

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202390209 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.02(51) Int. Cl. C02F 9/00 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 1/00 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2021.06.17

(54) СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ И ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЯНОГО ПАРА

(31) 16/922,189; 17/069,221

(32) 2020.07.07; 2020.10.13

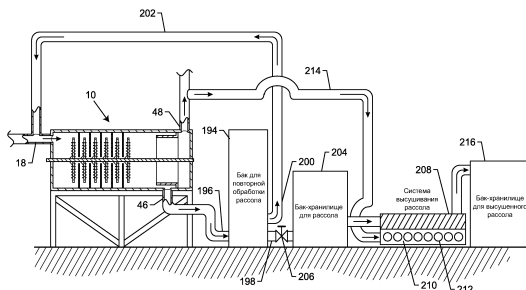
(33) US

(86) PCT/US2021/037795

(87) WO 2022/010629 2022.01.13

(71) Заявитель:
ВЕРНО ХОЛДИНГЗ, ЛЛК (US)(72) Изобретатель:
Райли Джон Д., Джонсон Дана Л.,
Барнум Гарри Патрик (US)(74) Представитель:
Гольшко Н.Т. (RU)

(57) Система и способ очистки текучей среды и получения пара, в частности путем обработки и рециркуляции загрязненной воды с использованием испарителя-опреснителя для разделения потока загрязненной воды на поток грязи и поток очищенного водяного пара. Поток грязи может быть высушен теплом потока очищенного водяного пара и из него могут быть извлечены минеральные вещества.



202390209

A1

A1

202390209

СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВОДЫ И ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЯНОГО ПАРА

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

5

[001] Изобретение относится к системе очистки воды и получения водяного пара. В частности, оно относится к способу, в котором используют датчики и систему управления испарением воды, удалением растворенных твердых частиц и максимальным извлечением питьевой воды из загрязненной воды с использованием горизонтального технологического аппарата для обработки воды.

10

15

[002] Опреснение (обессоливание) относится к одному из многих процессов удаления из воды избыточных солей, минеральных веществ и других 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 этих регионах соленую воду из океана опресняют до получения воды, пригодной для питья или для орошения. Высококонцентрированные 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 для использования в засушливых регионах.

20

25

30

[003] Крупномасштабное опреснение, как правило, требует больших затрат энергии и дорогостоящей инфраструктуры. Например, крупнейшая в мире опреснительная установка в основном использует многоступенчатую мгновенную дистилляцию и может производить 300 миллионов кубических метров (м^3) воды в год. Крупнейший в США опреснительный завод опресняет 25 миллионов галлонов (95000 м^3) воды в сутки. Во всем мире около 13000 опреснительных установок производят более 12 миллиардов галлонов (45 миллионов м^3) 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 множеством различных способов.

- 5 Например, в некоторых способах используют простые приемы опреснения на основе испарения, такие как многоступенчатое испарение, испарение со сжатием пара и испарение – конденсация. В общем случае испарение – конденсация представляет собой естественный процесс опреснения, осуществляемый в течение гидрологического цикла. В гидрологическом цикле
- 10 вода испаряется в атмосферу из таких источников, как озера, океаны и реки. Испарившаяся вода контактирует с более холодным воздухом и образует росу или дождь. Полученная вода обычно не содержит примесей. Гидрологический процесс можно воспроизвести искусственно, используя ряд процессов испарения – конденсации. В основном режиме соленую воду нагревают до
- 15 испарения. Соль и другие примеси растворены в воде и остаются в ней на стадии испарения. Затем испаренную воду 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
- 20 значительных затрат энергии для испарения воды. Альтернативный способ опреснения на основе испаривания 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
- 25 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 процесс особенно привлекателен ввиду возрастающих затрат на энергию.

30

[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 считаются селективными. То есть мембрана обладает высокой проницаемостью для молекул воды и высокой непроницаемостью 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, или (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 в целом 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 и без того энергоемкими процессами, в систему обратного осмоса может быть встроена 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. Падение 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
5 компонентов системы, включая насос высокого давления или центрифугу. Турбины помогают снизить общие затраты энергии на опреснение.

