающийся лоток 22, центробежное и осевое сжатие потока вызывают повышение температуры и давления, поскольку существует прямая зависимость между частотой вращения вала и температурой /давлением, которые повышаются или понижаются. Затем вода и пары воды проходят через отверстия 28 в перегородках 24, а затем через следующий вращающийся лоток 22 с патрубками 26. Строение лотков 22 и перегородок 24 таково, что обеспечена минимизация или устранение сопротивления и трения при вращении вала 36 за счет обеспечения достаточного зазора по периметру лотков 22 и у центральных отверстий 59 перегородок 24. Вместе с тем, для повышения эффективности обработки протекание по периметру лотков 22 и через центральные отверстия 59 перегородок 24 должно быть минимизировано.

[080] При прохождении воды и паров воды через каждую субкамеру аппарата 12 температура паров повышается, так что создаются дополнительные пары воды и в жидкой фазе остаются соли, растворенные твердые вещества и другие примеси (вместе с жидкостью это образует «грязь»). Центробежные силы, действующие на грязь, направляют ее к стенке внутренней камеры 14 и в каналы 44, которые направляют примеси и оставшуюся воду к выходу 46. Образующийся водяной пар проходит через выполненный в аппарате 12 выход 48 для паров. Таким образом, пары воды и грязь, содержащая оставшуюся воду, отделяются друг от друга. Важно отметить, что система 10 производит пары воды как воду, перешедшую в газообразное состояние без кипячения. Пары воды образуются за счет пониженного давления в сочетании с повышенной температурой. Система 10 поддерживает температуру паров воды на уровне, равном или ниже температуры кипения жидкости, что позволяет избежать

дополнительных затрат энергии для преобразования жидкой воды в пар (скрытая теплота парообразования). Поэтому соответственно уменьшается энергия, необходимая для обратного превращения паров воды в жидкую воду.

5 [081] Как сказано выше, лотки 22 приводимы во вращение валом 36. Вал 36
внутри аппарата 12 опирается на подшипники, о чем тоже было сказано выше.
Обычно используют подшипники качения, смазываемые синтетическим маслом,
10 стальные или керамические. Известные системы опреснения содержат
стандартные роликовые подшипники, которые выходят из строя при высоких
скоростях вращения и высоких температурах. Таким образом, известные
системы опреснения имеют высокую частоту отказов, связанную со
стандартными подшипниками качения. Используемые в изобретении
подшипники качения, герметичные стальные шарикоподшипники или
15 керамические подшипники 38 и 40 более долговечны, чем стандартные
роликовые подшипники, и реже выходят из строя при высоких скоростях
вращения и температурах. Для минимизации износа в процессе эксплуатации
подшипники 38, 40 могут быть снабжены внутренними смазочными трубками
для протекания смазочного материала. Подшипники 38, 40 содержат также
20 датчики вибрации для контроля и минимизации уровня вибрации, возникающей
во время работы. Кроме того, вал 36 может местами поддерживаться деталями
с низким коэффициентом трения, такими как тефлоновые втулки или
подшипники 50, расположенными между перегородками 24 и валом 36. Это
обеспечивает более равномерное распределение веса и усилий по валу 36,
улучшает работу системы и продлевает срок ее службы.

25 [082] На фиг. 5 и фиг. 6 в качестве примера проиллюстрирован лоток 22,
снабженный патрубками 26, пронизывающими его. На этом лотке показано 14
патрубок, но следует понимать, что количество патрубков на одном лотке 22
может быть разным и достигать нескольких десятков, поэтому пунктирная линия
30 обозначает разное количество патрубков.

[083] На фиг. 6 лоток 22 и патрубок 26 на нем изображены в разрезе. В особо
предпочтительном варианте патрубки 26 сужены таким образом, что диаметр их
входа 52 больше, чем диаметр их выхода 54. Конический патрубок 26

представляет собой по существу трубку Вентури, имеющую вертикальный вход 52, практически перпендикулярный горизонтальной поверхности основания лотка 22. При прохождении через сужающийся патрубок 26 жидкость и пары ускоряются, поскольку конический патрубок на входе 52 имеет большее сечение, а на выходе 54 меньшее сечение. Уменьшение сечения от входа к выходу патрубка 26 вызывает увеличение скорости из-за эффекта Вентури. В результате жидкость и пары дополнительно ускоряются и перемешиваются, что приводит к повышению температуры и давления. Это создает дополнительные условия для разделения грязи и паров. Сужающийся патрубок 26 может быть прикреплен к лотку 22 любым способом, известным в данной области техники.

[084] Следует еще раз отметить, что в большей или меньшей степени сужающиеся патрубки 26 распределены по всей площади лотка 22, а их конкретное количество и размеры варьируются в зависимости от условий работы предлагаемой системы 10. Кроме того, угол установки патрубка 26, на фиг. 6 показанный примерно как 45° , может варьироваться от лотка к лотку. То есть, за счет увеличения угла установки патрубка, например, от 25° до 31° – 36° на следующем лотке, до 40° – 45° на следующем лотке и т. д. увеличение угла установки патрубков 26 в лотке 22 компенсирует увеличение давления водяного пара, которое увеличивается при его прохождении через аппарат 12. Увеличение этого угла также может быть использовано для дальнейшего перемешивания и получения паров воды и повышения их давления, что может быть использовано в паровой турбине, как будет подробно описано ниже.

[085] На фиг. 7 и фиг. 9 проиллюстрирована перегородка 24, выполненная в виде пластины с отверстиями (см. фиг. 7). В рассматриваемом варианте перегородка 24 выполнена состоящей из первого пластинчатого элемента 56 и второго пластинчатого элемента 58, которые соединителями 60 соединены с внутренней стенкой аппарата 12. В качестве соединителей 60 могут быть использованы болты, штифты и т. п. подходящие крепежные элементы. В альтернативном варианте перегородка 24 выполнена как единая деталь, соединенная либо с верхней секцией 12а, либо с нижней секции 12b аппарата. В случае двух пластинчатых элементов 56 и 58 предпочтительно, чтобы

элементы 56 и 58 сцеплялись друг с другом, образуя единую перегородку 24, когда аппарат 12 закрыт.

[086] Как говорилось выше, в перегородке 24 выполнены отверстия 28. На 5
фиг. 9 одно из таких отверстий 28 показано в разрезе. Подобно патрубку на лотке это отверстие имеет вход 62, диаметр которого больше диаметра его выхода 64, так что канал отверстия 28 сужается, что увеличивает давление и скорость воды и паров, которые проходят через него, дополнительно повышая температуру и создавая дополнительные пары воды. Подобно патрубкам на 10
лотках 22, отверстия 28 выполнены по всей поверхности перегородки, что показано рядом пунктирных линий. Конкретное количество и размер отверстий 28 могут варьироваться в зависимости от условий работы системы 10.

[087] На фиг. 8 показан вал 36, на котором зафиксирован лоток 22. В одном из 15
вариантов перед лотком 22 расположен конусообразный направитель 66. Для отклонения оставшейся воды и паров, которые проходят через центральное отверстие 59 в перегородке 24, для улучшения испарения и повышения выхода питьевой воды направителю 66 придан скос, например, под углом 45° от вала 36 к периферии или внешнему краю лотка 22.

20
[088] Как говорилось выше со ссылками на фиг. 3 и фиг. 4, в особо предпочтительном варианте корпус аппарата 12 выполнен в виде двух секций 12a и 12b. Это позволяет быстро проверять и при необходимости заменять компоненты аппарата. Предпочтительно, стенка внутренней камеры 14 и любые 25
другие компоненты, такие как лотки 22, перегородки 24, вал 36 и т. д. обрабатывают мелонитом или другим уменьшающим трение и устойчивым к коррозии веществом. Разумеется, эти компоненты могут быть изготовлены из материалов, устойчивых к коррозии и имеющих низкий коэффициент трения, таких как полированная нержавеющая сталь и т. п. Нижняя и верхняя секции 30
12a и 12b аппарата 12 предпочтительно соединяемы между собой таким образом, чтобы в закрытом состоянии они обеспечивали герметичность. Кроме того, закрытый аппарат 12 должен выдерживать высокие температуры и давления из-за испарения воды в нем во время работы системы 10.

[089] Как показано на фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 10, электродвигатель 32 и вал 36 соединены трансмиссией 34. В качестве двигателя 32 может быть использован двигатель внутреннего сгорания (бензиновый, дизельный, газовый и т. д.), электродвигатель, газовая турбина или другое известное средство привода.

- 5 Скорость трансмиссии 34 задается частотно-регулируемым приводом 30. Изображения на фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 10 являются схематическими и не передают относительных размеров частотно-регулируемого привода 30, двигателя 32 и трансмиссии 34. Частотно-регулируемый привод 30 работает под управлением контроллера 68, как будет описано более подробно далее. Вал 36 может иметь
- 10 ременный или зубчатый привод. Как будет описано ниже, двигатель 32 также может быть соединен с валом 36 напрямую. В варианте, проиллюстрированном на фиг. 10, вал 70 двигателя соединен с промежуточным валом 72 ремнем 74. Промежуточный вал 72 соединен с приводным валом другим ремнем 76. Высокоскоростная ременно-шкивная передача, показанная на фиг. 10, приводит
- 15 в движение вал 36 внутри аппарата 12. Ремни 74 и 76 и промежуточные валы 72 увеличивают выходную скорость вращения на валу 36 во много раз по сравнению со скоростью вращения на входе, обеспечиваемой электродвигателем 32 на валу 70. Разумеется, отношение входной скорости вращения к выходной скорости вращения можно изменять путем изменения
- 20 относительных скоростей вращения ремней 74 и 76 и соответствующих промежуточных валов 72. Благодаря соединению приводного вала 70 с валом 36 через ремни 74 и 76 и промежуточным валом 72 и добавлению к валу 36 между трансмиссией 34 и аппаратом 12 муфты Шмитта изобретение избавляет от проблем с вибрацией и недостаточной надежностью, которые свойственны
- 25 известным системам опреснения.

- [090] Как можно видеть на фиг. 1, пары воды в аппарате 12 направляются через выход 48. Через улавливающую трубу 78 пар проходит в бак-пароуловитель 80. В баке 80 пары конденсируются, превращаясь в жидкую воду. Для облегчения
- 30 этого процесса в одном из вариантов на пути потока паров установлены на расстоянии друг от друга элементы 82, например, в виде жалюзи, так что пары могут конденсироваться на жалюзи, превращаясь в жидкую воду. Эта вода перемещается в бак-хранилище 84 для питьевой воды или в бак-накопитель 86

для пастеризации и хранения. Если вода и пары воды в аппарате 12 нагреты до температуры, необходимой для пастеризации, чтобы убить вредные микроорганизмы, личинки дрейссены и другие вредные организмы, вода может содержаться в баке-накопителе 86.

5

[091] На прилагаемых чертежах с фиг. 15 по фиг. 27 проиллюстрирован другой предпочтительный вариант осуществления системы 10 и аппарата 12. На фиг. 15 представлена вся система 10, в которой аппарат 12 имеет цельную конструкцию. В этом варианте аппарат 12 имеет конструкцию, аналогичную

10 описанному ранее варианту, включая такие элементы, как внутренняя камера 14, впускной клапан входа 18, лотки 22, снабженные патрубками 26, перегородки 24, в которых выполнены отверстия 28, выход 46 для грязи и выход 48 для паров. Впускной клапан входа 18 имеет несколько входов, предпочтительно не меньше двух, в аппарат 12. С целью более равномерного

15 распределения текучей среды по внутренней камере 14 эти входы 18 расположены вокруг вала 36 на конце аппарата. Входы 18 предпочтительно входят в сосуд 12 параллельно валу 36, чтобы избежать крутого, особенно под прямым углом, введения текучей среды во внутреннюю камеру 14 относительно направления ее движения через аппарат 12. Выход 46 для грязи

20 предпочтительно имеет увеличенный размер, чтобы не ограничивать поток концентрированной текучей среды из системы 10. Описываемая ниже функция рециркуляции может справиться с любым избыточным количеством текучей среды, которое может быть допущено для выхода из системы 10 через имеющий увеличенный размер выход 46 для грязи. Вал 36, поддерживаемый

25 керамическими подшипниками 38, 40, проходит через центры лотков 22 и перегородок 24.

[092] Лотки 22 зафиксированы на вале 36 и простираются от него к стенке внутренней камеры 14, как описано выше. Перегородки 24 предпочтительно

30 выполнены в виде цельной детали, простираются от стенок внутренней камеры 14 к валу 36 и имеют центральные отверстия 59, образующие с валом 36 зазор, как описано выше. Перегородки 24 предпочтительно прикреплены к стенкам внутренней камеры соединителями 60, как описано выше. В особо

предпочтительном варианте аппарат 12 имеет шесть лотков 22 и пять перегородок 24, установленных с чередованием во внутренней камере 14.

[093] В этом варианте внутренняя камера 14 включает внутреннюю втулку 45, расположенную вблизи выхода 46 для грязи. Внутренняя втулка 45 имеет кольцеобразную форму с диаметром меньше диаметра внутренней камеры 14. Втулка 45 проходит от точки за последним лотком 22 до точки сразу за выходом 46 для грязи. Между внутренней втулкой 45 и стенкой камеры 14 образован кольцевой проход 47. В типичном случае внутренняя втулка 45 имеет длину около 6 дюймов ($\approx 15,24$ см), а кольцевой проход 47 имеет ширину около 1-1,5 дюйма ($\approx 2,54$ - $3,81$ см). Кольцевой проход 47 улавливает грязь, отбрасываемую при вращении лотков 22 на стенку камеры 14. Кольцевой проход 47 облегчает движение грязи к выходу 46 и сводит к минимуму вероятность загрязнения выхода для паров или скопления материала внутри камеры 14.

[094] На фиг. 16 лотки 22 и перегородки 24 показаны в увеличенном масштабе. Перегородки 24 проходят от стенки аппарата 12 через камеру 14 и заканчиваются вблизи вала 36. Можно видеть также, как лотки 22 зафиксированы на вале 36 и имеют патрубки 26, установленные с пронизыванием лотков, как описано выше. На каждом лотке 22 предпочтительно выполнен конический направитель 66, чтобы отклонять любую текучую среду, протекающую вдоль вала, как описано выше (см. фиг. 8). На фиг. 17 представлен внешний вид аппарата 12 с показанными входами 18, выходами 46, 48 и валом 36. Обычно концы аппарата 12 закрыты и герметизированы во избежание утечек. Здесь они изображены открытыми для пояснения и простоты иллюстрации. На фиг. 18 представлен разрез аппарата 12, показанного на фиг. 17, дополнительно иллюстрирующий внутренние компоненты, такие как лотки 22, перегородки 24, внутренняя втулка 45 и образуемый ею кольцевой проход 47. На фиг. 19 показан вал 36 с лотками 22 и перегородки 24 отдельно от корпуса аппарата 12. На фиг. 30, фиг. 31 и фиг. 32 представлен альтернативный вариант лотков 22 и перегородок 24 вдоль вала 36. В этом варианте лотки 22 и перегородки 24 имеют увеличенный диаметр и увеличенное количество рядов, предпочтительно от трех до четырех рядов, и

увеличенное количество соответственно патрубков и отверстий в них. Это позволяют обрабатывать больший объем текучей среды в единицу времени. Конечно, аппарат 12 будет иметь соответственно увеличенный диаметр, чтобы вместить более крупные лотки 22 и перегородки 24. Этот увеличенный диаметр
5 создает ситуацию, когда края лотков 22 при вращении имеют значительно бóльшую скорость вращения по сравнению с лотками 22 меньшего диаметра.

[095] На фиг. 20 и и фиг. 21 изображены лоток 22 и перегородка 24 соответственно. На фиг. 22, фиг. 23 и фиг. 26 иллюстрируются различные виды
10 и сечения лотка 22, изображенного на фиг. 20. На фиг. 24 и фиг. 27 аналогичным образом представлены различные виды и сечения перегородки 24, изображенной на фиг. 21. Лоток 22 снабжен пронизывающими его патрубками 26. Каждый патрубок 26 имеет вход 52 и выход 54, выполненные как описано выше. Вход 52 предпочтительно ориентирован таким образом, что отверстие
15 обращено в направлении вращения вокруг вала. Это позволяет увеличить до максимума количество текучей среды, которая поступает во вход 52 и проходит через патрубок. Угол наклона патрубков 26 на следующих друг за другом лотках 22 можно регулировать как описано выше. В перегородке 24 выполнены отверстия 28, профилированные как описано выше (см. фиг. 9). На фиг. 25
20 показан вал 36 и сочетание лотка 22 с перегородкой 24. Стрелки указывают направление вращения вала и, соответственно, лотка 22 на этом конкретном чертеже. В верхней части чертежа патрубки 26 с их входами 52 показаны обращенными в направлении вращения, т. е. к наблюдателю. В нижней части чертежа патрубок 26 с входом 52 также показан обращенным в направлении
25 вращения, т. е. от наблюдателя, при вращении лотка 22 вместе с валом 36. Направление вращения может быть как по часовой стрелке, так и против часовой стрелки. Без отклонения от сущности и объема изобретения направление вращения может быть изменено. Как и в ранее описанном варианте, вход 52 патрубка имеет больший диаметр, чем его выход 54, чтобы
30 увеличить скорость потока и снизить давление текучей среды.

[096] В одном из особо предпочтительных вариантов, когда основной целью системы 10 является очистка воды, такой как соленая вода, для получения питьевой воды, пары воды нагревают до температуры от 100°F (37,8°C, перевод

°F в °C выполнен по формуле $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$ до менее 212°F (100°C). В еще более предпочтительном варианте пары воды нагревают до температуры от 140°F (60°C) до 170°F (76,7°C) с целью пастеризации. Однако температуру паров воды поддерживают на минимальном уровне и почти всегда ниже 212°F (100°C), так что вода не кипит с образованием струйного пара, который труднее конденсировать и превращать в жидкую воду. Увеличение частоты вращения приводит к повышению температуры и давления. Частоту вращения можно регулировать для достижения желаемой температуры.

- 5
- 10 [097] Воду кипятят, а температуру паров воды доводят до температуры выше 212°F (100°C) предпочтительно только в тех случаях, когда требуется получать струйный пар для отопления, выработки электроэнергии и других целей, как будет более подробно описано далее. Это позволяет использовать изобретение как для пастеризации паров воды, так и для их конденсации без сложных систем охлаждения или конденсации, которые часто требуют дополнительного электричества и энергии.
- 15

[098] В одном из вариантов обработанную загрязненную воду («грязь»), в процессах опреснения называемую рассолом, собирают на выходе 46 и перемещают в бак 88 для сброса рассола. Как показано на фиг. 1, для извлечения микроэлементов и т. д. в рассол могут быть добавлены полимеры или другие химические вещества 90. Кроме того, соль из рассола может быть переработана и использована для различных целей, включая получение поваренной соли, сельскохозяйственного рассола и/или удобрения.

25

[099] В одном из вариантов обработанную загрязненную воду («грязь») подвергают повторной обработке путем повторной рециркуляции через систему. Это может быть сделано несколько раз, так что количество извлеченной питьевой воды увеличится до 99%. Это можно сделать, направив грязь из выхода 46 в первый бак 92 для обработки рассола / грязи. Затем этот рассол / грязь повторно вводят через вход 18 аппарата 12, и она проходит через аппарат 12 как описано выше. Дополнительная питьевая вода будет извлекаться в виде паров воды для конденсации и сбора в баке-пароуловителе 80. Оставшуюся грязь затем направляют во второй бак 94 для обработки грязи / рассола.

30

Концентрация грязи / рассола будет намного выше в баке 92 для повторной обработки. По достижении достаточного уровня в баке 92 для повторной обработки эта грязь проходит через вход 18 и обрабатывается через систему 10 как описано выше. Извлеченные пары питьевой воды отводят через выход 48, и в баке-пароуловителе 80 они превращаются в жидкую воду как описано выше. А полученная грязь / рассол может быть помещена в еще один бак для повторной обработки или в бак 88 для сброса рассола. Предполагается, что первый проход морской воды даст от 80% до 90% питьевой воды. Первая повторная обработка даст дополнительное количество питьевой воды, так что общее количество извлеченной питьевой воды составит от 90% до 95%. Второе повторное пропускание рассола через систему может обеспечить до 99% извлечения питьевой воды за счет рециркуляции рассола практически без увеличения удельных затрат. Кроме того, это уменьшает объем рассола, что может способствовать извлечению микроэлементов и/или снижению затрат на их утилизацию.

[100] В особо предпочтительном варианте, проиллюстрированном на фиг. 11, система 10 снабжена компьютерной системой, которая управляет частотно-регулируемым приводом 30 на основе параметров, измеренных датчиками, которые постоянно считывают такие параметры, как температура, давление, расход текучей среды, частоты вращения компонентов и остаточная емкость различных резервуаров, подключенных к аппарату 12. Как правило, эти показания снимаются в реальном времени.

[101] Например, датчики 96 температуры и/или давления могут использоваться для измерения температуры воды или водяного пара внутри аппарата 12 или на выходе из него, а также давления в нем по мере необходимости. В ответ на эти показания датчика блок управления 68 заставит частотно-регулируемый привод 30 поддерживать на постоянном уровне, уменьшать или увеличивать скорость вращения вала 36, чтобы соответственно поддерживать температуру и давление или соответственно снижать или повышать температуру и давление воды и паров воды. Это может быть сделано, например, чтобы обеспечить соответствие температуры паров воды температуре пастеризации, необходимой для уничтожения в нем всех микроорганизмов. Вместо этого

датчика или в дополнение к нему можно использовать датчик для определения скорости вращения вала 36 и/или лотков 22, чтобы убедиться, что система работает правильно и вырабатывает пары воды с желаемой температурой и/или давлением. Контроллер может также регулировать количество воды, подаваемой через вход 18, так чтобы количество воды, подаваемое в соответствии с количеством паров и удаляемой грязи, было таким, чтобы система работала эффективно. Блок управления 68 может регулировать расход подачи воды в аппарат 12 или даже регулировать подачу воды.

- 10 [102] На фиг. 28 схематично изображен компьютерный дисплей 112 или аналогичное устройство. На этом компьютерном дисплее схематично показан аппарат 12 с различными входами и выходами 18, 46, 48, а также вал 36 и лотки 22. Вал 36 снабжен датчиками вибрации и температуры 114, размещенными по его длине. Подшипники 38, 40 содержат также датчики вибрации и температуры 15 114. Датчики 114 чувствуют горизонтальные и вертикальные вибрации в каждой точке, а также температуру вала 36, которую он приобретает от трения при вращении. Подшипники 38, 40 содержат линии подачи 116a и линии возврата 116b масла для их смазки. Входы 18 и выход 46 для рассола снабжены расходомерами 118 для определения соответствующих расходов текучей 20 среды. Датчики температуры и давления 96 расположены по всему аппарату 12. Эти датчики 96 проводят измерения в различных заданных точках.

- [103] Как говорилось выше, загрязненная вода может поступать из питающего бака 16 или из любых других резервуаров, включая баки 92 и 94 для повторной 25 обработки. Предполагается также, что бак-хранилище для собранной воды может быть сообщен со входом 18, чтобы обеспечить очистку воды до определенного уровня или для других целей, например, для получения струйного пара, для которого требуется вода более чистая, чем исходная загрязненная вода. Один или более датчиков 98 могут отслеживать параметры 30 внутри баков, чтобы определять уровни засоления воды, концентрации или расход текучей среды в баки или из баков. Для переключения входа и выхода баков, например, когда рассол переходит из первого бака 92 для повторной обработки во второй бак 94 для повторной обработки и, в конечном итоге, в бак 88 для сброса рассола, может быть использован контроллер 68, как описано

выше. Таким образом, когда первый бак 92 для повторной обработки рассола достигает заданного уровня, поток текучей среды из питающего бака 16 перекрывают, и вместо этого в аппарат 12 подают текучую среду из первого бака 92 для повторной обработки рассола. Затем полученная в результате

5 обработки содержащая остаточную воду грязь направляется во второй бак 94 для повторной обработки, пока не будет достигнут заданный уровень. Затем жидкость из второго бака 94 для повторной обработки через систему 10 и аппарат 12 направляют, например, в бак 88 для сброса рассола. Рассол в первом резервуаре 92 для повторной обработки может составлять примерно

10 20% от исходной загрязненной воды и включает большую часть растворенных твердых веществ. Оставшийся рассол, который в конечном итоге направляется в бак 88 для сброса рассола, может составлять только 1% от загрязненной воды, первоначально введенной в систему 10 через питающий бак 16. Таким образом, для контроля желаемого выхода воды, включая контроль температуры

15 паров воды, можно использовать датчики температуры и давления, датчики частоты вращения и расходомеры, результатом чего является пастеризация воды.

[104] Контроллер 68 можно использовать для управления частотно-

20 регулируемым приводом 30 для питания двигателя 32 таким образом, чтобы вал 36 вращался с достаточно высокой скоростью, так чтобы вращение лотков доводило поступающую воду до кипения и создавало струйный пар с желаемыми температурой и давлением, как показано на фиг. 12. На фиг. 12 показана паровая турбина 100, введенная в состав системы 10. Паровая

25 турбина 100 может также использоваться с аппаратом, иллюстрируемым на прилагаемых чертежах с фиг. 15 по фиг. 27. Пары воды в виде струйного пара для приведения в действие паровой турбины высокого давления и низкой температуры могут образовываться в аппарате 12 и подаваться с выхода 48 на вход турбины 100. Турбина 100 соединена с электрогенератором 102,

30 обеспечивающим экономичное производство электроэнергии. Как можно видеть на фиг. 12А, турбина 100 может быть отключена, если вал 36 аппарата 12 выполнен с возможностью вращать генератор 102 напрямую или через трансмиссию. В этом случае под действием паров воды в качестве паровой

турбины работают задние ступени блока лотков и перегородок внутри аппарата 12.

[105] При использовании турбины пар можно нагреть до температуры выше 600°F ($\approx 315,6^\circ\text{C}$) и придать ему давление выше 1600 фунтов силы на квадратный дюйм (psi) (≈ 11 МПа; для перевода использовано соотношение 1 psi = 6894,76 Па), чего достаточно для приведения в действие паровой турбины 100. Помимо увеличенной скорости лотков образованию паров воды и струйного пара способствует также сужающаяся форма патрубков 26 в лотках 22 и отверстий 28 в пластинчатых перегородках 24. Увеличение углов установки патрубков 26, например, с 25° на первом лотке до 45° на последнем, также способствует образованию паров воды в виде струйного пара и увеличению его напора, обеспечивающего приведение в действие турбины 100. На фиг. 13 и фиг. 14 проиллюстрирован вариант, в котором на конце аппарата 12 выполнен выход 104 для струйного пара, а турбина 100 соединена с ним напрямую, так чтобы струйный пар под давлением проходил через турбину 100, вращая ее лопасти 106 и вал 108 для выработки электроэнергии соединенным с ней генератором. С выхода 110 пары воды подаются в бак-пароуловитель 80 или подобное устройство. Для бака 80 могут понадобиться трубопроводы, конденсаторы, холодильное оборудование и т. д. для охлаждения и конденсации паров.

[106] Специалистам должно быть понятно, что струйный пар, генерируемый системой 10, можно использовать для других целей: для отопления, удаления нефти из нефтяных скважин и асфальтовых ям и резервуаров для шлама и т. п.

[107] Должно быть понятно также, что при использовании датчиков и контроллера 68 предлагаемая система позволяет получать пары воды пар с более низкой температурой и/или давлением для получения питьевой воды, причем пары воды направляются через выход 48 напрямую в бак-пароуловитель, а при необходимости систему форсируют для создания струйного пара, пропускаемого через турбину 100 для выработки электроэнергии. Например, в ночное время система 10 может работать на получение питьевой воды, когда требуется очень мало электроэнергии. Однако

в светлое время суток систему 10 можно настроить на выработку струйного пара и электроэнергии.

[108] Как говорилось выше, многие из компонентов предлагаемой системы, в частности частотно-регулируемый привод 30, электродвигатель 32, трансмиссия 34 и аппарат 12, а также их компоненты, могут быть установлены на мобильной конструкции 42. Вся система 10 может быть скомпонована таким образом, чтобы поместиться в сорокафутовый (длиной $\approx 12,2$ м; для перевода использовано соотношение 1 фут = 0,3048 м) ISO-контейнер. Этот контейнер может быть изолирован с помощью системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ) для создания контролируемой рабочей среды, транспортировки и хранения. Различные резервуары, в том числе питающий бак, бак-пароуловитель, переносный бак-хранилище для воды и баки для переработки или удаления грязи, при необходимости могут быть помещены в переносный контейнер или транспортироваться отдельно и подключены ко входам и выходам. Таким образом, всю систему 10 можно легко транспортировать в ISO-контейнере или в чем-то подобном на корабле, полуприцепе, тягаче и т. п. Таким образом, систему 10 можно использовать там, где это необходимо для ликвидации последствий стихийных бедствий, в зоне военных операций и т. д., даже в удаленных местах. Такое решение обеспечивает высокую мобильность и быстрое развертывание и запуск системы 10.

[109] На фиг. 29 схематично показаны процессы, происходящие в различных точках, а именно в субкамерах по всему аппарату 12. На этом чертеже можно видеть, что внутренняя камера 14 аппарата 12 фактически разделена на ряд субкамер. Аппарат 12 содержит пять субкамер, которые выполняют функции осевого насоса, осевого компрессора, центробежного компрессора, незажигаемой газовой турбины и/или гидравлической / водяной турбины. При работе система 10 способна испарять воду посредством механического процесса, тем самым обеспечивая эффективное и действенное опреснение, очистку и испарение различных содержащих примеси текучих сред. Перед поступлением в аппарат 12 текучая среда может пройти стадию 120 предварительной обработки, при которой ее пропускают через фильтры и

подвергают другим воздействиям для отделения примесей, которые легче удалить или которые могут повредить или ухудшить целостность системы 10. После прохождения через входы 18 текучая среда поступает в приемную субкамеру 122, которая воздействует на текучую среду подобно осевому насосу по достижении системой 10 своей рабочей частоты вращения. Внешний пусковой насос (не показан) может быть отключен, так что система 10 всасывает подлежащую очистке воду через вход, т. е. приемная субкамера работает как осевой насос уже без пускового насоса. Значительное снижение давления в приемной субкамере вызывает вакуумную дистилляцию или испарение при температурах ниже 212°F (100°C). После приемной субкамеры 122 текучая среда попадает на первый лоток 22, поступая в первую субкамеру 124. За счет комбинированного действия вращающегося лотка 22 и следующей за ним перегородки 24 эта первая субкамера действует и как центробежный, и как осевой компрессор. В первой субкамере 124 большой процент всасываемой воды при ударе о вращающийся с высокой скоростью лоток 22 испаряется за счет кавитации. Внутри первой субкамеры 124 и каждой последующей субкамеры происходит сжатие центробежного потока. Это сжатие центробежного потока отбрасывает неиспарившиеся растворенные вещества и по меньшей мере часть жидкости к внешней стенке субкамеры 124. Это отделяет растворенные вещества и большую часть оставшейся жидкости от паров. В первой субкамере 124 и каждой последующей субкамере имеет место также сжатие осевого потока. Это сжатие осевого потока сжимает пары и жидкость, что также увеличивает давление и температуру в субкамере. Вторая субкамера 126 и третья субкамера 128 функционируют одинаково, объединяя действие центробежного компрессора и осевого компрессора первой субкамеры 124.

[110] К тому времени, когда текучая среда достигает четвертой субкамеры 130, она подвергается сжатию центробежного и осевого потоков, так что природа текучей среды и ее потока через аппарат 12 изменяется. В четвертой субкамере текучая среда ведет себя так, как если бы она проходила через незажигаемую газовую турбину или гидравлическую / водяную турбину, вызывая вращение вала 36. Пятая субкамера 132 углубляет этот процесс незажигаемой газовой

турбины или гидравлической / водяной турбины. Турбинные процессы четвертой и пятой субкамер 130, 132 обеспечивают определенную силу для приведения во вращение вала 36, так что без ущерба для работы системы 10 можно снизить мощность двигателя 32. На выходе из пятой субкамеры 132

5 текучая среда в высокой степени разделена, так что почти все примеси в составе рассола проходят через кольцевой проход 47 к выходу 46, а чистые пары воды проходят через центральную часть внутренней камеры 14 к выходу 48. По достижении равновесной работы турбинное действие четвертой и пятой субкамер 130, 132 позволяют продолжать работу системы 10 с уменьшенным

10 потреблением энергии (на целых 25%) по сравнению с фазой запуска.

[111] За пятой субкамерой 132 следует выпускная субкамера 134, которая больше, чем любая из предыдущих субкамер, содержит два выхода 46, 48. Ее значительно больший объем приводит к резкому понижению давления и

15 отделению от паров оставшейся воды с растворенными в ней твердыми веществами.

[112] В отношении размеров аппарата 12 предпочтительно решение, при котором субкамеры 124 –132 занимают примерно половину его общей длины.

20 Выпускная субкамера 134 занимает около трети общей длины аппарата. Остальную часть его длины, примерно одну шестую от общей длины, занимает приемная субкамера 122. Субкамеры 124 –132 являются компрессорными примерно на три пятых и турбинными примерно на две пятых. Когда жидкость выходит из последней субкамеры 132, она достигает примерно 80%-ного

25 испарения при поступлении в выпускную субкамеру 134 и направляется к соответствующим выходам 46, 48.

[113] На фиг. 33 и фиг. 34 проиллюстрирован вариант системы 10, в котором предусмотрена система водозабора из водоема 150. В этом варианте водоем

30 150 предпочтительно является морем или океаном, содержащим соленую воду, но может быть любым водоемом. Система водозабора 152 включает заборный резервуар 154, расположенный в водоеме 150 таким образом, что открытый верх или борта 156 резервуара 154 по меньшей мере частично находятся над средним уровнем воды в водоеме 150. Система 10 может функционировать с

открытым верхом 156 на резервуаре 154, как показано на фиг. 33, но в предпочтительном варианте резервуар имеет открытые борта 156 на сторонах резервуара 154, обращенных к морю и берегу, чтобы использовать как набегающие, так и отступающие волны приливов и отливов. Чтобы эта система работала, уровень воды в водоеме 150 должен изменяться в достаточной степени, чтобы позволить воде попадать через открытые борта 156, но не полностью покрывать резервуар 154. В идеале это должно происходить с приливами и отливами в море или океане, а также под действием волн, которые могут возникнуть в таком водоеме. Расстояние, на которое открытые борта 156 резервуара 154 возвышаются над срединным уровнем воды, зависит от изменчивости уровня воды для конкретного водоема 150. Открытые борта 156 предпочтительно закрыты сетками 158, чтобы предотвратить попадание в резервуар 154 живых организмов и других крупных объектов из водоема 150. Открытые борта 156 предпочтительно снабжены поворотными жалюзи 157, расположенными над сетками 158. Эти жалюзи можно открывать или закрывать, чтобы контролировать количество воды и/или песка, попадающих в резервуар 154.

[114] Внутри резервуара 154 находится улавливающая воронка 160 или аналогичное устройство, предназначенное для направления большей части воды, поступающей в резервуар 154, в питающую трубу 162. Улавливающую воронку 160 предпочтительно располагать ниже среднего уровня воды водоема. Хотя изображенные резервуар 154 и улавливающая воронка 160 имеют в целом квадратное сечение, они могут иметь и другую форму сечения. Было установлено, что квадратная форма с углом, ориентированным на волну или прилив, который имеет место в водоеме 150, способствует подъему волны или прилива над резервуаром 154, так что вода попадает через открытые борта 156. Резервуар 154 также может иметь такую конфигурацию, когда на стороне, которая обращена к набегающим волнам или приливам, открытые борта 156 расположены не вертикально, чтобы облегчить вход воды через открытый борт 156. Открытые борта 156 предпочтительно расположены так, чтобы большая часть площади их поверхности была выше срединного уровня воды, чтобы

уменьшить риск, что песок или другие отложения будут находиться в более высокой части волны или прилива, когда они достигают открытого борта 156.

[115] Питающая труба 162 предпочтительно проходит к берегу и соединена с баком-хранилищем 164. Система 10 может включать несколько баков-хранилищ 164 для приема и хранения достаточного количества захваченной морской воды. Питающая труба 162 может быть проведена под землей, когда она проходит к берегу, но нужно понимать, что любые изменения высоты надземного объекта потребуют соответствующих трубопроводов и насосов. Бак-хранилище 164 может быть расположен рядом с водоемом 150 или на некотором расстоянии от него в зависимости от потребности пользователя. Как только в баке 164 накапливается достаточное количество воды, насос 166, присоединенный к выходу 168 бака 164, направляет хранящуюся воду через впускную трубу 170 ко входу 18 системы 10. Впускная труба 170 предпочтительно снабжена системой фильтрации 172 для удаления крупных отложений или частиц, которые могли пройти через бак-хранилище 164 и насос 166. Затем систему 10 можно использовать для опреснения воды, как было описано.

[116] На фиг. 35 проиллюстрирован еще один вариант системы 10, в котором она используется для выработки электроэнергии из паров воды, поступающих из выхода 48, как описано ранее. В этом варианте система 10 имеет конденсатор 174, расположенный на первом расстоянии 176 над аппаратом 12. Паропровод 178 направляет пары от выхода 48 к конденсатору 174. Пары воды легче воздуха и поднимаются кверху сами, поэтому нет необходимости в механических средствах для подъема паров воды на первое расстояние 176 к конденсатору 174. Предпочтительно, паропровод 178 имеет практически вертикальный участок 178а, который простирается по меньшей мере на первое расстояние 176, а то и на расстояние, несколько большее, чем первое расстояние 176. Обычно от конца этого вертикального участка 178а до входа 180 конденсатора 174 проходит практически горизонтальный участок 178b паропровода 178. Этот участок 178b может иметь небольшой наклон от конца вертикального участка 178а ко входу 180 конденсатора 174. Это предусмотрено на тот случай, чтобы конденсат, если он появится в паропроводе 178, стекал по

наклону этого участка 178b в конденсатор 174. Паропровод 178 и все его участки предпочтительно изолированы, что предотвращает преждевременную потерю тепла и сводит к минимуму возникновение конденсата во время подъема к конденсатору.

5

[117] На фиг. 35А показан конденсатор 174, имеющий в целом ромбовидную форму, но понятно, что он может иметь другие формы, известные специалистам. Конденсатор предназначен для полной конденсации паров, производимых системой 10. Для облегчения процесса конденсации конденсатор снабжен

10 необходимыми деталями, известными специалистам. По мере конденсации паров конденсат через выход 182 поступает в бак 184 для сбора конденсата.

15

[118] Бак 184 для сбора конденсата предпочтительно расположен на втором расстоянии 186 над гидроэлектрическим генератором 188. Как только в баке 184 накапливается достаточное количество конденсата, этот конденсат выпускается через выход 190 на баке 184. Под действием силы тяжести конденсат падает в гидроэлектрический генератор 188, проходя второе

20 расстояние 186. Гидроэлектрический генератор 188 преобразует кинетическую энергию падающего конденсата в электрическую энергию, которая хранится или немедленно используется. Электрическая энергия может храниться в

25 заряжаемой химической батарее, электрическом конденсаторе или подобных известных средствах 192 хранения электроэнергии. Конденсат, который попадает в гидроэлектрический генератор 188, высвобождается через выход 189, чтобы быть использованным для последующей обработки (не показано), как это обычно делается с такой обработанной водой.

30

[119] На фиг. 35 первое расстояние 176 и второе расстояние 186 изображены как одно на другом, но это не является обязательным требованием. Единственное требование к этим расстояниям состоит в том, чтобы второе

30 расстояние 186 располагалось достаточно выше гидроэлектрического генератора 188, чтобы обеспечить эффективное преобразование кинетической энергии падающей жидкости в электрическую энергию. Предпочтительно, второе расстояние 186 составляет по меньшей мере 10 футов ($\approx 3,05$ м), но может составлять 20 футов ($\approx 6,1$ м) и более, в зависимости от количества

образовавшегося конденсата и возможностей гидроэлектрического генератора. Первое расстояние 176 должно быть достаточным для размещения конденсатора 174 и бака 184 для сбора конденсата выше второго расстояния 186. Первое расстояние 176 зависит от размеров конденсатора 174, бака 184 и
5 второго расстояния 186.

[120] На фиг. 36 проиллюстрирован еще один вариант системы, в котором выход 46 для рассола и выход 48 для паров используются для дальнейшей обработки. В частности, в бак 194 повторной обработки рассола из выхода 46
10 через вход 196 подают рассол для повторной обработки. Бак 194 снабжен выходом 198 и рециркуляционным выходом 200. Первая порция рассола в баке 194 подается к рециркуляционному выходу 200, откуда по рециркуляционной трубе 202 направляется обратно на вход 18 системы 10 для повторной обработки. Таким образом рассол перерабатывается для извлечения
15 дополнительного количества паров из обрабатываемой текучей среды.

[121] Вторая часть рассола в баке 194 направляется к выходу 198 для хранения в баке-хранилище 204 для рассола. Выход 198 может содержать клапан 206 для ограничения или полного закрытия потока второй порции рассола в бак-хранилище 204. Бак-хранилище 204 соединен с системой 208 высушивания
20 рассола, которая включает в себя теплообменник 210 с циркуляционными тепловыми трубами 212. Эти трубы 212 проходят туда и обратно типичным для теплообменников образом. Являющийся частью системы 10 теплообменник 210 получает тепло от паров воды из выхода 48 и сообщен с трубами 212
25 теплообменника 210. Накопленный рассол из бака 204 проходит через теплообменник 210, и остаточная вода высушивается за счет тепла паров воды.

[122] Затем высушенный рассол транспортируется в бак-хранилище 216 для последующего использования или обработки. Такой высушенный рассол можно
30 использовать для производства соли или других соединений, содержащихся в соленой воде. Кроме того, любые полезные примеси, т. е. металлы или другие ценные элементы и соединения, присутствующие в обрабатываемой системой 10 воде, могут быть извлечены из высушенного рассола для продажи или дальнейшей обработки.

[123] Как показано на фиг. 37 и фиг. 38, система 10 может работать под управлением системы управления 218, которая измеряет рабочие параметры системы 10. В составе системы управления 218 имеется графический дисплей 220 с сенсорным экраном. Графический дисплей 220 можно использовать для регулирования мощности, крутящего момента и частоты вращения двигателя и вала, а также расхода текучей среды, поступающей в систему 10. Этот графический дисплей 220 аналогичен графическому дисплею, изображенному на фиг. 28. Графический дисплей 220 включает в себя схематичное графическое изображение системы 10 с отображением различных ее компонентов. Система управления 218 и графический дисплей 220, описанные здесь, являются обновленной версией таковых, проиллюстрированных на фиг. 28. Графический дисплей 220 по краям снабжен индикаторами 238, которые указывают мощность, активность процессора и режимы работы, соответствующие текучей среде, обрабатываемой в системе 10, т.е. (1) солоноватой воде, (2) морской воде, (3) пластовой воде или (4) воде для пастеризации.

[124] Графический дисплей предоставляет данные измерений, полученные датчиками 222, подключенными к системе 10, а также имеет внутренние часы для измерения времени работы и определения значения любого из параметров, измеренных датчиками 222.

[125] Набор датчиков 222 включает датчики температуры и давления 224, связанные с каждой из ступеней 226 обработки в системе 10. Эти ступени обработки могут включать впускную ступень 226а, выпускную ступень 226б и лотково-перегородочные ступени 226с, связанные с каждой парой из лотка 22 и следующей за ним перегородки 24. Совокупность датчиков 222 включает также датчики вращения 228, связанные с валом 36 и двигателем 32, 32а. Датчики вращения 228 измеряют частоту вращения, крутящий момент, мощность, время работы и общее число оборотов. Кроме того, совокупность датчиков 222 может включать датчики 230 подшипников, связанные с подшипниками 38, 40 на обоих концах вала 36. Датчики 230 подшипников измеряют температуру и расход смазочного материала, проходящего через подшипники 38, 40, а также

вибрации вала 36. Кроме того, совокупность датчиков 222 может включать датчики расхода 232, связанные со входом 18 для текущей среды и выходом 46 для рассола. Датчики расхода 232 определяют открытое или закрытое состояние клапана на входе 18, расход текущей среды на входе 18 и расход
5 рассола на выходе 46, а также общий расход на входе 18 и выходе 46.