[007] В целом системы обратного осмоса обычно потребляют меньше энергии, чем термическая дистилляция, и, следовательно, более рентабельны. Хотя
10 обратный осмос хорошо работает с растворами солоноватой воды, он может стать перегруженным и неэффективным при работе с сильно солеными растворами, такими как соленая вода океана. Известны также другие, менее эффективные, способы опреснения воды, такие как ионный обмен, замораживание, геотермальное опреснение, солнечное увлажнение,
15 кристаллизация гидрата метана, высокотемпературная рециркуляция воды и радиочастотная гипертермия. Независимо от процесса опреснение остается энергоемкой операцией. Будущие затраты и экономическая целесообразность по-прежнему зависят как от цены оборудования, так и от цены 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
25 образованием пара. По мере испарения воды из раствора выпадают 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
30 ниже, чем в вышеупомянутых процессах. Фактически чистое потребление энергии практически 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 питьевой воды. Вода проходит через несколько стадий обессоливания при высокой температуре и высоких центробежных скоростях. Предпочтительно решение, когда воду вращают со скоростью до 2 махов, чтобы эффективно отделять и суспендировать растворенную соль и другие растворенные твердые вещества из испаряемой воды. Взвешенная соль и другие минеральные вещества выбрасываются наружу центробежными силами и удаляются отдельно от водяного пара. Отделенный и очищенный 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. Одним из недостатков этой конструкции является то, что вращающийся вал встроен в вертикальную камеру. В результате секции вращающегося вала прикреплены 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 в секциях корпуса скреплены болтами ряд камер. С этими секциями с помощью уплотнительных колец соединены перфорированные пластины. Корпус и уплотнительные кольца со временем изнашиваются из-за проникновения соли, поскольку камеры и секции корпуса соединены большим количеством гаек и болтов. В частности, особенно трудоемка сборка конструкции Уоллеса. Техническое обслуживание тоже трудоемко, так как требуется значительное время для отсоединения каждой секции корпуса с ее уплотнительными кольцами, гайками и болтами. А после проведения необходимого технического обслуживания устройство нужно снова собрать. Каждая секция корпуса должна быть тщательно смонтирована, чтобы обеспечить надлежащее уплотнение между секциями. Система также становится менее надежной в отношении крутящего момента и технического обслуживания по мере старения, например, появляется протекание в уплотнительном кольце. Кроме того, вращаемый вал

соединен с источником энергии через зубчатую передачу, что усугубляет вышеупомянутые проблемы надежности, связанные с подшипниками, валами и уплотнениями. Система не предусматривает средств регулирования скорости вращения секций 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 улучшенной системе, содержащей датчики для мониторинга параметров в режиме реального 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 примерно 80% до примерно 96 – 99% такая система должна допускать несколько циклов рециркуляции, включать систему полимерного извлечения следовых количеств микроэлементов из оставшейся грязи и потреблять меньше энергии, чем другие системы опреснения, известные в отрасли. Предлагаемое изобретение удовлетворяет эти потребности и обеспечивает дополнительные преимущества.

20 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

[Пункт 11] Изобретение относится к системе для обработки текучих сред, в частности, к системе для очистки (опреснения или обессоливания) загрязненной воды и получения водяного пара. Система для очистки воды начинается с источника загрязненной воды, сообщенного с входом устройства фильтрования, на выходе которого поток отфильтрованной воды. С выходом устройства фильтрования сообщен разделительный бак, разделяющий поток отфильтрованной воды на тяжелую фракцию, легкую фракцию и промежуточную фракцию. Первый блок очистки, содержащий практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально вдоль удлиненного корпуса аппарата между его первым концом вблизи первого входа для загрязненной воды, и его вторым концом вблизи первого выхода для грязи и первого выхода для пара. Первый

вход для загрязненной воды на первом блоке очистки сообщен с промежуточным выходом на разделительном баке и разделяет промежуточную фракцию на поток грязи к первому выходу для грязи и поток очищенного пара к первому выходу для пара.

5

[012] С первым выходом для грязи сообщен бак для грязи, а трубы теплообменника сообщены с первым выходом для пара и термически связаны с баком для грязи. Тепло от потока очищенного пара в трубах теплообменника высушивает поток грязи в баке для грязи до минерального остатка. За баком для грязи с трубами теплообменника сообщен бак для очищенной воды. С выходом бака для грязи соединен сепаратор минеральных веществ, выполненный с возможностью отделять от оставшихся минеральных веществ минеральные вещества, имеющие коммерческую ценность.

10

15

[013] В первом блоке очистки первый выход для грязи сообщен с первым входом для загрязненной воды через линию рециркуляции. Линия рециркуляции отводит к первому входу для загрязненной воды не менее 75% потока грязи.

20

[014] Внутри блока очистки каждый из вращаемых лотков снабжен патрубками, каждый из которых имеет впускное отверстие первого диаметра и выпускное отверстие второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, а каждая из неподвижных перегородок имеет отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. Блок очистки может также включать внутреннюю втулку, расположенную в удлинённом корпусе технологического аппарата за чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, при этом внутренняя втулка образует кольцевой проход к первому выходу для грязи.

25

30

[Пункт 15] Система может включать второй блок очистки, имеющий практически горизонтальный удлинённый технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, расположенными вертикально вдоль аппарата между его первым концом, расположенным вблизи второго входа для загрязненной воды, и его вторым концом, расположенным вблизи второго выхода для грязи и второго выхода для пара. Второй вход для загрязненной воды сообщен с первым выходом для грязи

35

на первом блоке очистки, второй выход для грязи сообщен с баком для грязи, а второй выход для пара сообщен с первым выходом для пара. Каждый из лотков во втором блоке очистки снабжен патрубками, каждый из которых имеет впускное отверстие первого диаметра и выпускное отверстие второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, и каждая из перегородок во втором блоке очистки имеет отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр.

[016] Изобретение относится также к способу очистки сточных вод. Процесс начинается с макрофльтрации загрязненной воды с получением отфильтрованного потока загрязненной воды. Отфильтрованный поток загрязненной воды разделяется на тяжелую фракцию, легкую фракцию и промежуточную фракцию в баке разделения по плотности. Промежуточная фракция проходит через блок очистки, который разделяет промежуточную фракцию на поток грязи и поток очищенного пара. Поток грязи осушают в теплообменнике с использованием тепла потока очищенного пара. Затем поток очищенного пара конденсируют с получением очищенной воды, а высушенный поток грязи обрабатывают для извлечения из него полезных веществ.