[126] Графический дисплей 220 имеет несколько режимов отображения. Главный экран показан на фиг. 38, он отображает значения, измеренные датчиками 222, на схематичном изображении системы 10. Графический экран,
10 показанный на фиг. 39 отображает значения, измеренные датчиками температуры и давления 224, в формате гистограммы 234, представляющей ориентацию множества рабочих ступеней 226. На графическом экране отображаются также численные значения, измеренные датчиками вращения 228, датчиками 230 подшипников, и датчиками расхода 232. Экран трендов,
15 показанный на фиг. 40, отображает линейный график 236 значений, измеренных датчиками температуры и давления 224, в зависимости от времени. На этом линейном графике каждая рабочая ступень 226, связанная с одним из датчиков температуры и давления 224, изображена отдельной линией. Линейные графики могут отображать текущие рабочие условия или могут быть
20 использованы для просмотра исторических данных о температуре и давлении. Экран трендов может также отображать данные, измеренные другими датчиками, включая по меньшей мере частоту вращения от датчиков вращения 228. Экран 220 также имеет функцию захвата изображения графического дисплея, а также может регулировать включение / выключение регистрации
25 данных.

[127] На фиг. 41 и фиг. 42 представлены блок-схемы альтернативных систем очистки загрязненной воды. В частности, на фиг. 41 проиллюстрирован вариант осуществления системы 250 для получения опресненной воды из исходной
30 загрязненной воды. На фиг. 42 проиллюстрирован вариант осуществления системы 264 генерации струйного пара из исходной загрязненной воды.

[128] В опреснительной системе 250 исходная загрязненная вода может поступать из трубопровода или из бака 252. Предпочтительно последнее,

поскольку бак, очевидно, будет обеспечивать более стабильную подачу воды для поддержания системы 250 в стабильно рабочем состоянии в течение более длительного времени. Трубопровод, скорее всего, будет подавать воду с перебоями.

5

[129] Загрязненная вода из бака 252 предпочтительно направляется в устройство макрофльтрации или сетчатый фильтр 254 для удаления крупных нерастворенных частиц, которые могут засорить оборудование, расположенное после этого фильтра, в частности, испаритель-опреснитель 10. Особо предпочтительный вариант осуществления сетчатого фильтра 254 включает два или более сит, установленных параллельно, с ячейками разных и/или регулируемых размеров. Сетчатый фильтр 254 может включать в себя несколько наборов сит, так чтобы можно было перенаправлять поток воды с одного набора сит на другой, когда требуется чистка. Затем выходящий поток из сетчатого фильтра 254 направляют в питающий бак 256 для отфильтрованной 15 загрязненной воды с целью обеспечения более стабильной подачи воды для поддержания системы 250 в непрерывном рабочем состоянии. Затем выходящий поток из питающего бака 256 направляют в испаритель-опреснитель 10, как описано выше.

20

[130] Испаритель-опреснитель 10 выполнен и работает, как описано выше, для разделения потока загрязненной воды на поток грязи и поток чистых паров воды. Поток грязи направляется в бак 258 для грязи для ее последующей утилизации. Как описано выше, испаритель-опреснитель 10 работает частично 25 за счет нагревания потока загрязненной воды для извлечения из него чистых паров воды. Поток чистых паров воды направляется в трубопровод 260 для рекуперации паров, который, в свою очередь, проходит через теплообменник 256а в питающем баке 256. Поскольку загрязненная вода, содержащаяся в питающем баке 256 имеет температуру окружающей среды или ниже, поток 30 чистых паров воды, проходящий через теплообменник 256а, конденсируется в жидкую воду. Эта сконденсированная вода направляется в бак 262 для регенерации опресненной воды. Опресненная вода может быть использована для любых целей.

- [131] Система 264 генерации струйного пара начинается с таких же компонентов, что и система опреснения 250. Исходная загрязненная вода может подаваться из водопровода или бака 252, при этом предпочтительным источником является бак, так как он обеспечивает более стабильную подачу
- 5 воды для поддержания длительного рабочего состояния системы 264. Из бака 252 выходящий поток предпочтительно направляется на сетчатый фильтр 254, предназначенный для удаления из этого потока крупных нерастворенных частиц.
- 10 [132] Затем выходящий из сетчатого фильтра 254 поток направляется в питающий бак 256 для отфильтрованной загрязненной воды, который предназначен для обеспечения более стабильной подачи воды для поддержания системы 264 в непрерывном рабочем состоянии. Затем выходящий из питающего резервуара 256 поток направляется в испаритель-
- 15 опреснитель 10, выполненный и работающий как описано выше, для разделения потока загрязненной воды на поток грязи и поток чистых паров воды. Поток грязи направляется в бак 258 для грязи для ее последующей утилизации.
- 20 [133] В этом месте система 264 генерации струйного пара начинает отличаться от системы опреснения 250. Поток чистых паров воды из испарителя-опреснителя 10 предпочтительно направляется в парогенератор 266, который преобразует эти пары в поток струйного пара. Полученный поток струйного пара подается на паровую турбину 268 для выработки электроэнергии. В
- 25 альтернативном варианте в системе 264 парогенератор 266 отсутствует, и турбина 268 приводится в действие потоком чистых паров воды прямо из испарителя-опреснителя 10. Прошедший через паровую турбину 268 поток охлаждается и конденсируется, так что этот выходящий поток может быть направлен обратно в систему, например, в питающий бак 256 для подачи
- 30 загрязненной воды, чтобы продолжить этапы испарения и образования пара. Электроэнергия, вырабатываемая паровой турбиной, может накапливаться в батареях, подаваться в электрическую сеть или иным образом использоваться для обеспечения питания оборудования.

[134] На фиг. 43 схематично проиллюстрирована система 270 получения струйного пара и рециркуляции пластовой воды при паровой обработке на нефтяном месторождении. При известной паровой обработке на нефтяных месторождениях используют парогенератор для преобразования воды из внешнего источника, например, муниципального водопровода, в струйный пар для нагнетания в нефтеносную зону для стимуляции и увеличения добычи нефти. Генерирование струйного пара из внешнего источника воды сопряжено с высокими затратами, обусловленными как стоимостью воды, так и стоимостью ее нагрева. После нагнетания пара в нефтеносную зону высвобождаемая при этом нефть извлекается из нефтеносной зоны в виде общего потока нефти и воды, который после обработки дает нефть для коммерческого использования и поток загрязненной воды. Эта загрязненная вода непригодна для каких-либо целей и может быть только утилизирована. Из-за большого объема и веса процессы транспортировки и утилизации этой загрязненной воды являются дорогостоящими и требуют больших площадей.

[135] Предлагаемая система 270 обеспечивает очистку этой загрязненной воды и ее рециркуляцию с превращением в струйный пар для использования при паровой обработке на нефтяном месторождении. Система 270 паровой обработки на нефтяном месторождении образует контур рециркуляции, поэтому дальнейшее обсуждение начнется с парогенератора 266. Когда система 270 запускается, парогенератор 266 заполняется водой 272 из внешнего источника. Эта внешняя вода 272 может быть муниципальной водой или водой из любого другого доступного источника, часто доступного по значительной цене. В зависимости от температуры подаваемой воды 272 она может потребовать предварительного нагрева и, возможно, преобразования в пар, что также сопряжено со значительными затратами, перед подачей в парогенератор 266.

[136] Получаемый от парогенератора 266 струйный пар нагнетают в нефтеносную зону 274. Такое нагнетание происходит через инжектор 276a, связанный с традиционным устьем 276b нефтяной скважины. После закачки пар соединяется в нефтеносной зоне 274 с нефтью, образуя общий поток нефти и воды. Этот общий поток нефти и воды стимулирует добычу и облегчает извлечение нефти из нефтеносной зоны 274, повышая скорость добычи нефти.

В устье 276b нефтяной скважины используется традиционное устьевое оборудование для отвода общего потока нефти и воды из подземной нефтеносной зоны 274, и он направляется в газоотделитель 278.

5 Газоотделитель 278 удаляет любые пузырьки газа, несомые потоком нефти и воды.

[137] По выходе из газоотделителя 278 дегазированный поток нефти и воды вводят в бак 280 для разделения нефти и воды. Этот бак 280 дает первый выпуск, который представляет собой поток нефти, направляемый в бак-хранилище 282 для последующей переработки и/или транспортируемый для последующего сбыта. Бак 280 для разделения нефти и воды дает также второй выпуск, который представляет собой поток загрязненной воды, направляемый в бак-хранилище 252.

15 [138] Как и в ранее рассмотренных системах, загрязненная вода из бака-хранилища 252 проходит через сетчатый фильтр 254 для удаления крупных нерастворенных частиц. В идеале сетчатый фильтр 254 работает со скоростью потока от 660 до 1760 галлонов в минуту (от ≈ 2270 л до ≈ 6660 л; для перевода использовано соотношение 1 галлон США для жидкостей = 3,785 л). Такая
20 минимальная фильтрация снижает общую стоимость эксплуатации системы за счет удаления большей части крупных частиц из потока воды перед ее очисткой-опреснением, а также повышает эффективность такой очистки-опреснения. Выходной поток из сетчатого фильтра 254 затем подают в испаритель-опреснитель 10.

25 [139] Испаритель-опреснитель 10 производит на выходе 46 поток грязи / рассола, а на выходе 48 поток чистых паров воды. Этот поток на выходе 48 по существу является опресненным, при этом почти все примеси находятся в отделенном потоке грязи / рассола на выходе 46. С выхода 46 грязь /рассол
30 направляют для хранения в утилизационную скважину 284. Поскольку выход 46 для грязи /рассола был выделен из общего потока загрязненной воды, эта грязь /рассол имеет значительно меньший вес и объем, что облегчает ее транспортировку и хранение, что приводит к снижению затрат на утилизацию.

Процесс 270 уменьшает объем текучей среды, требующей утилизации, примерно на 70%.

5 [140] В завершение цикла рециркуляции пары воды из выхода 48 испарителя-опреснителя 10 направляют в парогенератор 266, чтобы заменить воду 272 из внешнего источника, как только система 270 будет полностью запущена.

Процесс 270 обеспечивает значительное количество паров воды, преобразуемых в струйный пар, который можно непрерывно закачивать в нефтеносную зону 274. Процесс 270 обеспечивает чистые пары воды для
10 закачки струйного пара, так что получение пресной воды не требуется. Пары воды с низким содержанием примесей уменьшают потребность в обработке пресной воды из других источников или делают такую обработку ненужной для генерирования струйного пара. На выходе 48 чистые пары воды уже имеют повышенную температуру, поэтому нет необходимости в предварительном
15 нагреве и связанных с этим расходах, как в случае использования воды 272 из внешнего источника. Рециркуляция чистых водяных паров, полученных от загрязненной воды, устраняет необходимость в использовании воды 272 из внешнего источника, кроме начальной заливки системы и периодического восполнения доли, уносимой с грязью /рассолом через выход 46.

20 [141] Используя предлагаемый процесс 270 на нефтяном месторождении, можно значительно улучшить и расширить паровую добычу нефти из нефтеносных зон. Непрерывное введение в нефтеносную зону 274 струйного пара приводит к повышению добычи нефти до 600% в пластах с тяжелой
25 нефтью. Нефть может быть извлечена из скважины при значительно меньших затратах: снижаются затраты на водоснабжение, на предварительный нагрев и на утилизацию. Кроме того, постоянное введение в нефтеносную зону струйного пара стимулирует нефтяную скважину, повышая нефтеотдачу. Таким образом, предлагаемый способ 270 обеспечивает извлечение большего количества
30 нефти с большей скоростью и при значительном снижении затрат.

[142] Хотя в целях иллюстрации было подробно описано только несколько вариантов осуществления изобретения, без отклонения от объема и сущности

изобретения возможны различные модификации. Соответственно, объем изобретения ограничен только прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,
опубликованная с международной заявкой

1. Система очистки текучей среды и получения паров воды, содержащая
 - источник загрязненной воды, сообщенный с сетчатым фильтром для загрязненной воды,
 - питающий бак для подачи загрязненной воды, сообщенный с упомянутым сетчатым фильтром,
 - блок очистки для разделения загрязненной воды на поток грязи и поток паров воды, при этом вход для загрязненной воды в блоке очистки сообщен с питающим баком для подачи загрязненной воды,
 - причем блок очистки содержит практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный блоком чередующихся вращаемых лотков и неподвижных перегородок, расположенных вертикально вдоль удлиненного аппарата между его первым концом вблизи входа для загрязненной воды и его вторым концом вблизи выхода для грязи и выхода для паров воды,
 - при этом с выходом для грязи сообщен бак для грязи и с выходом для паров воды сообщен паропровод.
2. Система по п. 1, дополнительно содержащая теплообменник на питающем баке для подачи загрязненной воды, причем через теплообменник проходит, с возможностью переноса текучей среды, паропровод.
3. Система по п. 2, дополнительно содержащая бак для регенерации опресненной воды, сообщенный с паропроводом после прохождения последнего через теплообменник.
4. Система по п. 1, дополнительно содержащая парогенератор, сообщенный с паропроводом для преобразования потока паров воды в поток струйного пара.
5. Система по п. 4, дополнительно содержащая паровую турбину, сообщенную с парогенератором для преобразования энергии потока струйного пара в электричество.
6. Система по п. 4, дополнительно содержащая паропровод, сообщающий поток струйного пара от парогенератора с паровым инжектором, сообщенным с нефтеносной зоной.

7. Система по п. 6, дополнительно содержащая сепаратор вода / нефть для разделения общего потока нефти и воды, извлекаемого из нефтеносной зоны, на нефть и загрязненную воду.

8. Система по п. 7, дополнительно содержащая газоотделитель, сообщающий общий поток нефти и воды, извлеченный из нефтеносной зоны, с сепаратором вода / нефть с целью отделения газов, несомых общим потоком нефти и воды.

9. Система по п. 1, в которой каждый лоток снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, а в каждой перегородке выполнены отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр.

10. Система по п. 1, в которой блок очистки дополнительно содержит внутреннюю втулку, расположенную в удлиненном технологическом аппарате за блоком лотков и перегородок, причем внутренняя втулка образует кольцевой проход к выходу для грязи.

11. Способ обработки и рециркуляции воды, используемой в цикле паровой обработки в нефтеносной зоне, включающий следующие стадии:

нагнетание потока струйного пара в подземную нефтеносную зону для интенсификации и увеличения нефтеотдачи из нее,

извлечение общего потока нефти и воды из подземной нефтеносной зоны, разделение общего потока нефти и воды на поток нефти и поток загрязненной воды,

фильтрацию потока загрязненной воды через устройство для фильтрации крупных частиц с получением потока отфильтрованной загрязненной воды,

обработку потока отфильтрованной загрязненной воды с помощью испарителя-опреснителя, разделяющего поток отфильтрованной загрязненной воды на поток грязи и поток чистых паров воды, и

прокачивание потока чистых паров воды через парогенератор для получения потока струйного пара.

12. Способ по п. 11, дополнительно включающий стадию подачи в устройство для фильтрации крупных частиц потока воды из внешнего источника в количестве, достаточном для завершения цикла паровой обработки нефтеносной зоны.

13. Способ по п. 11, дополнительно включающий стадию отвода потока грязи в утилизационную скважину, отдельную от подземной нефтеносной зоны.

14. Способ по п. 11, дополнительно включающий стадию хранения нефти в баке-хранилище для ее последующей обработки и сбыта.

15. Способ по п. 11, дополнительно включающий стадию дегазации общего потока нефти и воды перед выполнением стадии разделения.

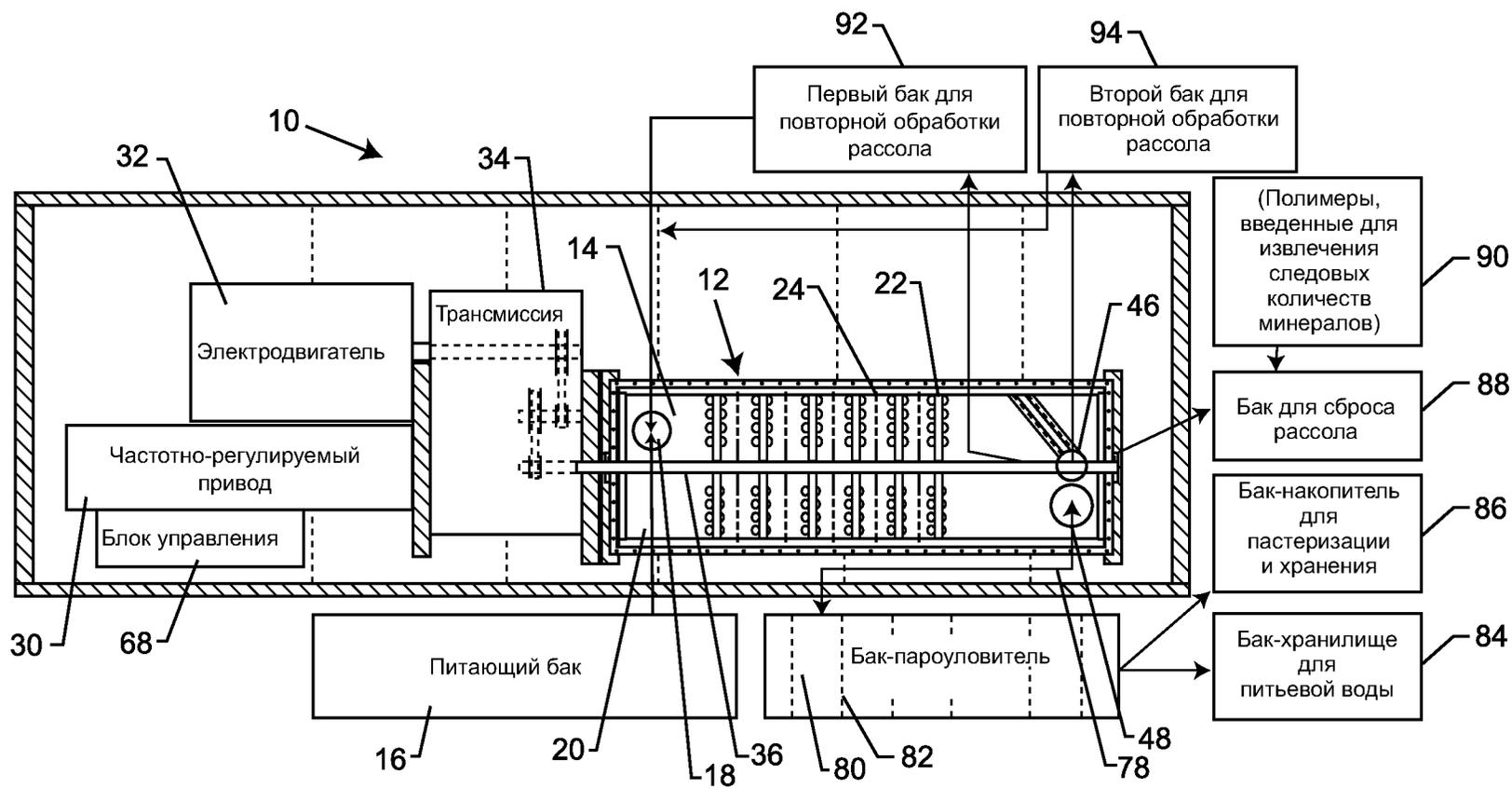
16. Способ по п. 11, отличающийся тем, что испаритель-опреснитель содержит практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, имеющий блок чередующихся вращаемых лотков и неподвижных перегородок, расположенных вертикально вдоль удлиненного аппарата между его первым и вторым концами.

17. Способ по п. 16, отличающийся тем, что чередующиеся вращаемые лотки и неподвижные перегородки выполнены следующим образом:

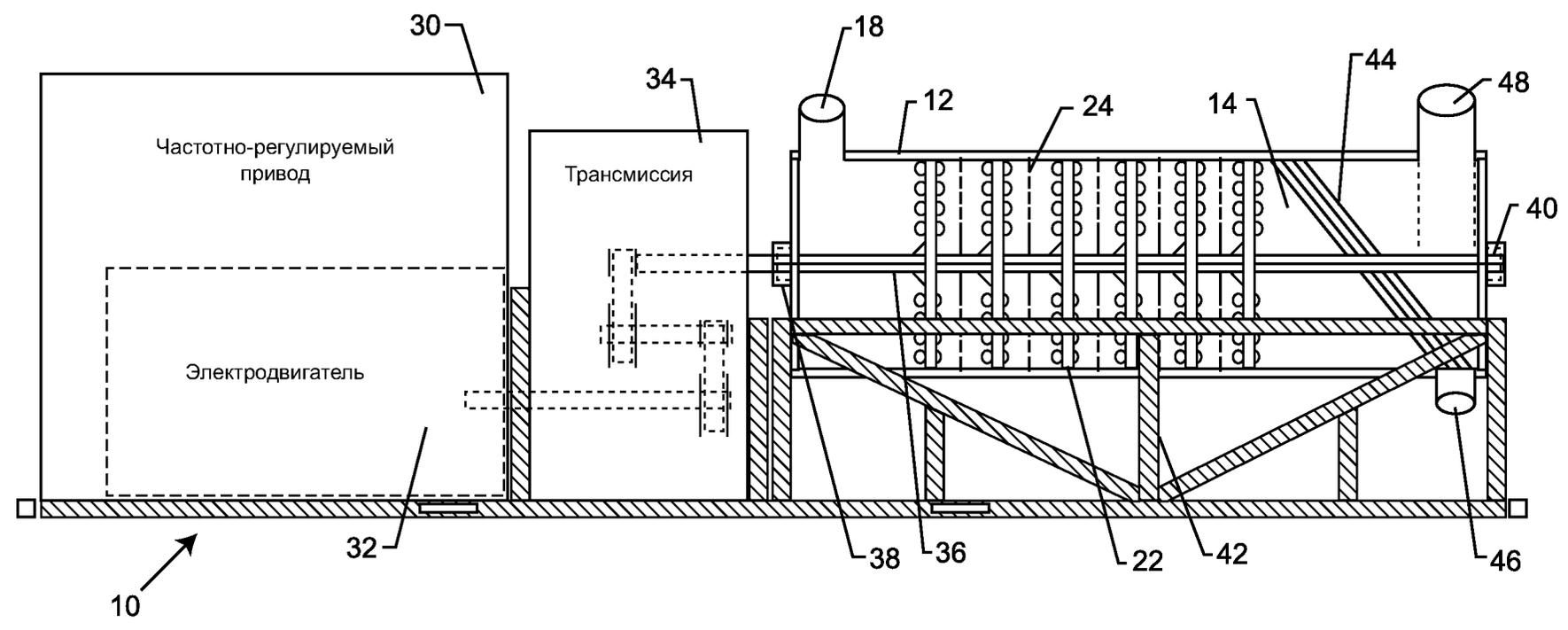
каждый лоток снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, и

в каждой перегородке выполнены отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр.

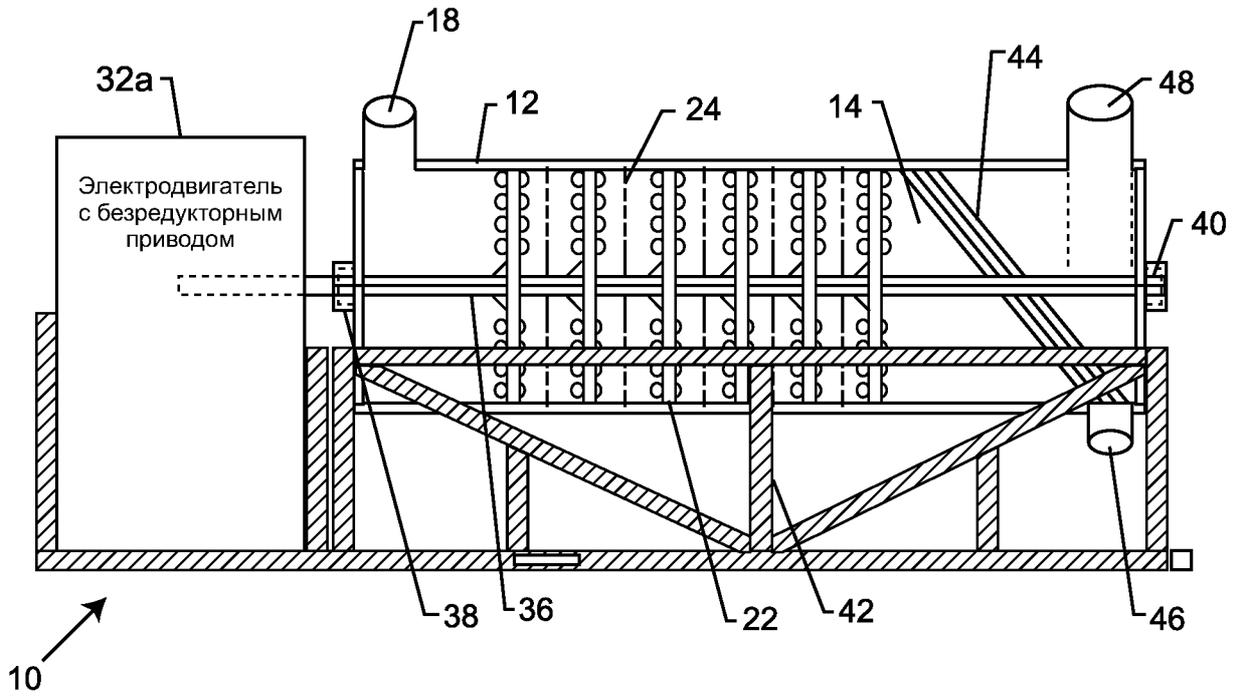
18. Способ по п. 16, дополнительно включающий внутреннюю втулку, расположенную в удлиненном аппарате за блоком чередующихся вращаемых лотков и неподвижных перегородок, причем внутренняя втулка образует кольцевой проход к выходу для грязи.