[017] Способ предусматривает также рециркуляцию части потока грязи обратно через блок очистки. Рециркулируемая часть потока грязи через блок очистки составляет не менее 75% потока грязи. Способ включает также обработку потока грязи с помощью второго блока очистки, который разделяет поток грязи на концентрированный поток грязи и второй поток очищенного пара. Второй блока очистки обеспечивает объединение первого потока очищенного пара со вторым потоком очищенного пара, а стадия высушивания включает высушивание концентрированного потока грязи в теплообменнике с использованием тепла объединенных потоков.

[018] Блок очистки предпочтительно имеет практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, расположенными вертикально вдоль аппарата между его первым и вторым концами. Конструкция чередующихся вращаемых лотков и неподвижных перегородок

предусматривает наличие на каждом из вращаемых лотков патрубков, каждый из которых имеет входное отверстие первого диаметра и выходное отверстие второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, а в каждой из неподвижных перегородок выполнены отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. Блок очистки имеет внутреннюю втулку, расположенную в удлиненном корпусе аппарата за чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, при этом внутренняя втулка образует кольцевой проход к выходу для грязи.

10

[019] В блоке очистки по меньшей мере один из лотков может иметь направитель потока, проходящий от передней поверхности лотка и способный направлять поток текучей среды к периферии лотка. К лотку прикреплен проходящий через перегородки вращаемый вал для вращения лотков внутри внутренней камеры, при этом перегородки остаются неподвижными. Вал приводится во вращение от привода. Как правило, между перегородками и валом имеется зазор, или слой или втулка из материала с низким коэффициентом трения, или подшипники.

15

20

[020] В одном из предпочтительных вариантов для регулировки скорости вращения вала или подачи воды в аппарат использован контроллер. С контроллером связан по меньшей мере один датчик. 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) расход текучей среды, (5) уровень загрязнения обрабатываемой текучей среды.

25

[021] 1 Другие особенности и преимущества изобретения станут очевидными из следующего более подробного описания в сочетании с прилагаемыми графическими материалами (чертежами), которыми в качестве примера проиллюстрированы принципы изобретения.

30

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИЛАГАЕМЫХ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

35

[022] Изобретение проиллюстрировано на прилагаемых чертежах.

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

5 [024] На фиг. 2 система, изображенная на фиг. 1, схематично изображена на виде сбоку в частичном разрезе.

[025] На фиг. 2А на том же виде, что и на фиг. 2 проиллюстрирована альтернативная компоновка, в которой система 10 управляется двигателем с
10 прямым приводом, соединенным с валом напрямую.

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

15 [027] На фиг. 4 на виде с торца изображен относящийся к предлагаемой системе горизонтальный технологический аппарат для обработки воды, прикрепленный к переносной конструкции.

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

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

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

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

30 [032] На фиг. 9 изображен в разрезе фрагмент перегородки, в котором выполнено сужающееся отверстие.

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

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

5 [035] На фиг. 12 на виде сверху изображена предлагаемая система, снабженная турбиной и электрогенератором.

[036] На фиг. 12А на том же виде, что и на фиг. 12, изображена система, управляемая двигателем с прямым приводом, соединенным с валом напрямую.

10

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

15 [038] На фиг. 14 система, проиллюстрированная на фиг. 12, схематично изображена на виде сбоку.

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

20 [040] На фиг. 16 в увеличенном масштабе представлена область лотков и перегородок, ограниченная на фиг. 15 окружностью и обозначенная как «16».

25 [041] На фиг. 17 на виде снизу в аксонометрии изображен относящийся к системе, представленной на фиг. 15, технологический аппарат, имеющий вход и выходы.

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

30 [043] На фиг. 19 изображен относящийся к системе, представленной на фиг. 15, вал вместе с лотками и перегородками.

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

35

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

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

5 [047] На фиг. 23 лоток изображен с другой стороны на виде по сечению, обозначенному на фиг. 20 как 23 – 23.

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

10

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

15 [050] На фиг. 26 лоток изображен в разрезе по сечению, обозначенному на фиг. 20 как 26 – 26.

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

20 [052] На фиг. 28 схематично изображен экран управления для предлагаемой системы.

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

25

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

30

[Пункт 55] На фиг. 31 изображен лоток из варианта, проиллюстрированного на фиг. 30.

35 [056] На фиг. 32 изображена перегородка из варианта, проиллюстрированного на фиг. 30.

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

5 [058] На фиг. 34 схематично проиллюстрирована относящаяся к предлагаемой системе система улавливания соленой воды

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

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

15 [061] На фиг. 36 схематично проиллюстрирован вариант осуществления предлагаемой системы, включающий систему рециркуляции грязи и систему сушки грязи.

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

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

25 [064] На фиг. 39 схематично проиллюстрирована система управления с графическим отображением на графическом экране.

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

[066] На фиг. 41 изображена блок-схема предлагаемых системы и способа.

[067] На фиг. 42 изображена блок-схема альтернативного варианта
35 осуществления предлагаемых системы и способа.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

[068] Проиллюстрированное на чертежах изобретение относится к системе и
5 способу очистки воды и получения водяного пара. Предлагаемые способ и
система особенно подходят для опреснения соленой воды, такой как океанская
или другая солоноватая вода, а также речной воды или других жидкостей /
взвесей. Эта обработка будет обсуждаться здесь только в иллюстративных
целях, и специалистам должно быть понятно, что предлагаемые система и
10 способ могут быть использованы для очистки воды также из других источников.
Изобретение может использоваться для удаления растворенных или
взвешенных твердых частиц, а также тяжелых металлов и других примесей.
Более того, как будет описано далее, предлагаемые система и способ могут
быть применены к относительно чистой воде для получения водяного пара,
15 имеющего достаточные давление и температуру, чтобы пройти через турбину,
соединенную с генератором для выработки электроэнергии, или же пар может
быть использован для парового отопления.

[069] Далее будет описано несколько вариантов осуществления предлагаемых
20 способа и системы. Во всех этих вариантах функционально эквивалентные
компоненты обозначены на чертежах одинаковыми ссылочными позициями.

[070] Изображенная на фиг. 1 и фиг. 2 система – испаритель-опреснитель воды,
обозначенная ссылочной позицией 10, включает в себя технологический
25 аппарат 12 для обработки воды, имеющий внутреннюю камеру 14, в которой
соль и другие растворенные твердые вещества и примеси удаляются из воды
для получения питьевой воды, практически не содержащей минеральных
веществ. В одном из вариантов в аппарат 12 подают загрязненную воду из
питающего бака 16 через впускной клапан 18 по питающей трубе 20. На этих
30 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 вода, другие солоноватые воды или даже вода,
загрязненная другими примесями. Кроме того, изобретение предусматривает

подачу загрязненной воды непосредственно из источника, при этом не обязательно использовать питающий бак 16.

[071] В варианте, проиллюстрированном на фиг. 3, аппарат 12 имеет нижнюю 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 вращаемый лоток 22 снабжен проходящими через него патрубками 26, а в каждой перегородке 24, обычно выполненной в виде пластины, выполнены сквозные отверстия 28. Перегородки 24 неподвижно прикреплены к корпусу аппарата 12. 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 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 пар.

[072] Как показано на фиг. 2, фиг. 10, фиг. 11 и фиг. 12, скорость, с которой электродвигатель 32 приводит в движение трансмиссию 34 и соответствующий вал 36, можно регулировать с помощью частотно-регулируемого привода 30. На 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 соединены с валом 36. Чтобы уменьшить трение между вращаемым валом 36 и неподвижной перегородкой 24, между ними расположен материал с низким коэффициентом трения,

например, слой или втулка из тефлона, при этом стабилизирующая и поддерживающая вал 36 при его вращении. Тефлон не является предпочтительным материалом, так как он может изнашиваться и загрязнять жидкость.

5

[073] В альтернативном варианте, проиллюстрированном на фиг. 2А и фиг. 12А, система 10 управляется двигателем 32а прямого привода, который соединен с одним концом вала 36 напрямую. В качестве двигателя 32а прямого привода можно использовать высокоскоростные электродвигатели или прямой привод газовой турбины. При использовании двигателя 32а 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 фунт

10
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 фунт силы – футов (≈ 122 Нм) соответственно. А двигателю прямого привода для достижения тех же параметров ротора достаточно только 60 л. с. (44,13 кВт) и 90 фунт силы – футов (≈ 122 Нм).

20 Понижения не происходит, так как в трансмиссии устранена зубчатая передача.

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

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

[075] Как видно из чертежей, аппарат 12 ориентирован практически горизонтально. Этим он отличается от устройства Уоллеса (патент США №

30 4,287,026), в котором аппарат для обработки воды ориентирован практически вертикально, а верхняя часть вращающегося вала закреплена подшипником и крышкой подшипника, на которые опирается сам аппарат. В результате секции вращаемого вала прочно прикреплены только к основанию конструкции. При высоких рабочих скоростях вибрации внутри системы вызывают быстрое

разрушение подшипников, валов 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 транспортабельность системы 10. Поддержка очень быстро вращающегося вала 36 через каждую перегородку 24 дополнительно стабилизирует вал и систему и уменьшает вызванные этим вибрации и риск повреждения.

10

[076] 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 перемещает воду через патрубки 26 лотков 22, которые закручивают и нагревают воду так, что образуется водяной пар, а примеси, соли и другие растворенные твердые вещества остаются и выпадают из водяного пара. 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 водяной пар проходят через отверстия 28 в перегородках 24, прежде чем снова пройти 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 центрального отверстия 59 перегородок 24. При этом с целью повышения эффективности обработки протекание по периметру лотков 22 и через центральные отверстия 59 перегородок 24 должно быть минимизировано.