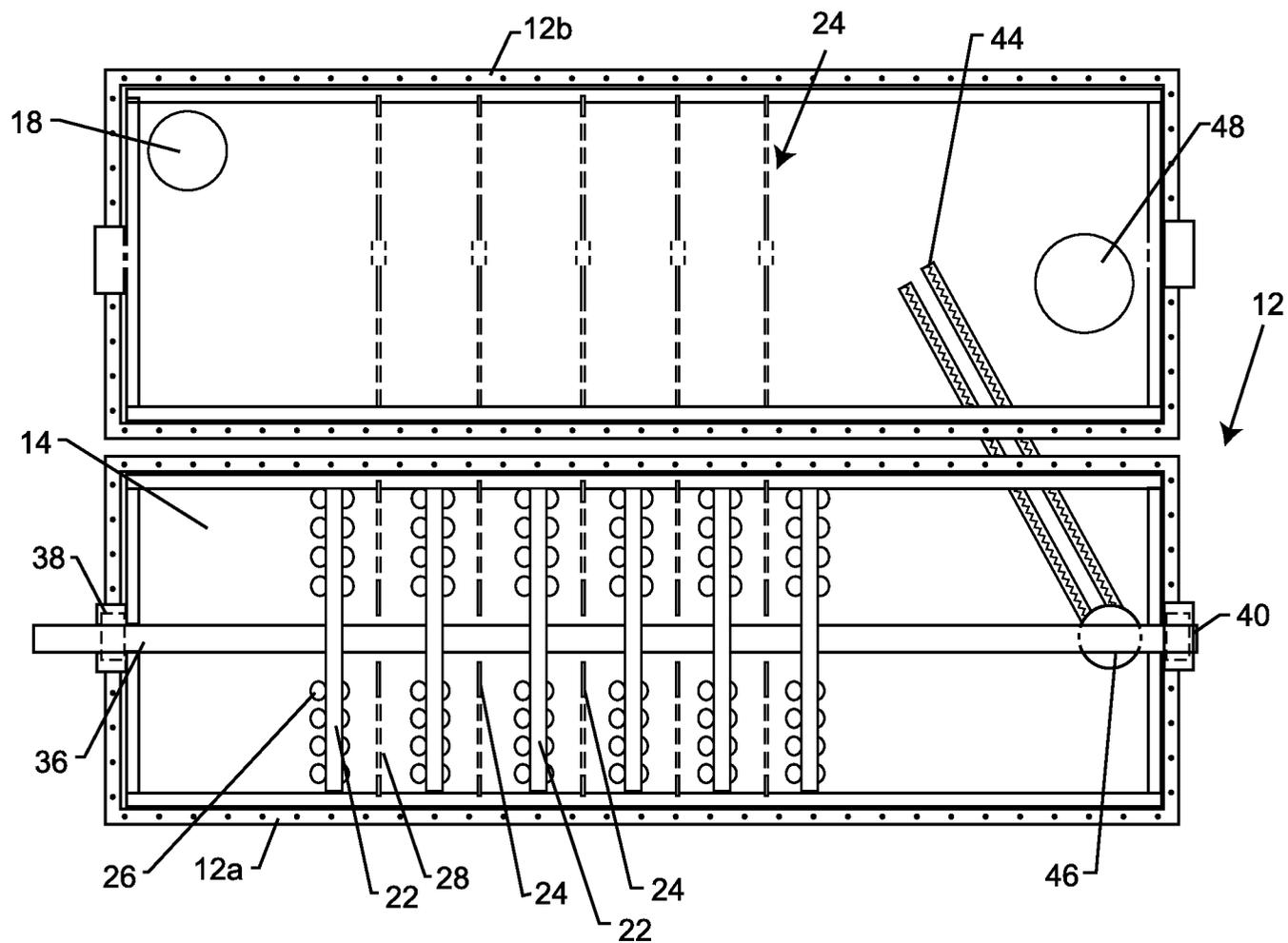
Фиг. 1



Фиг. 2

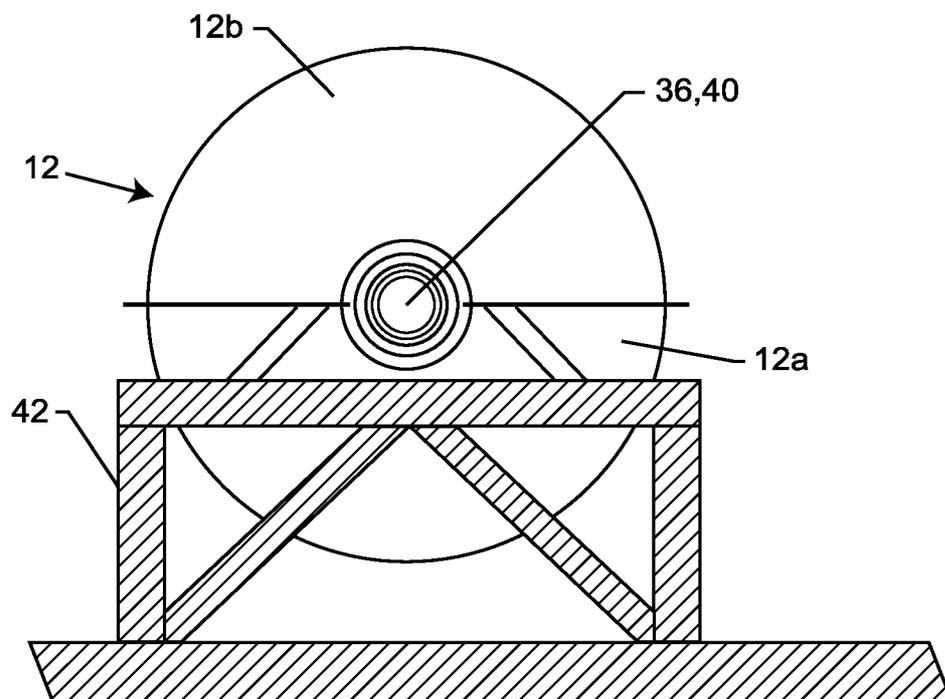


Фиг. 2а

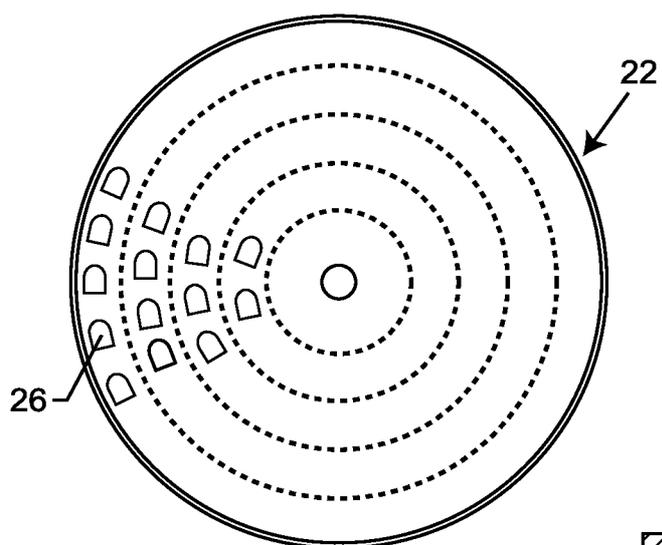


Фиг. 3

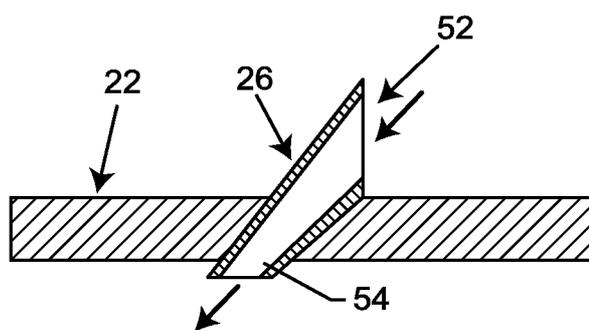
5/31



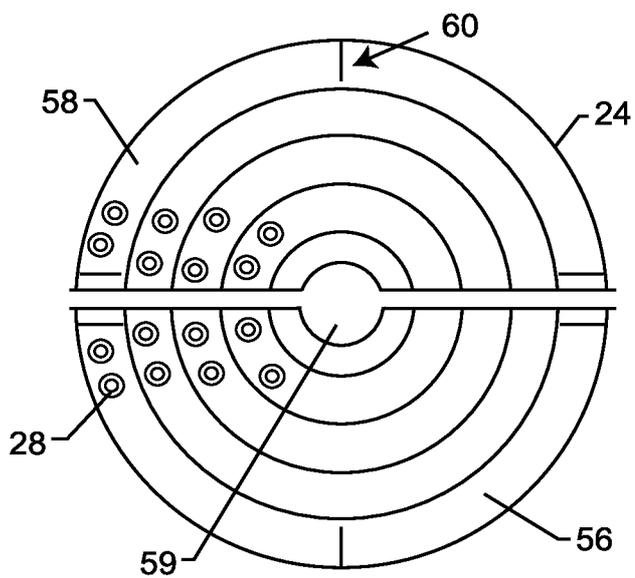
Фиг. 4



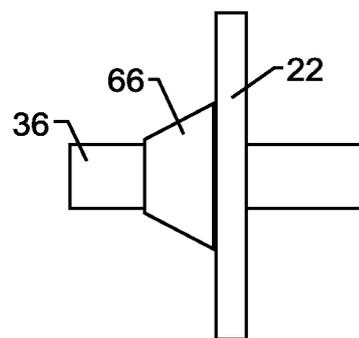
Фиг. 5



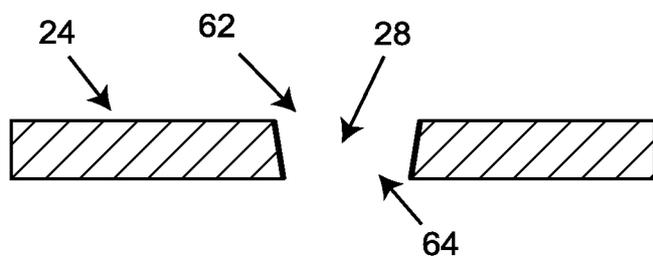
Фиг. 6



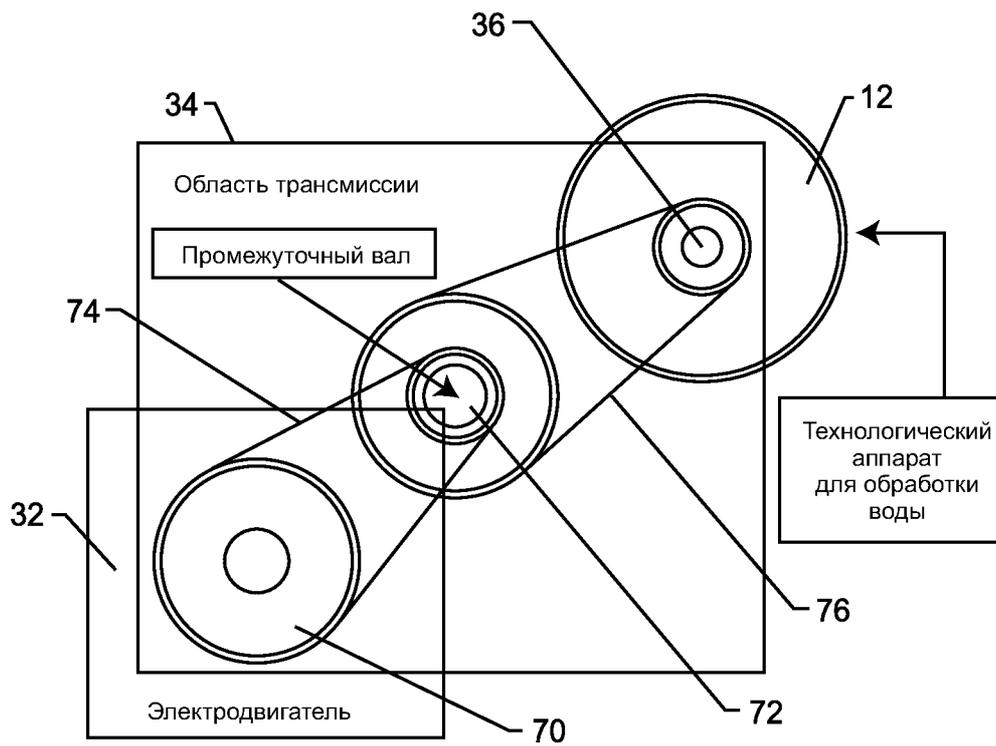
Фиг. 7



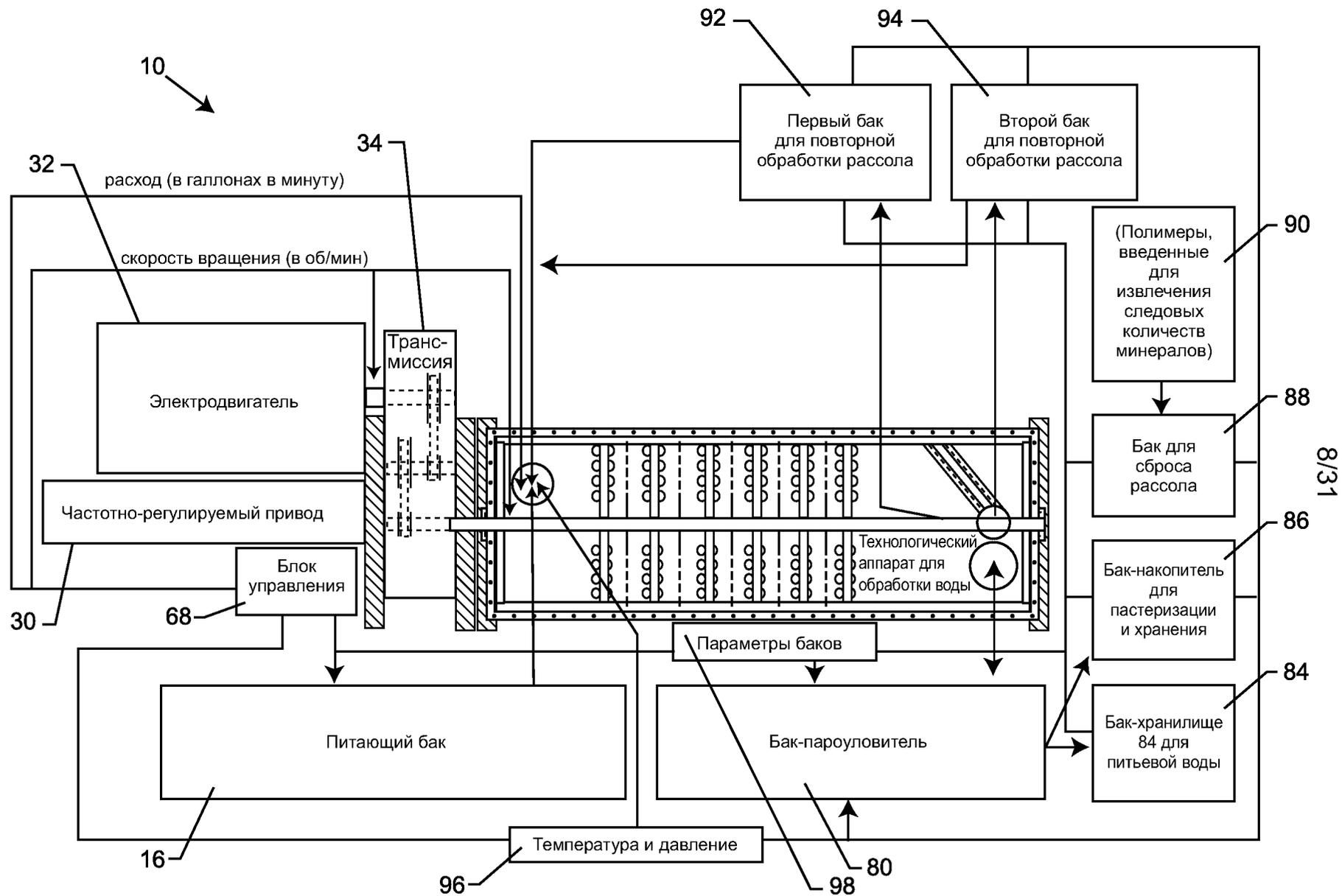
Фиг. 8



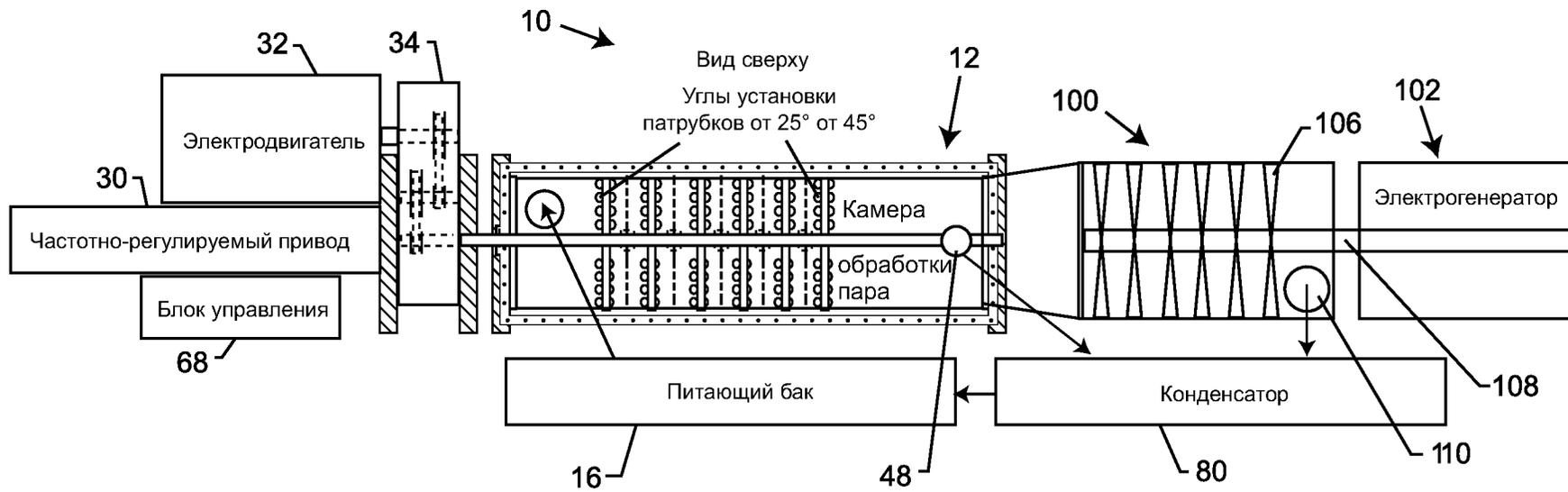
Фиг. 9



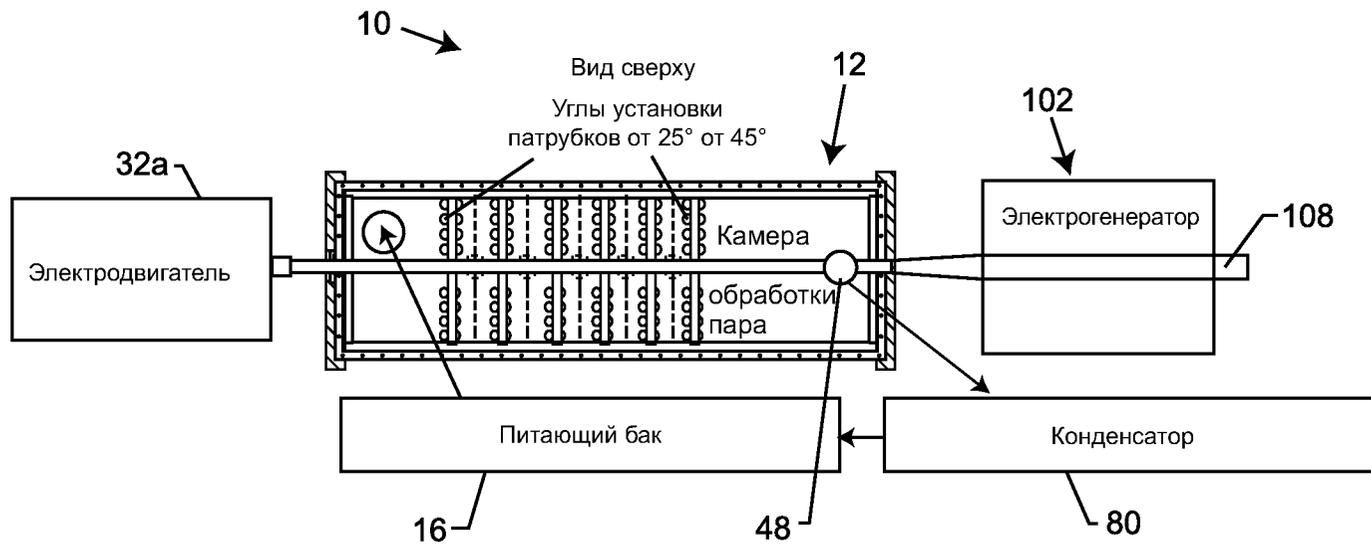
Фиг. 10



Фиг. 11

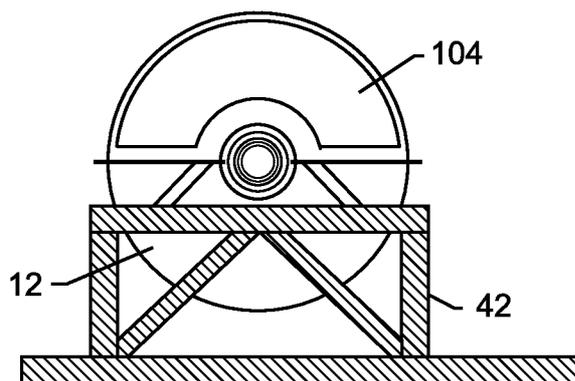


Фиг. 12