30

[077] При прохождении воды и водяного пара через каждую субкамеру аппарата 12 температура пара повышается, так что создается дополнительный водяной пар и в воде остается «грязь»: соли, растворенные твердые вещества и другие примеси. Центробежные силы, действующие на воду и грязь, направляют их к

стенке внутренней камеры 14 и в каналы 44, которые направляют грязь и неиспарившуюся воду к выходу 46. Образующийся водяной пар проходит через выполненный в аппарате 12 выход 48 для пара. Таким образом, водяной пар и грязь в оставшейся воде отделяются друг от друга. Важно отметить, что система 10 производит водяной пар как воду, перешедшую в газообразное состояние без кипячения. Водяной пар создается за счет пониженного давления в сочетании с повышенной температурой. Система 10 поддерживает температуру водяного пара 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 возврата водяного пара в жидкую воду.

[078] 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, стальные или керамические. Известные системы обессоливания содержат стандартные роликовые подшипники, которые выходят из строя при высоких скоростях вращения и высоких температурах. Таким образом, системы обессоливания, известные из уровня техники, имеют высокую частоту отказов, связанную со стандартными подшипниками качения. Используемые в изобретении смазываемые подшипники качения, герметичные стальные шарикоподшипники или 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 по ним смазочного материала. Подшипники 38, 40 также содержат датчики вибрации (как будет описано ниже) для контроля и минимизации уровня вибрации, возникающей во время работы. Кроме того, вал 36 может местами поддерживаться материалами с низким коэффициентом трения, такими как тефлоновые втулки или подшипники 50, расположенными между перегородкой 24 и валом 36. Это обеспечивает более равномерное распределение веса и усилий по валу 36 и улучшает работу и повышает срок службы системы.

[079] На фиг. 5 и фиг. 6 в качестве примера проиллюстрирован лоток 22, снабженный патрубками 26, проходящими через него. На изображенном на фиг. 5 лотке показано четырнадцать патрубков, но следует понимать, что количество патрубков на одном лотке 22 может быть разным и достигать
 5 нескольких десятков, поэтому пунктирная линия обозначает разное количество патрубков.

[080] 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
 10 входа 52 больше, чем диаметр их выхода 54. Конический патрубок 26 представляет собой по существу трубку Вентури, имеющую вертикальный вход 52, по существу перпендикулярный горизонтальной поверхности основания вращаемого лотка 22. При прохождении через сужающийся патрубок 26 жидкость и пар ускоряются, поскольку конический патрубок у входа 52 имеет
 15 большее сечение, а на выходе 54 меньшее сечение. Изменение сечения от входа к выходу сужающегося патрубка 26 вызывает увеличение скорости из-за эффекта Вентури. В результате жидкость и пар дополнительно ускоряются и перемешиваются, что приводит к повышению температуры и давления. Это создает дополнительные условия для разделения примесей и пара.

20 Сужающийся патрубок 26 может быть прикреплен к вращаемому лотку 22 любым способом, известным в данной области техники.

[081] Следует еще раз отметить, что по всей площади лотка 22 распределены в большей или меньшей степени сужающиеся патрубки 26, конкретное
 25 количество и размер которых 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° , до 36° на следующем лотке, до 40° , до 45° на следующем лотке и т. д. Увеличение угла
 30 установки патрубка 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 водяного пара и повышения его давления, что

может быть использовано в паровой турбине, как будет более подробно описано ниже.

[082] 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, стержни или любые другие подходящие соединительные средства. В альтернативном варианте перегородка 24 выполнена как единая деталь, соединенная либо с верхней секцией 12а, либо с нижней секции 12b аппарата. В случае конструкции в виде двух пластинчатых элементов 56 и 58 предпочтительно, чтобы элементы 56 и 58 сцеплялись друг с другом, когда аппарат 12 закрыт, образуя единую перегородку 24.

[083] Как говорилось выше, в перегородке 24 выполнены отверстия 28. На 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 отверстие 28 сужается, что увеличивает давление и скорость воды и водяного пара, которые проходят через него, дополнительно повышая температуру и создавая дополнительный пар из воды. Подобно патрубкам на лотках 22, отверстия 28 могут быть выполнены по всей поверхности перегородки, как показано рядом пунктирных линий. Конкретное количество и размер отверстий 28 могут варьироваться в зависимости от условий работы системы 10.

[084] На фиг. 8 показан вал 36, проходящий через лоток 22. В одном из вариантов перед лотком 22 расположен конусообразный направитель 66 для воды. Для отклонения неиспарившейся воды и пара, проходящих через центральное отверстие 59 в перегородке 24, от вала 36 и к периферии или внешнему краю лотка 22 для улучшения испарения и повышения извлечения питьевой воды, направитель 66 может иметь угол 45°.

[085] Как говорилось выше со ссылками на фиг. 3 и фиг. 4, в особо предпочтительном варианте аппарат 12 может быть 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 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 12a и 12b аппарата 12 предпочтительно соединены 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.

[086] Как показано на фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 10, электродвигатель 32 и приводной вал 36 соединены трансмиссией 34. В качестве двигателя 32 может быть использован двигатель внутреннего сгорания (работающий на бензине, дизельном топливе, газе и т. д.), электродвигатель, газовая турбина или другое известное средство обеспечения привода. Скорость трансмиссии 34 задается частотно-регулируемым приводом 30. Изображения на фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 10 являются схематичными 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 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 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 с входной скоростью вращения, обеспечиваемой электрическим двигателем 32 на его валу 70. Разумеется, отношение входной скорости вращения к выходной скорости вращения можно изменить путем изменения относительных скоростей вращения ремней 74 и 76 и соответствующих промежуточных валов 72. Благодаря соединению приводного вала 70 электродвигателя 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 известным системам обессоливания.

5

[087] Как можно видеть на фиг. 1, водяной пар в аппарате 12 направляется через выход 48 для пара. Через улавливающую трубу 78 пар проходит в бак-пароуловитель 80. В баке 80 пар конденсируется, превращаясь в жидкую воду. Для облегчения этого процесса в одном из вариантов на пути потока пара

10

выполнены находящиеся на расстоянии друг от друга элементы 82, например, в виде жалюзи, так что пар может конденсироваться на жалюзи, превращаясь в жидкую воду. Эта вода перемещается в бак-хранилище 84 для питьевой воды или в бак-накопителе 86 для пастеризации и хранения. Если вода и водяной пар в аппарате 12 нагреты до температуры, необходимой для пастеризации, чтобы

15

убить вредные микроорганизмы, личинки дрейссены и другие вредные организмы, вода может содержаться в баке-накопителе 86.

[88] На прилагаемых чертежах с фиг. 15 по фиг. 27 проиллюстрирован другой предпочтительный вариант осуществления системы 10 и аппарата 12 для

20

обработки воды. На фиг. 15 представлена вся система 10, в которой аппарат 12 имеет цельную конструкцию. В этом варианте аппарат 12 имеет конструкцию, аналогичную описанному ранее варианту, включая такие элементы, как внутренняя камера 14, впускной клапан 18, лотки 22, снабженные патрубками 26, перегородки 24, имеющие отверстия 28, выход 46 для грязи и выход 48 для

25

пара. Впускной клапан 18 имеет несколько входов, предпочтительно по меньшей мере два, в аппарат 12. С целью более равномерного распределения жидкости 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, входа во внутреннюю камеру 14 относительно направления движения через аппарат 12. Выход 46 для грязи 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

30

имеющий увеличенный размер выход 46 для грязи. Вал 36, поддерживаемый керамическими подшипниками 38, 40, проходит через центры лотков 22 и перегородок 24.

- 5 [089] Лотки 22 прикреплены к валу 36 и проходят от него к стенке внутренней камеры 14, как описано выше. Перегородки 24 предпочтительно выполнены в виде цельной детали, проходят от стенок внутренней камеры 14 к валу 36 и имеют центральные отверстия 59, образующие зазор с валом 36, как описано выше. Перегородки 24 предпочтительно прикреплены к стенкам внутренней
- 10 камеры винтами или штифтами 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.

- [090] В этом варианте внутренняя камера 14 включает внутреннюю втулку 45, расположенную вблизи выхода 46 для грязи. Внутренняя втулка 45 имеет
- 15 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
- 20 около 6 дюймов (около 15,24 см), а кольцевой проход 47 имеет ширину около 1-1,5 дюйма (около 2,54-3,81 см). Кольцевой проход 47 улавливает грязь, отбрасываемую при вращении лотков 22 на стенку камеры 14, как описано выше. Кольцевой проход 47 облегчает движение грязи к выходу 46 и сводит к минимуму вероятность загрязнения выхода для пара или скопления материала
- 25 внутри камеры 14.

- [091] На фиг. 16 лотки 22 и перегородки 24 показаны в увеличенном масштабе. Как можно видеть, перегородки 24 проходят от стенки аппарата 12 через камеру 14 и заканчиваются вблизи вала 36. Можно видеть также, как лотки 22
- 30 прикреплены к валу 36 и имеют патрубки 26, расположенные на лотках как описано выше. На каждом лотке 22 предпочтительно выполнен конусообразный направлятель 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 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 позволяет 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 создает ситуацию, когда края лотков 22 при вращении имеют значительно бóльшую скорость вращения по сравнению с лотками 22 меньшего диаметра.

[092] 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 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. Как говорилось выше, лоток 22 снабжен патрубками 26, которые проходят через лоток 22. Каждый патрубок 26 имеет вход 52 и выход 54, выполненные как описано выше. Вход 52 предпочтительно ориентирован таким образом, что отверстие 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 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 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 увеличить скорость потока и снизить давление текучей среды.

[093] В особо предпочтительном варианте, когда основной целью системы является очистка воды, такой как соленая вода, для получения питьевой воды, водяной пар 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 200°F (93,3°C). В еще более предпочтительном варианте водяной пар нагревают до температуры от 140°F (60°C) до 170°F (76,7°C) с целью пастеризации. Однако температура водяного пара поддерживается на минимальном уровне и почти всегда ниже 212°F (100°C), так что вода не кипит с образованием 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.

[094] Воду кипятят, а температуру водяного пара доводят до температуры выше 212°F (100°C), предпочтительно только в тех случаях, когда требуется выработка пара для отопления, выработки электроэнергии и других целей, как будет более подробно описано далее. Это позволяет использовать изобретение как для пастеризации водяного пара, так и для конденсации водяного пара без сложных систем охлаждения или конденсации, которые часто требуют дополнительного электричества и энергии.