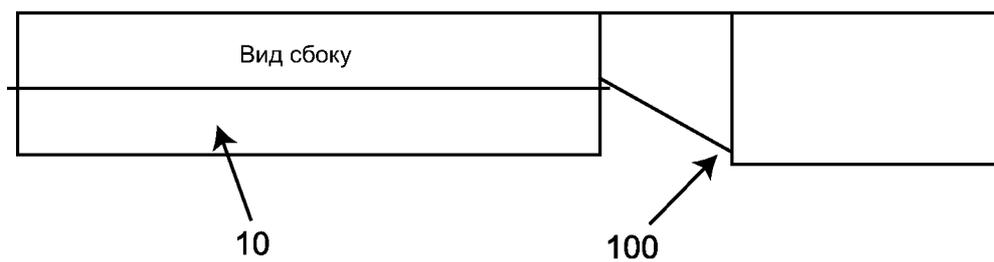


Фиг. 12а

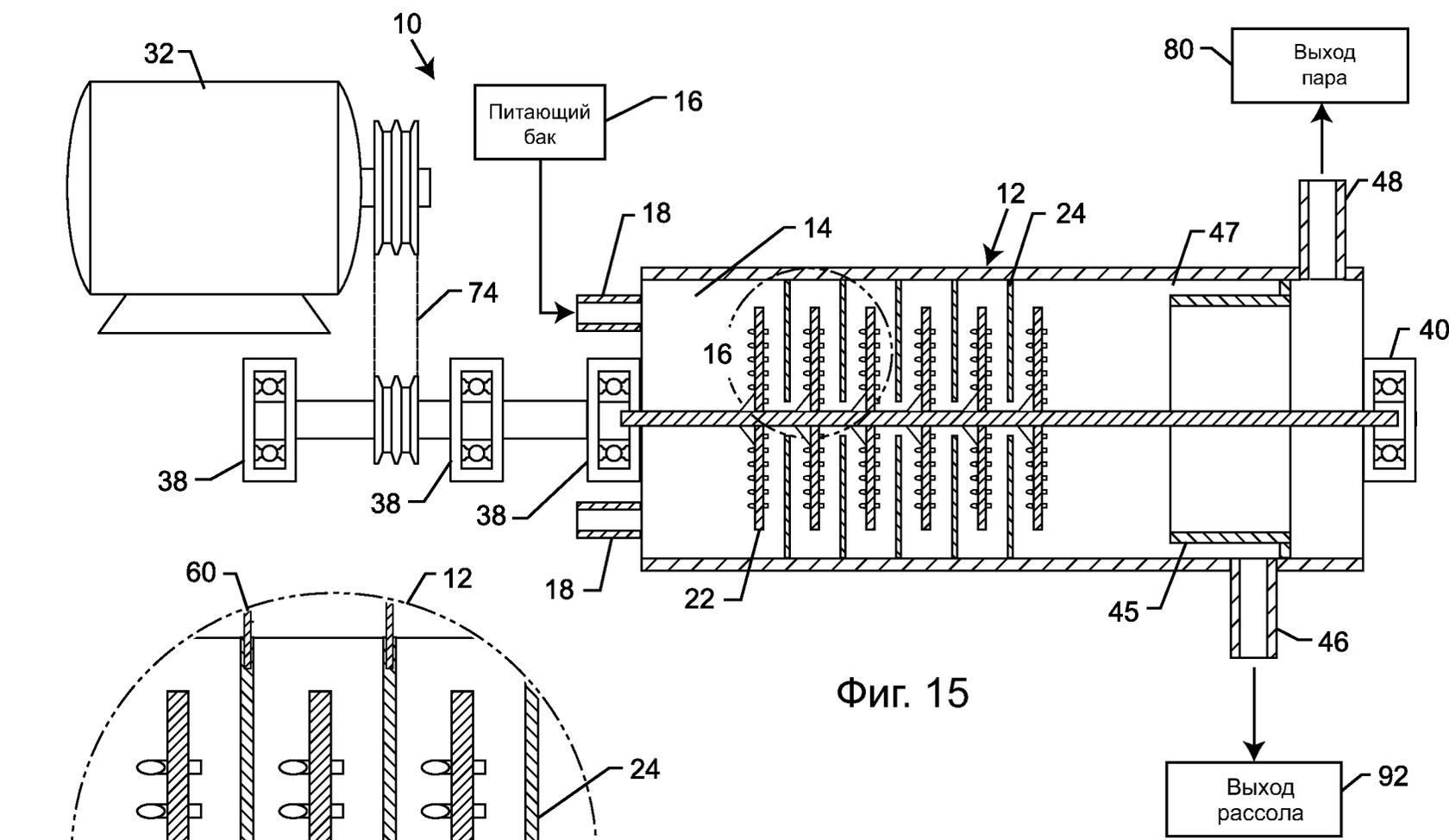
10/31



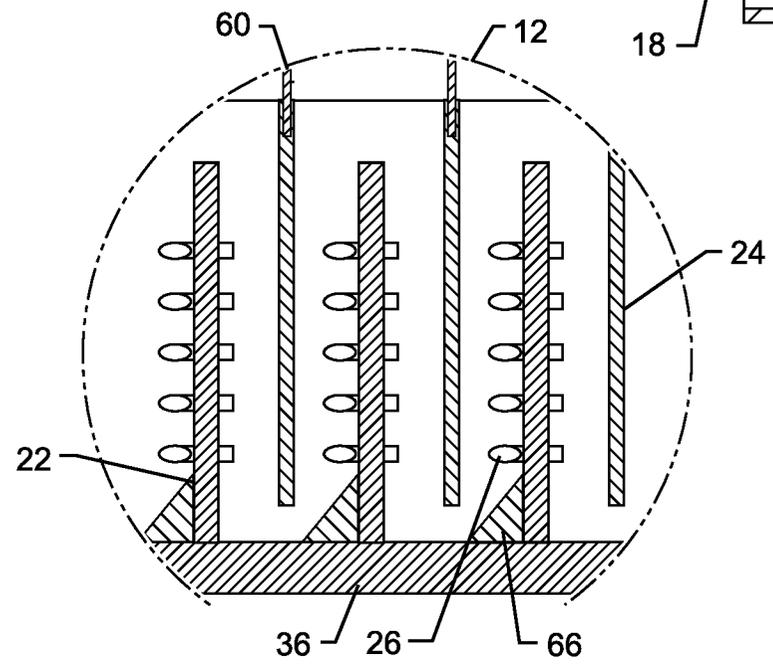
Фиг. 13



Фиг. 14

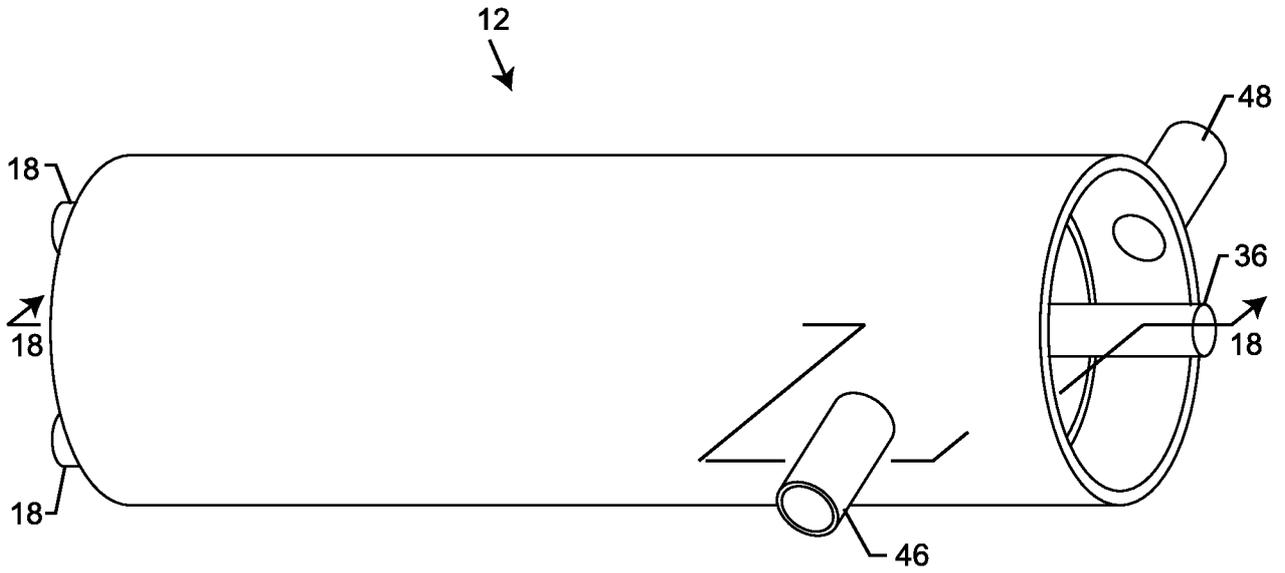


Фиг. 15

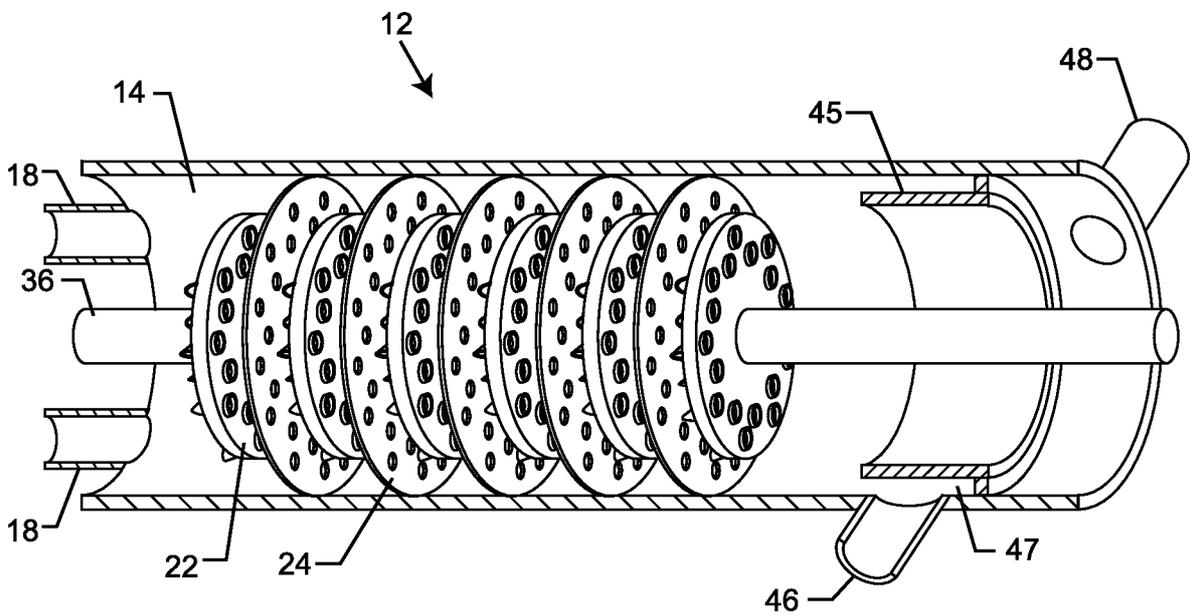


Фиг. 16

12/31

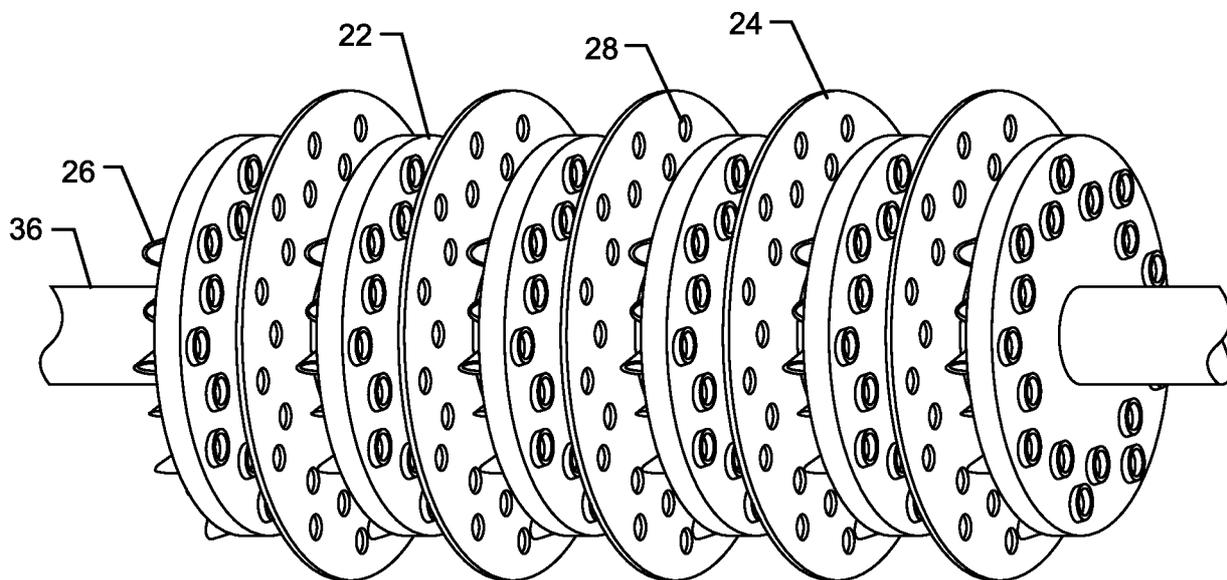


Фиг. 17

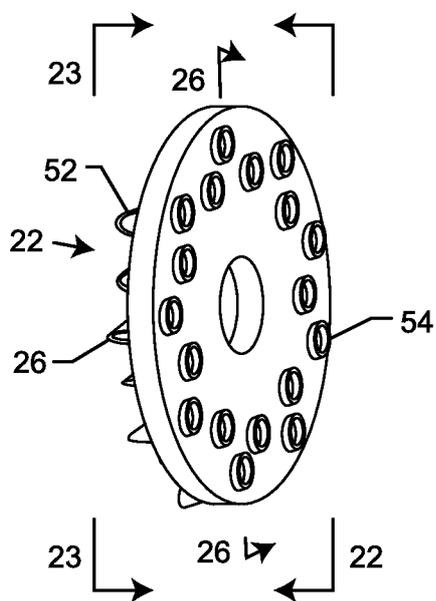


Фиг. 18

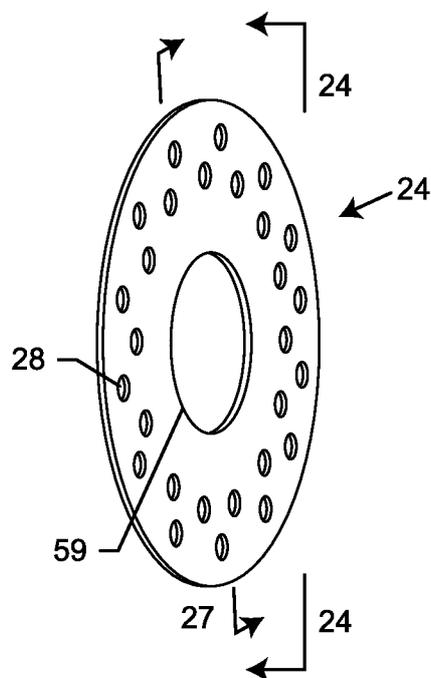
13/31



Фиг. 19

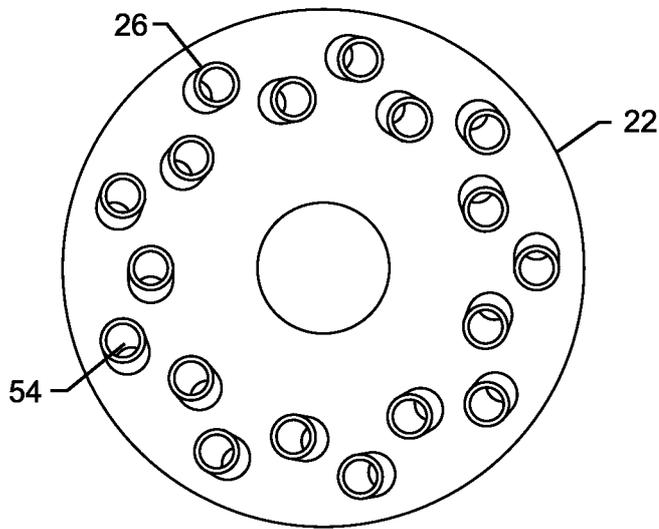


Фиг. 20

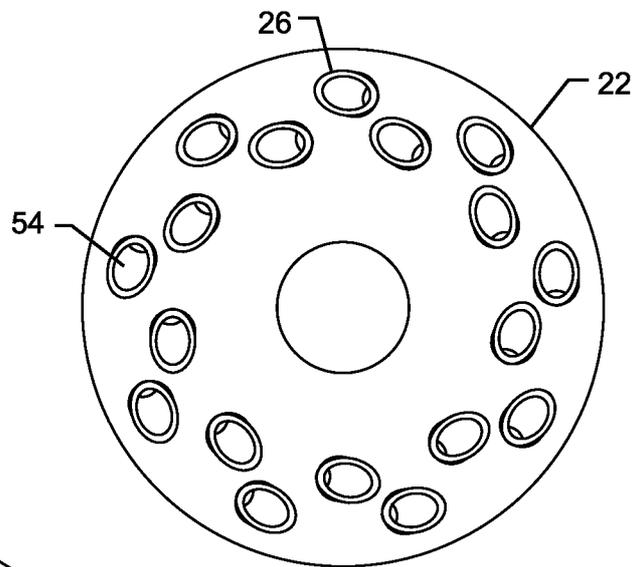


Фиг. 21

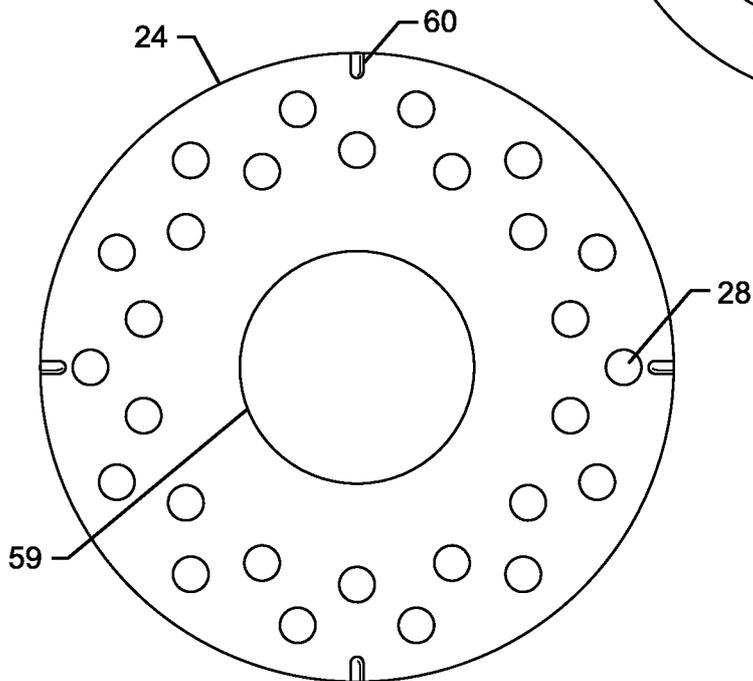
14/31



Фиг. 22

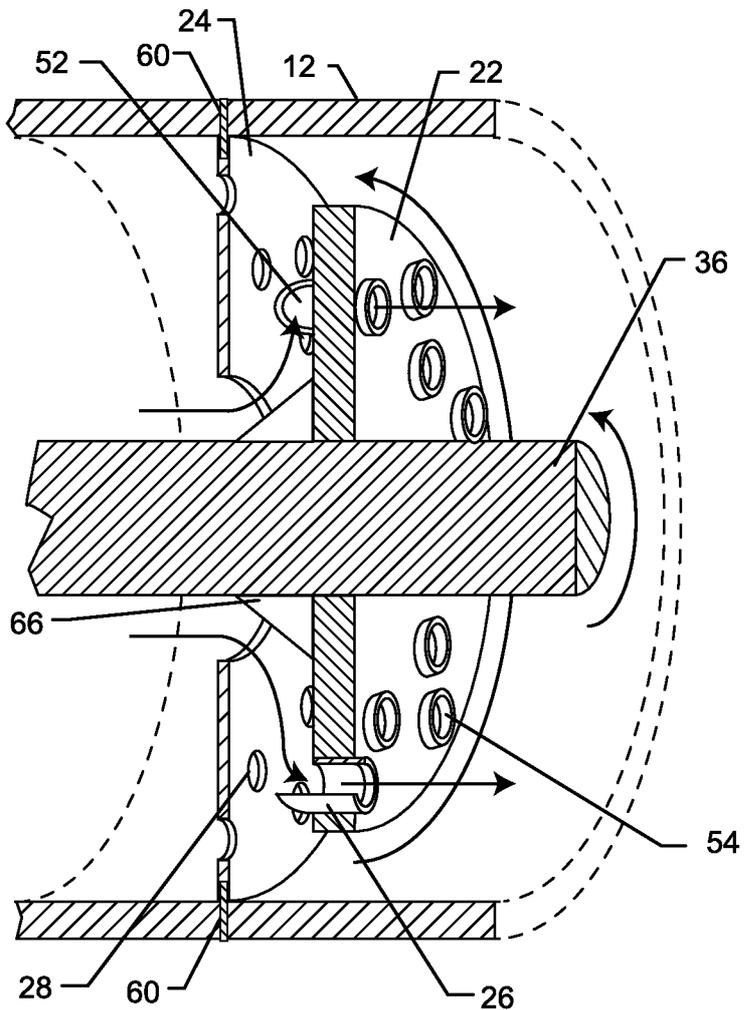