[095] В одном из вариантов загрязненную воду, в процессах обессоливания 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.

[096] В одном из вариантов воду подвергают повторной обработке путем

5 повторной рециркуляции грязи и оставшейся воды через систему. Это может быть сделано несколько раз, так что количество извлеченной питьевой воды увеличится до 99%. Это можно сделать, направив грязь и воду из выхода 46 в первый бак 92 для обработки рассола или грязи. Затем оставшуюся воду в виде рассола или грязи повторно вводят через вход 18 аппарата 12, и она
10 обрабатывается и проходит через аппарат 12 как описано выше.

Дополнительная питьевая вода будет извлекаться в виде водяного пара для конденсации и сбора в баке-пароуловителе 80. Оставшиеся грязь и воду затем направляют во второй бак 94 для обработки рассола или грязи. Концентрация грязи или рассола будет намного выше в баке 92 для повторной обработки. По
15 достижении достаточного уровня грязи или рассола в баке 92 для повторной обработки эта загрязненная вода проходит через вход 18 и проходит и обрабатывается через систему 10 как описано выше. Извлеченный пар питьевой воды отводят на выходе 48, и он превращается в жидкую воду в баке-пароуловителе 80 как описано выше. Полученные грязь и рассол затем могут
20 быть помещены в еще один бак для повторной обработки или в бак 88 для сброса рассола. Предполагается, что первый проход морской воды даст, например, 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%. Повторное пропускание
25 рассола и оставшейся воды через систему может обеспечить до 99% извлечения питьевой воды за счет рециркуляции рассола практически без увеличения удельных затрат. Кроме того, это уменьшает объем рассола или грязи, что может способствовать извлечению микроэлементов и/или снижению затрат на их утилизацию.

30

[097] 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.

- 5 [098] 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 скорость вращения вала 36, уменьшить скорость вращения
- 10 вала 36 или увеличить скорость вращения вала 36, чтобы соответственно поддерживать температуру и давление, снизить температуру и давление или повысить температуру и давление воды и водяного пара. Это может быть сделано, например, чтобы обеспечить соответствие температуры водяного пара температуре пастеризации, необходимой для уничтожения в нем всех вредных
- 15 и других микроорганизмов. Вместо этого датчика или в дополнение к нему можно использовать датчик для определения скорости вращения (об/мин) вала 36 и/или лотков 22, чтобы убедиться, что система работает правильно и вырабатывает необходимый водяной пар с желаемой температурой и/или давлением. Контроллер может также регулировать количество воды,
- 20 подаваемой через вход 18, так что количество воды, подаваемое в соответствии с количеством водяного пара и удаляемой грязи, должно быть таким, чтобы система 10 работала эффективно. Блок управления 68 может регулировать расход подачи воды в аппарат 12 или даже регулировать подачу воды.
- 25 [099] 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 114 вибрации и температуры, размещенными по его длине. Подшипники 38, 40 также содержат датчики 114 вибрации и
- 30 температуры. Датчики 114 чувствуют горизонтальные и вертикальные вибрации в каждой точке, а также температуру вала 36, создаваемой трением от вращения. 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

среды. Датчики 96 температуры и давления расположены по всему аппарату 12. Датчики 96, расположенные по всему аппарату 12 проводят измерения в различных заданных точках.

- 5 [100] Как говорилось выше, загрязненная вода может поступать из питающего бака 16 или из любых других резервуаров, включая баки 92 и 94 для повторной обработки. Предполагается также, что бак-хранилище для собранной воды может быть сообщен со входом 18, чтобы обеспечить очистку воды до
- 10 определенного уровня или для других целей, например, для получения пара, для которого требуется вода более чистая, чем исходная загрязненная вода. Один или более датчиков 98 могут отслеживать параметры 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
- 15 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 перекрывается, и вместо этого текучая среда подается из первого бака 92 для повторной обработки
- 20 рассола в аппарат 12. Затем полученные в результате обработки грязь и оставшаяся вода направляются во второй бак 94 для повторной обработки рассола, пока не будет достигнут заданный уровень. Затем вода из второго бака 94 для повторной обработки через систему и аппарат 12 рассол направляется, например, в бак 88 для сброса рассола. Рассол в первом резервуаре 92 для
- 25 повторной обработки может составлять примерно 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,
- 30 для контроля желаемого выхода воды, включая контроль температуры водяного пара, можно использовать датчики температуры и давления, датчики частоты вращения и расходомеры, результатом чего является пастеризация воды.

[101] Контроллер 68 можно использовать для управления частотно-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 пар с желаемыми температурой и давлением, как показано на фиг. 12. На фиг. 12 показана паровая турбина 100, встроенная в систему 10. Паровая турбина 100 может также использоваться с аппаратом, иллюстрируемым на прилагаемых чертежах с фиг. 15 по фиг. 27. Пар для приведения в действие паровой турбины высокого давления и низкой температуры может генерироваться в аппарате 12 и подаваться с выхода 48 на вход турбины 100. Турбина 100 соединена с электрическим генератором 102, обеспечивающим экономичное производство электроэнергии. Как можно видеть на фиг. 12А, турбина 100 может быть отключена, если вал 36 аппарата 12 выдвинут, чтобы вращать генератор 102 непосредственно или опосредствованно. В этом случае под действием водяного пара как паровая турбина действуют задние ступени лотков и перегородок внутри аппарата 12.