Фиг. 23

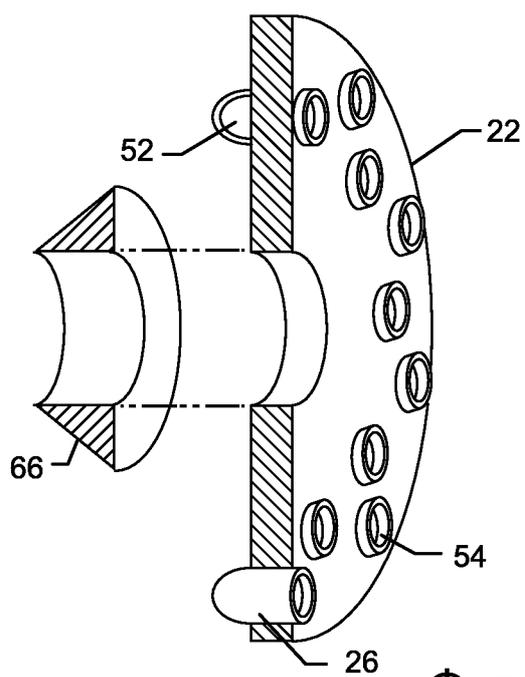


Фиг. 24

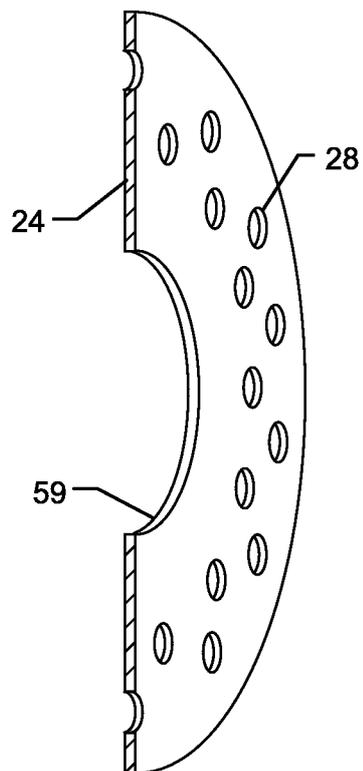
15/31



Фиг. 25

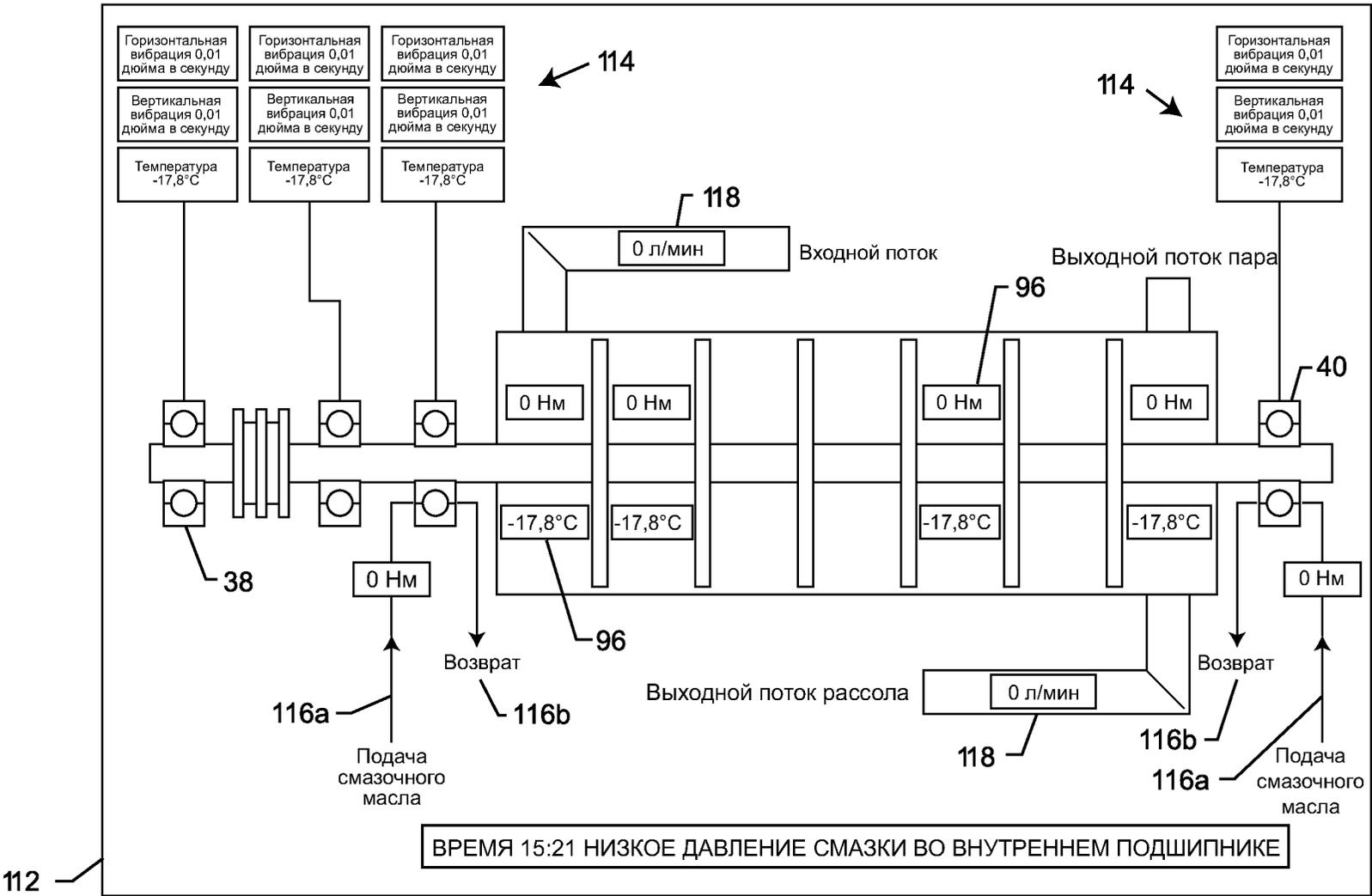


Фиг. 26

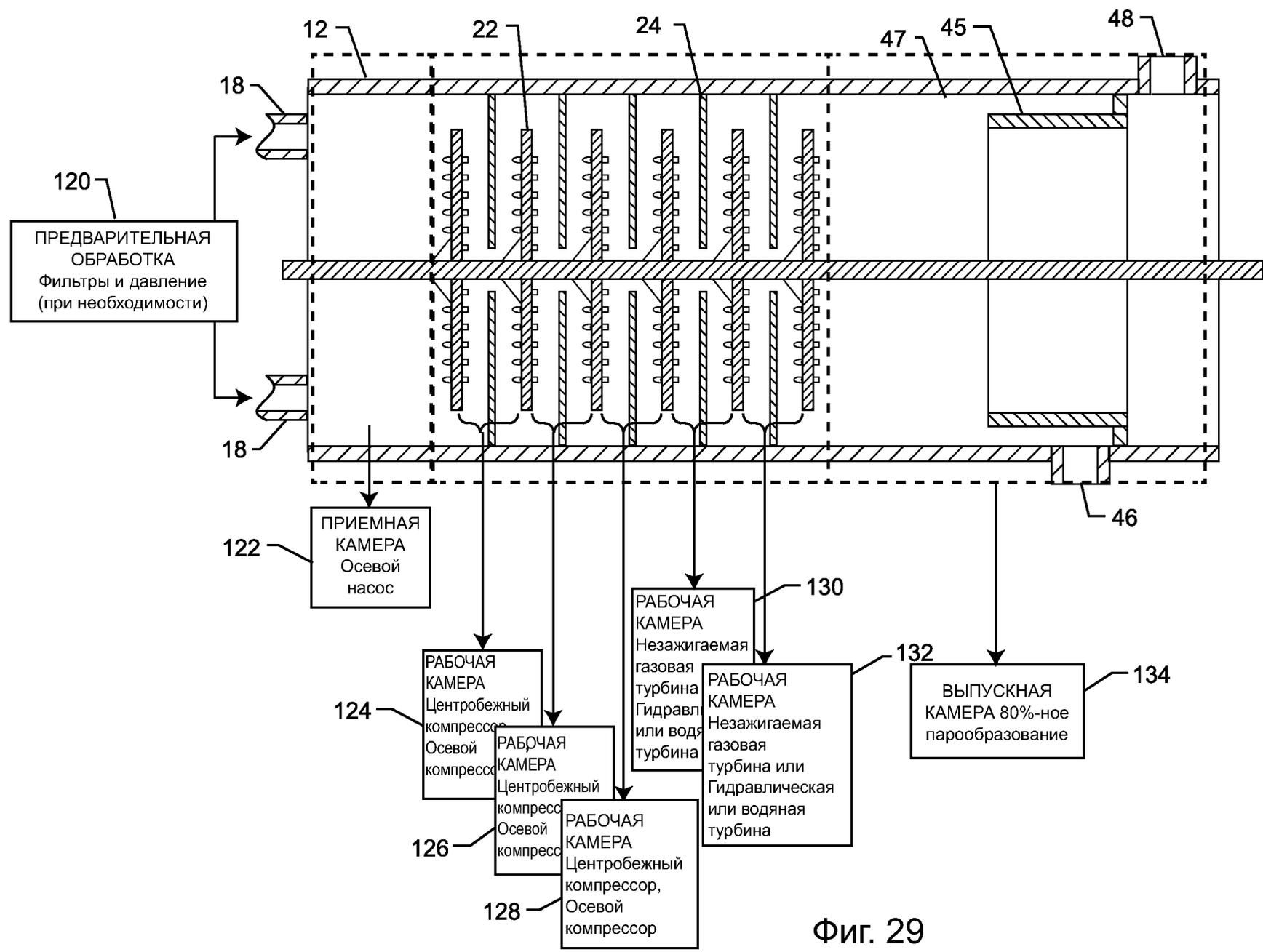


Фиг. 27

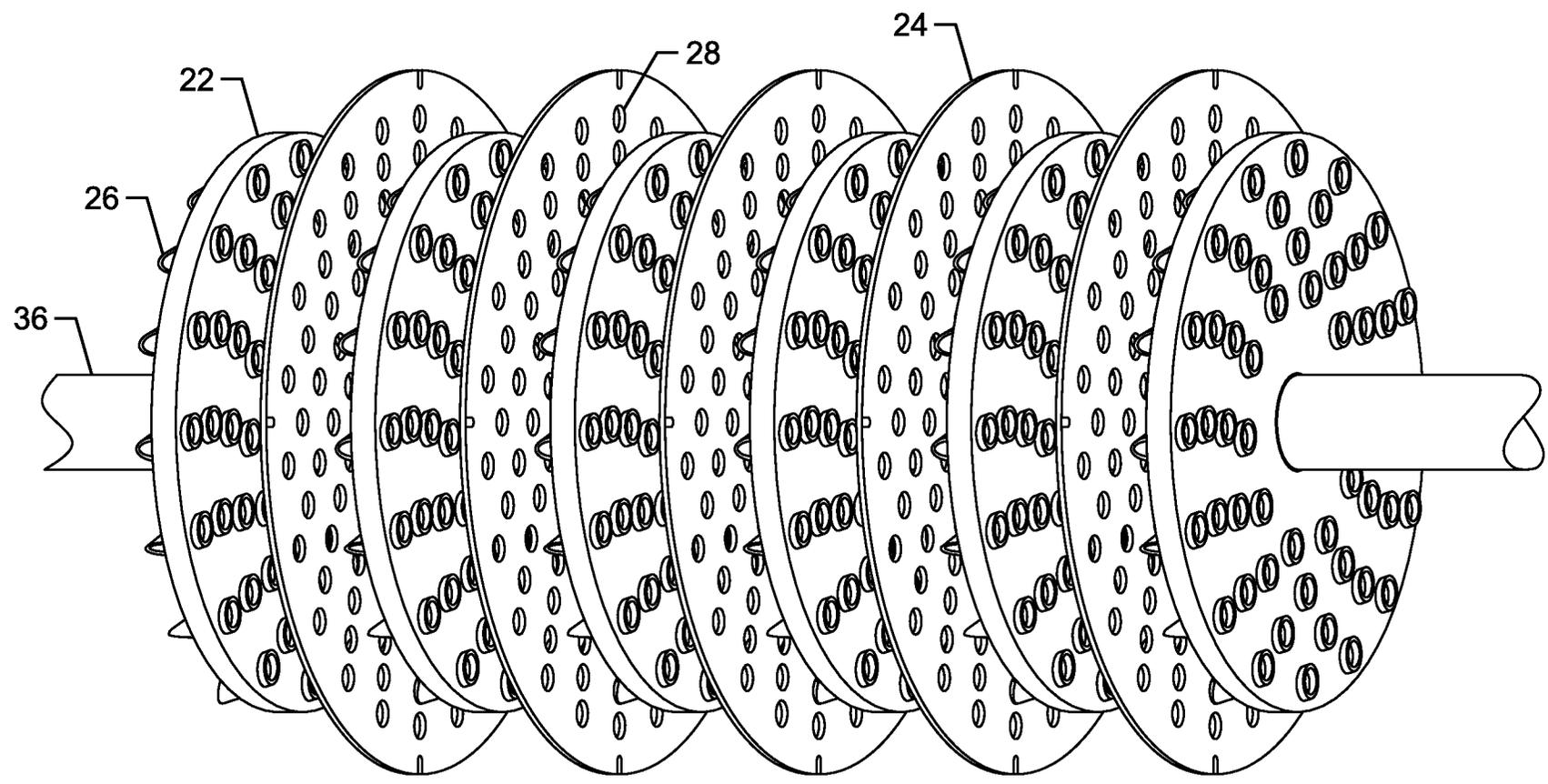
PWR
CPU
COM



Фиг. 28

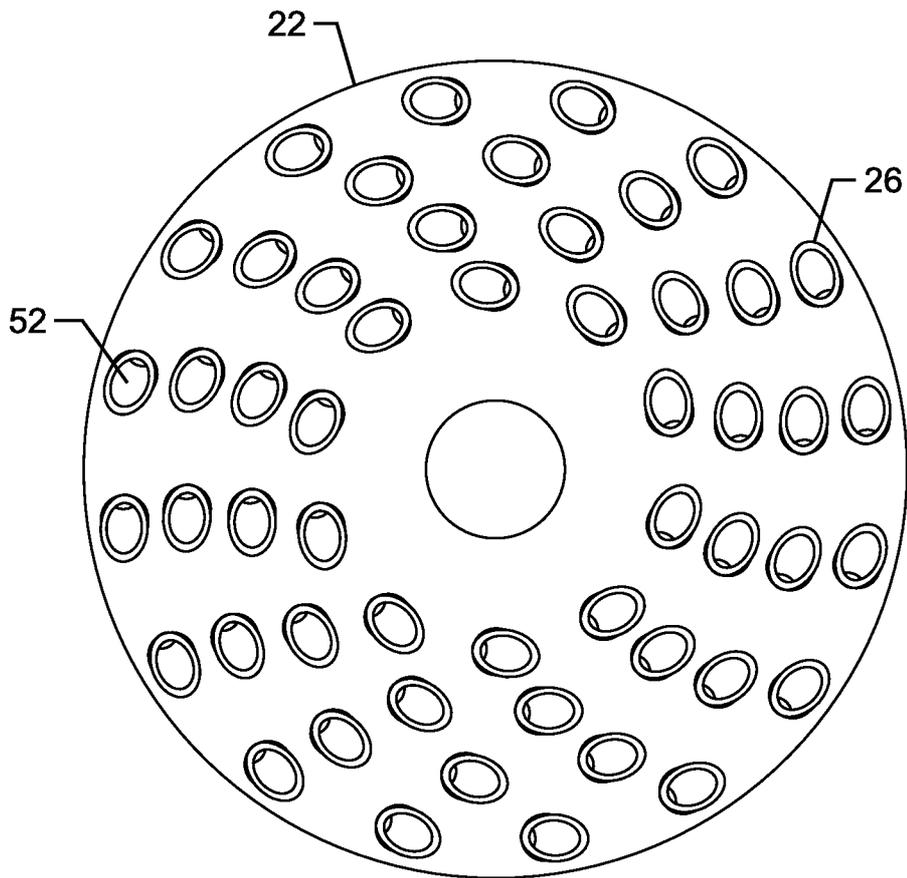


Фиг. 29



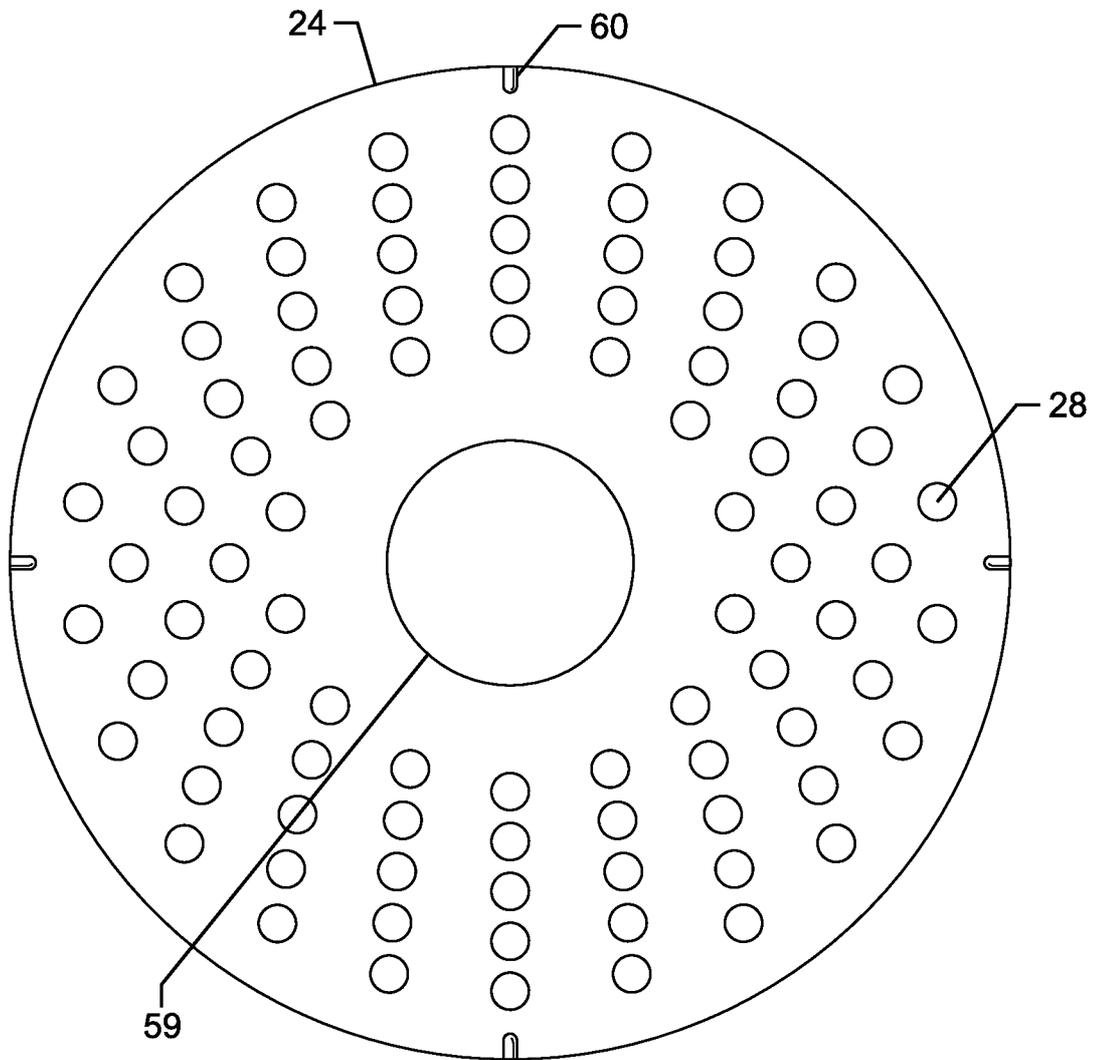
Фиг. 30

19/31

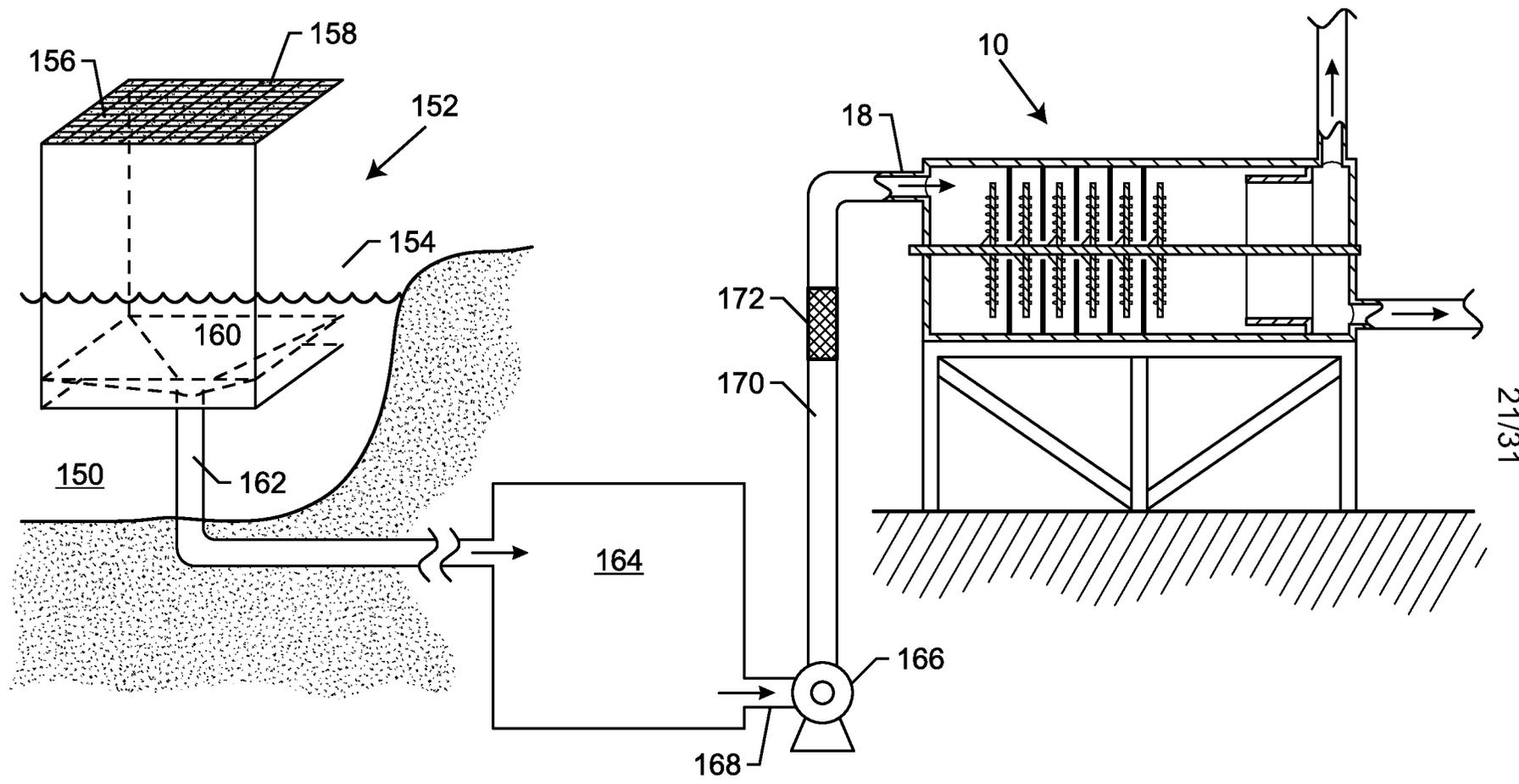


Фиг. 31

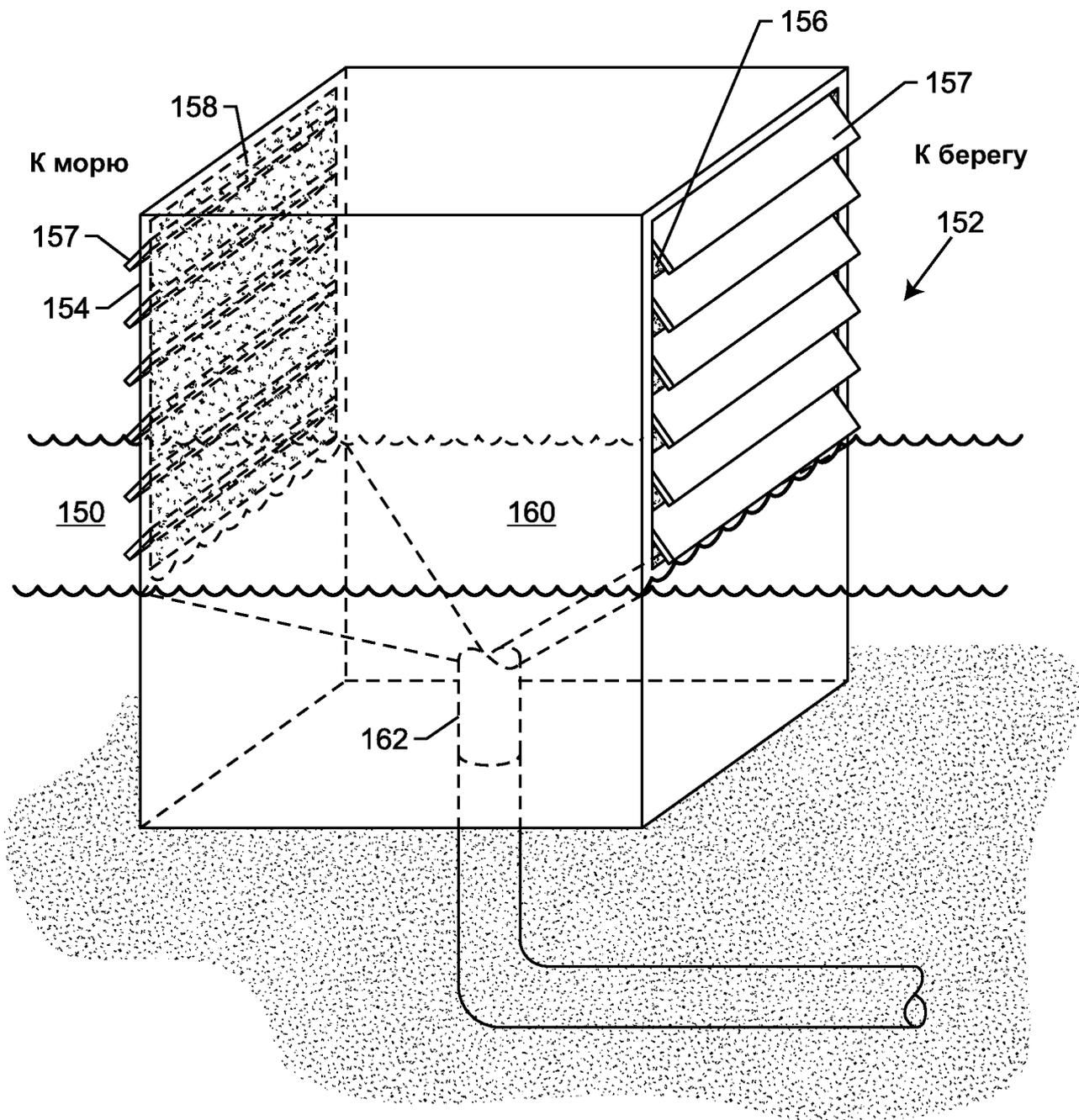
20/31



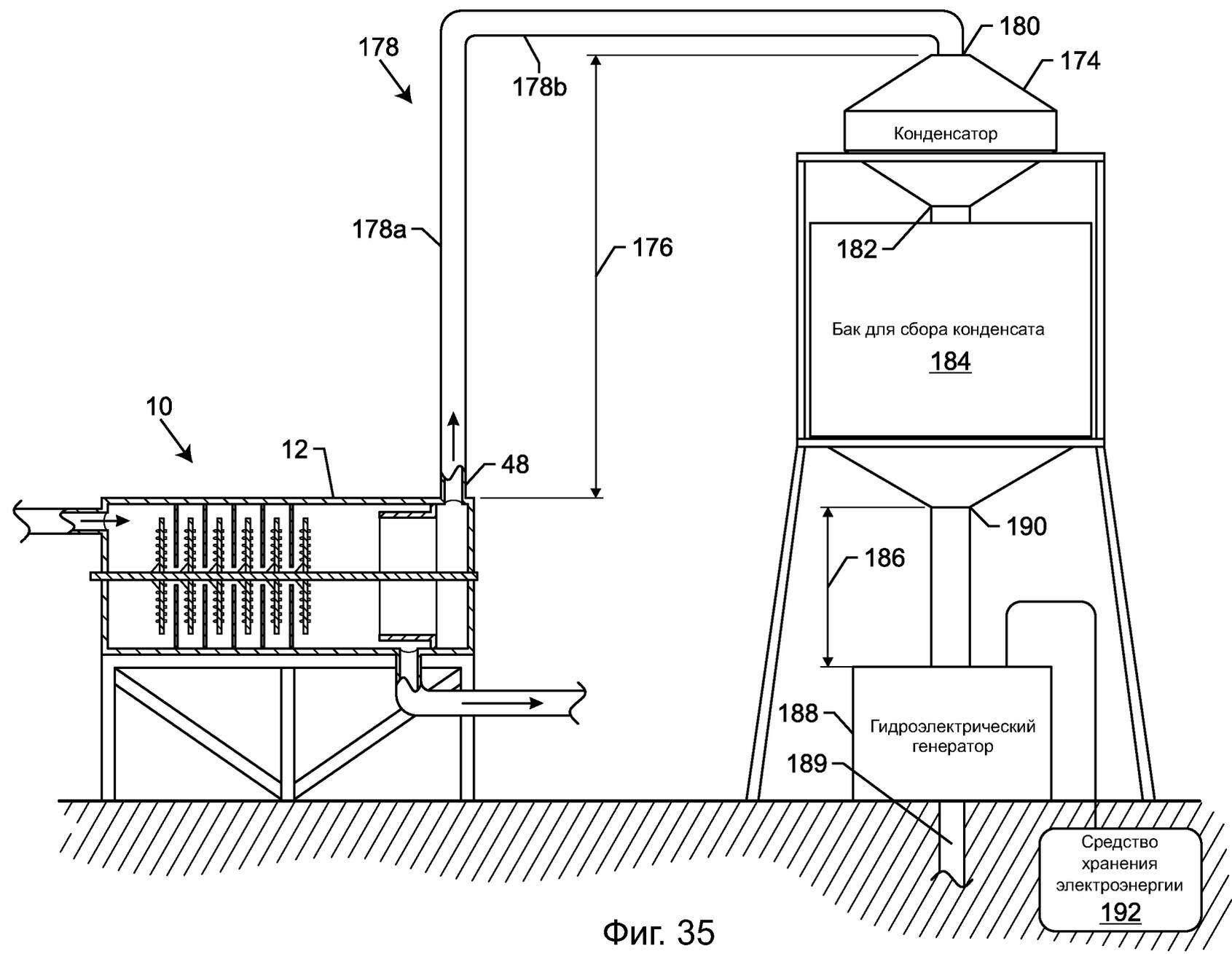
Фиг. 32



Фиг. 33

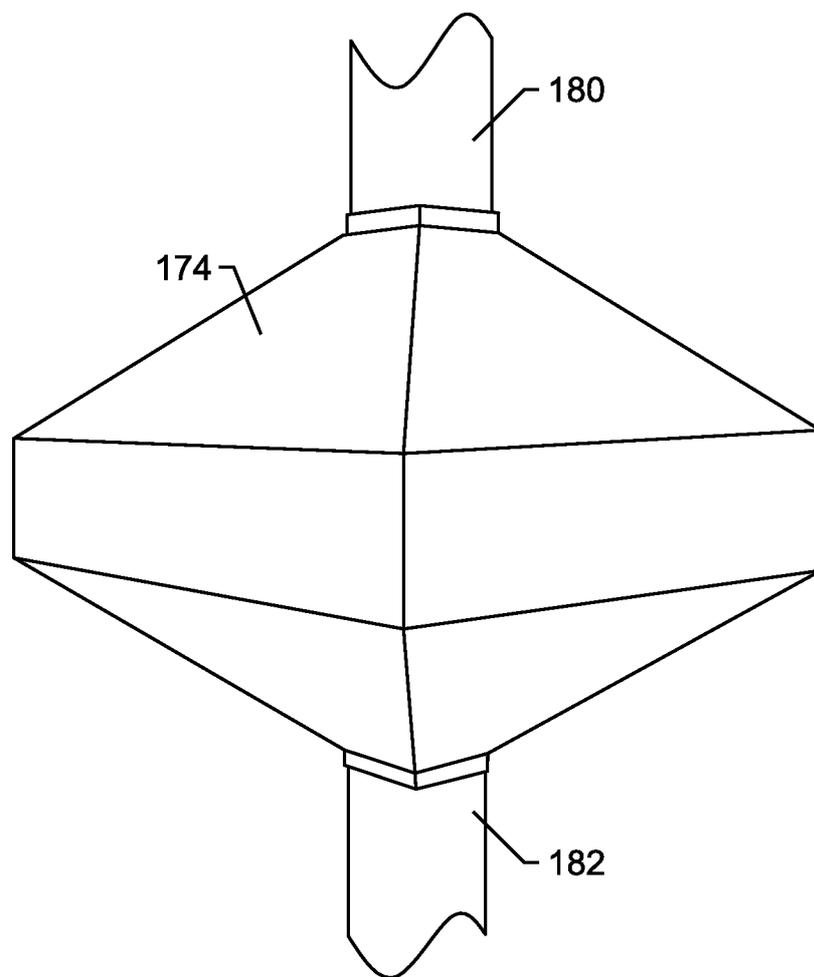


Фиг. 34

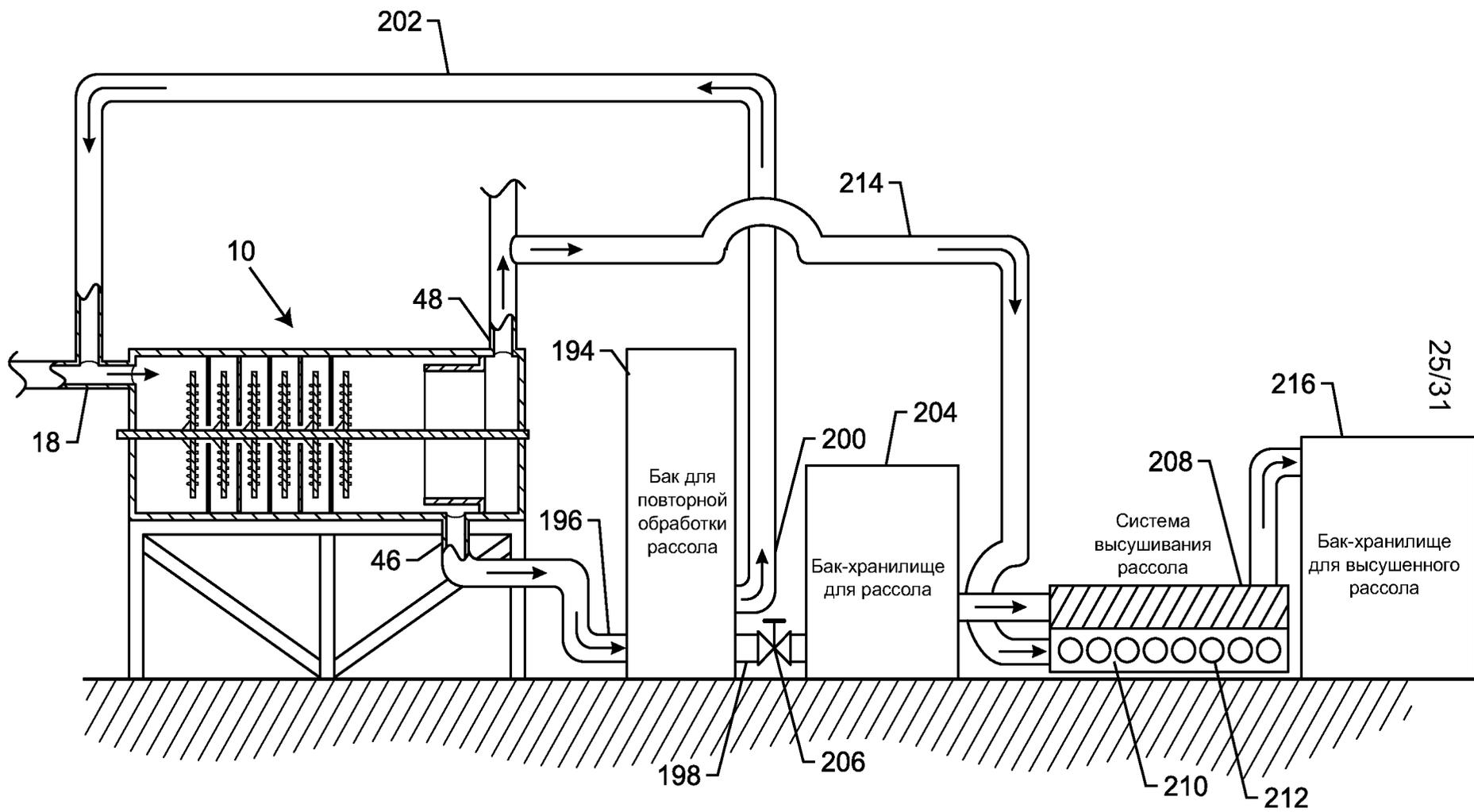


Фиг. 35

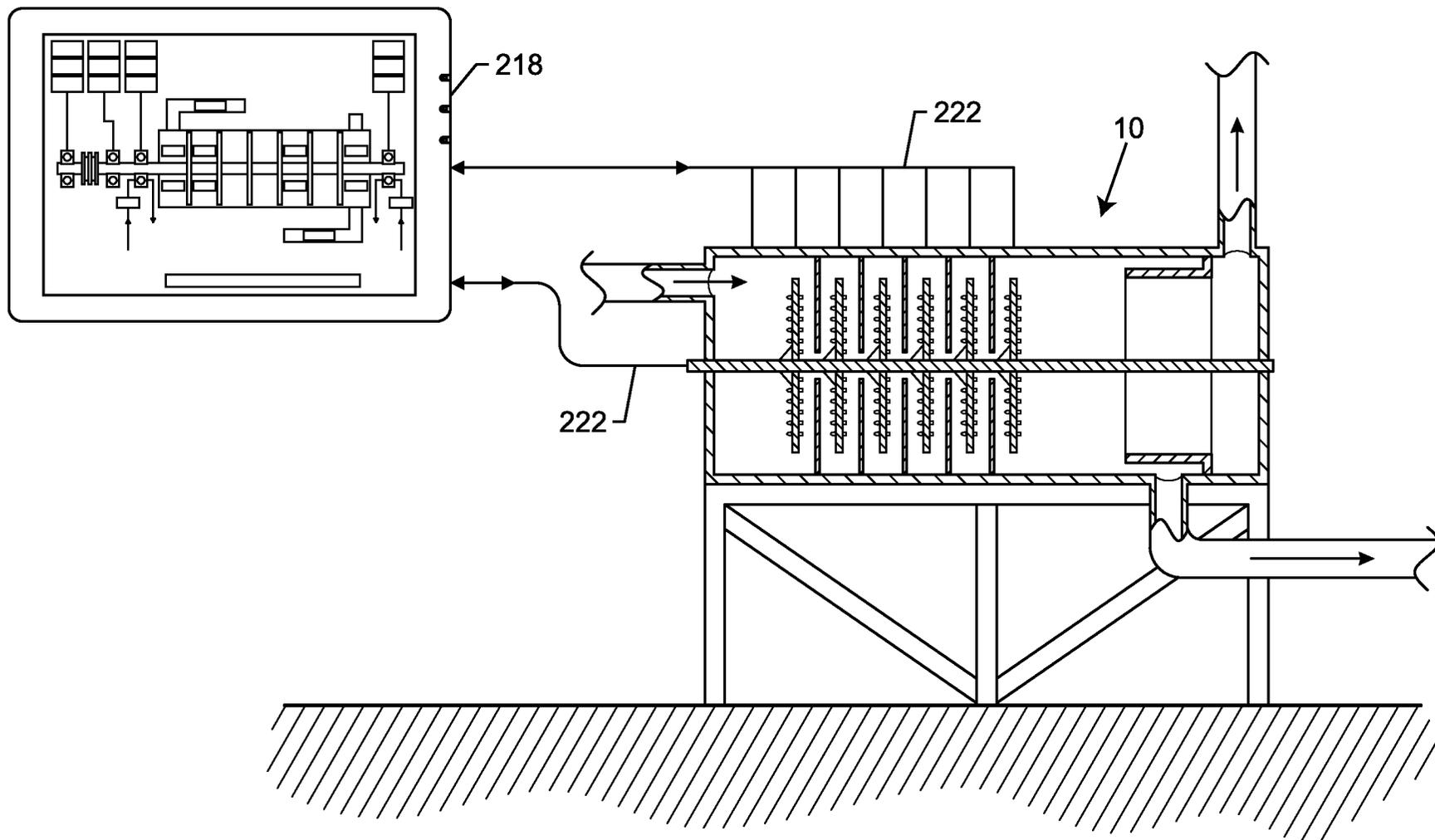
24/31



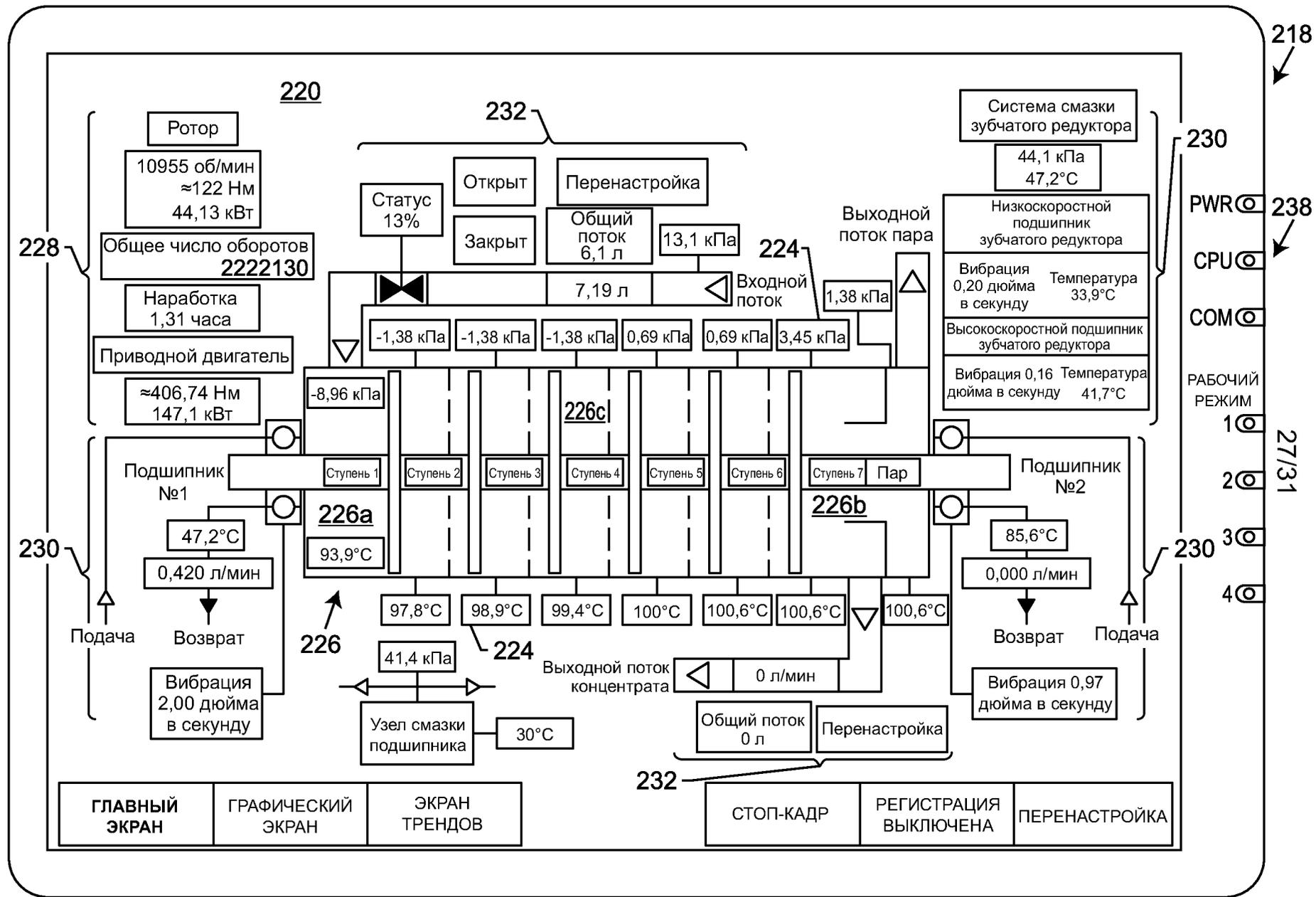
Фиг. 35а



Фиг. 36

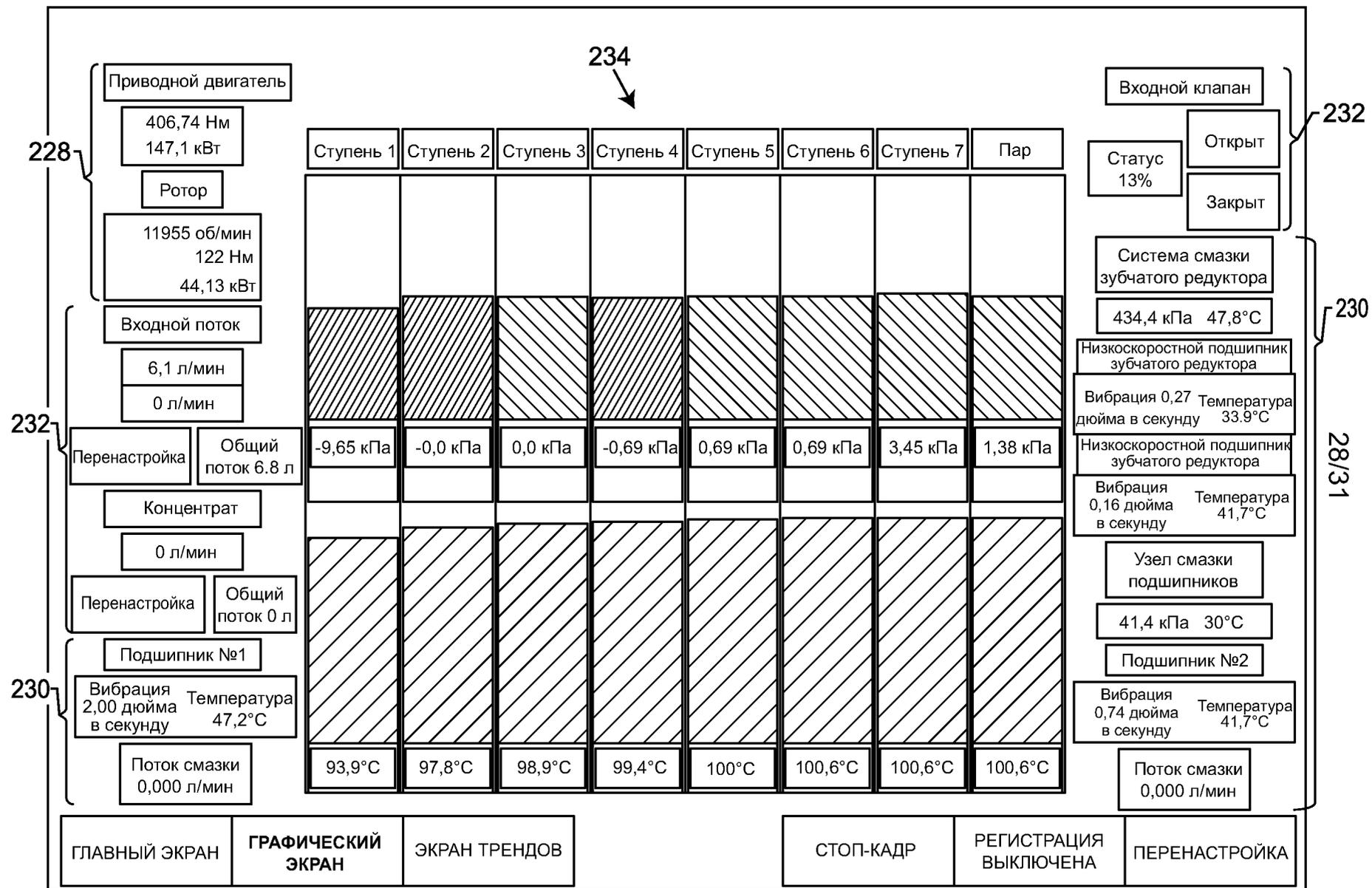


Фиг. 37



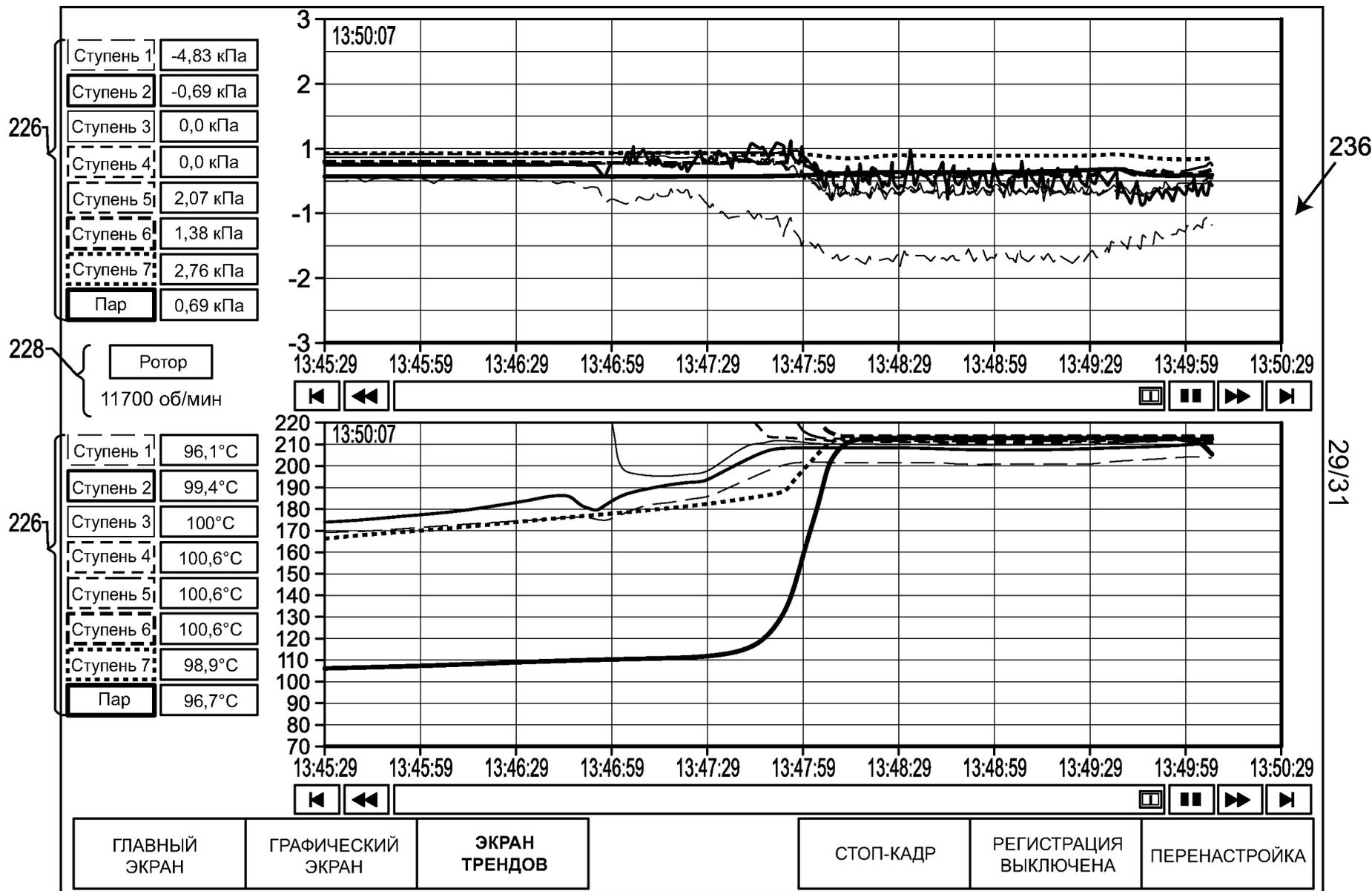
Фиг. 38

Система очистки воды и получения паров воды



Система очистки воды и получения паров воды

Фиг. 39

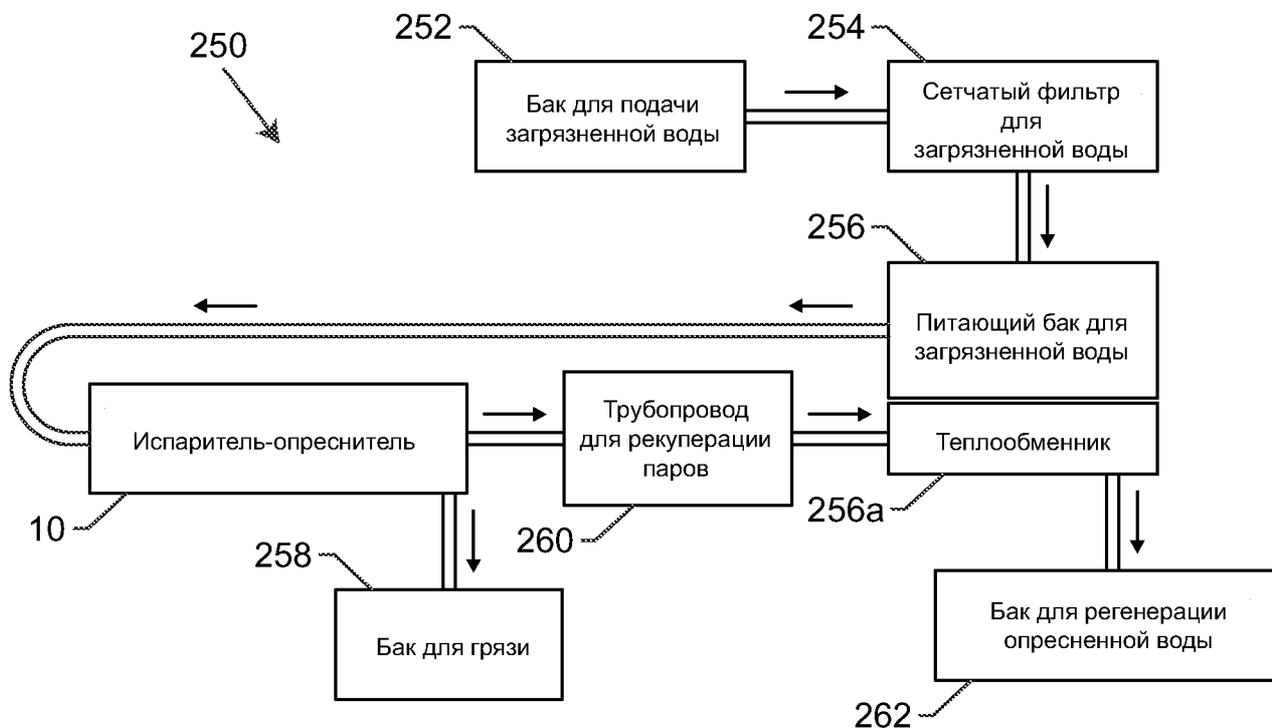


Система очистки воды и получения паров воды

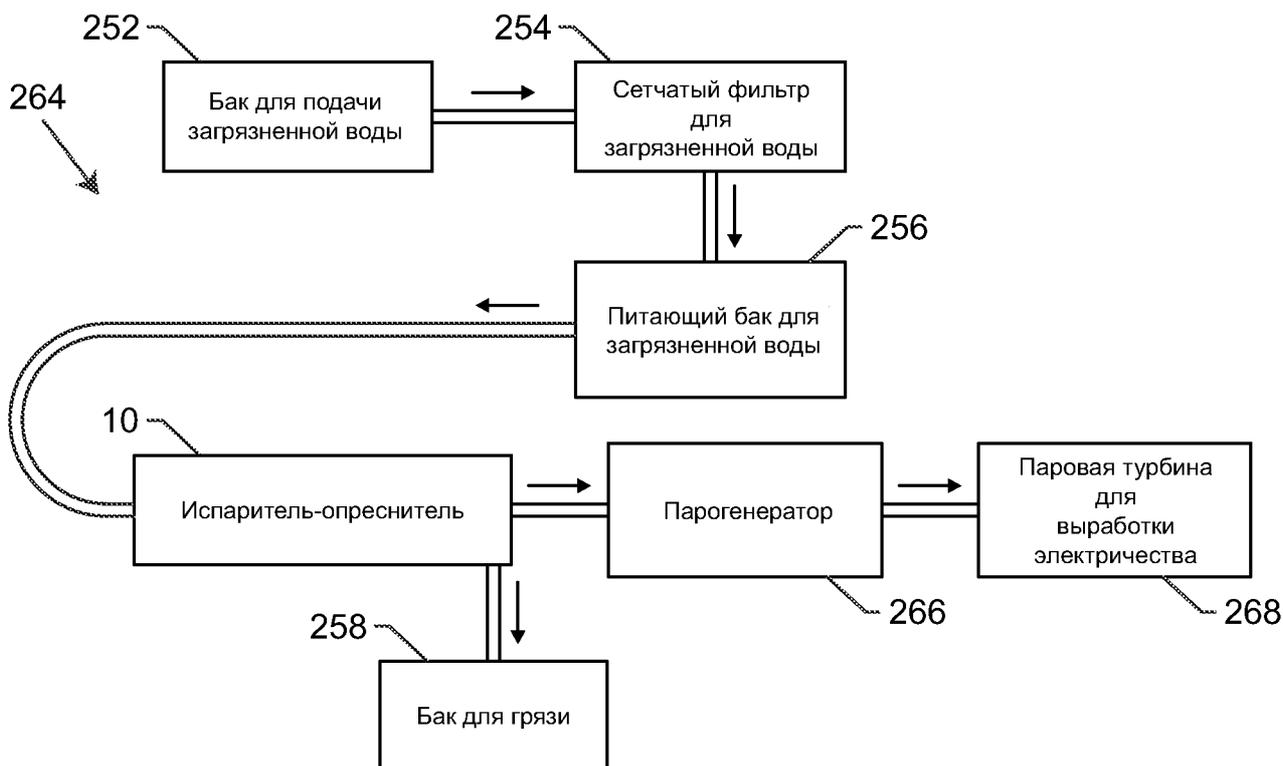
Фиг. 40

Система очистки воды и получения паров воды

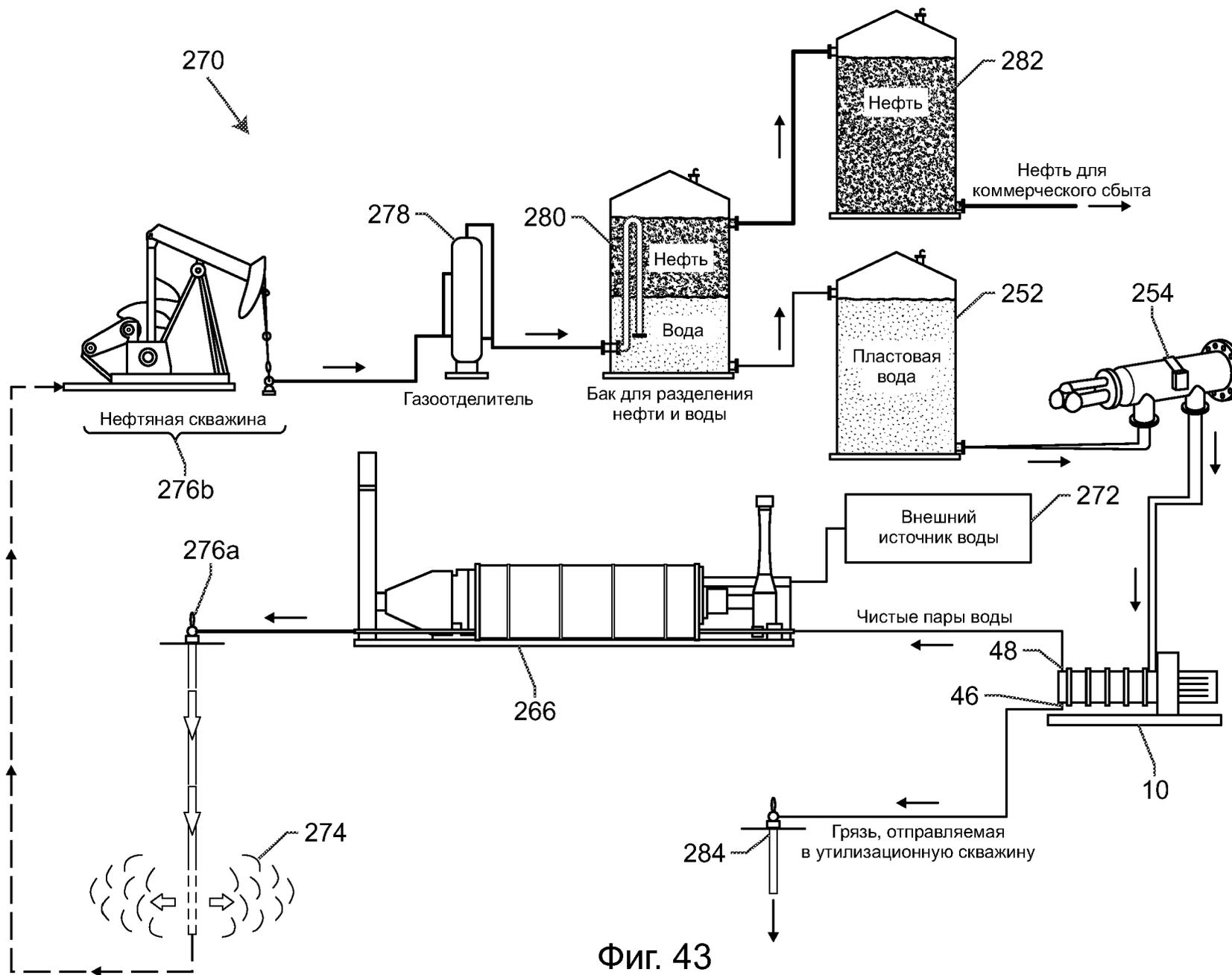
30/31



Фиг. 41



Фиг. 42



Фиг. 43