[102] При использовании турбины пар можно нагреть до температуры выше 600°F (315,6°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 водяного пара способствует также сужающаяся форма патрубков 26 лотков 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 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 пара, а турбина 100 соединена с ним непосредственно, так что пар под давлением проходит через турбину 100, чтобы вращать ее лопасти 106 и вал 108 для выработки электроэнергии соединенным с ней генератором. С выхода 110 водяной пар подается в бак-пароуловитель 80 или подобное устройство. Для бака 80 могут понадобиться трубопроводы, охладители, холодильное оборудование и т. д. для охлаждения пара с целью его конденсации.

[103] Специалистам должно быть понятно, что пар, генерируемый системой 10, можно использовать для других целей, таких как отопление, удаление нефти из нефтяных скважин и асфальтовых ям и резервуаров для шлама и т. п.

5

[104] Должно быть понятно, что при использовании датчиков и контроллера 68 предлагаемая система позволяет генерировать водяной пар более низкой температуры и/или давления для производства питьевой воды, причем водяной пар направляется через выход 48 непосредственно в бак-пароуловитель, а при необходимости систему форсируют для создания высокотемпературного водяного пара для прохождения через турбину 100 для выработки электроэнергии. Например, в ночное время система 10 может работать на производство питьевой воды, когда требуется очень мало электроэнергии. Однако в светлое время суток систему 10 можно настроить на выработку высокотемпературного пара и электроэнергии.

10

15

[105] Как говорилось выше, многие из компонентов изобретения, в том числе частотно-регулируемый привод 30, электродвигатель 32, трансмиссия 34 и аппарат 12, а также их компоненты, могут быть прикреплены к переносной конструкции 42. Вся система 10 может быть спроектирована таким образом, чтобы поместиться в сорокафутовый (длиной 12,2 м; для перевода футов в метры использовано соотношение 1 фут = 0,3048 м) ISO-контейнер. Этот контейнер может быть изолирован с помощью системы отопления, вентиляции и кондиционирование 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 транспортированы 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 приводит к

20

25

30

высокому уровню мобильности и быстрому развертыванию и запуску системы 10.

[106] На фиг. 29 схематично показаны процессы, происходящие в различных
 5 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
 10 работе система 10 способна испарять воду посредством механического
 процесса, тем самым обеспечивая эффективное и действенное опреснение,
 обеззараживание и испарение различных содержащих примеси текучих сред.
 Перед поступлением в аппарат 12 текучая среда может пройти стадию 120
 предварительной обработки, при которой текучая среда проходит через
 15 фильтры и претерпевает другие процессы 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
 камеру 122, которая воздействует на текучую среду подобно осевому насосу,
 как только система 10 достигает своей рабочей частоты вращения. Внешний
 20 пусковой насос (не показан) может быть отключен, так что система 10
 всасывает подлежащую очистке воду через вход, т. е. приемная камера
 работает как осевой насос уже без пускового насоса. Значительное снижение
 давления в приемной камере вызывает вакуумную дистилляцию или испарение
 при температурах ниже 212°F (100°C). После приемной камеры 122 текучая
 25 среда попадает на первый лоток 22, поступая в первую рабочую камеру 124. За
 счет комбинированного действия вращающегося лотка 22 и следующей за ним
 перегородки 24 эта первая рабочая камера действует и как центробежный, и как
 осевой компрессор. В первой рабочей камере 124 большой процент
 всасываемой воды при ударе о вращающийся с высокой скоростью лоток 22
 30 испаряется за счет кавитации. Внутри первой рабочей камеры 124 и каждой
 последующей рабочей камеры происходит сжатие центробежного потока. Это
 сжатие центробежного потока отбрасывает неиспарившиеся растворенные
 твердые вещества и по меньшей мере часть жидкости к внешней стенке
 рабочей камеры 124. Это отделяет растворенные твердые вещества и большую

часть оставшейся жидкости от пара. Сжатие осевого потока также имеет место в первой рабочей камере 124 и каждой последующей рабочей камере. Это сжатие осевого потока сжимает пар и жидкость, что также увеличивает давление и температуру в рабочей камере. Вторая рабочая камера 126 и третья рабочая камера 128 функционируют одинаково, объединяя действие центробежного компрессора и осевого компрессора первой рабочей камеры 124.

[107] К тому времени, когда жидкость достигает четвертой рабочей камеры 130, она подвергается сжатию центробежного и осевого потоков, так что природа жидкости и ее потока через аппарат 12 изменяется. В четвертой рабочей камере текучая среда ведет себя так, как если бы она проходила через незажигаемую газовую турбину или гидравлическую / водяную турбину, вызывая вращение вала 36. Пятая рабочая камера 132 объединяет этот процесс незажигаемой газовой турбины или гидравлической / водяной турбины. Турбинные процессы четвертой и пятой рабочих камер 130, 132 обеспечивают определенную силу для приведения во вращения вала 36, так что без ущерба для работы системы 10 можно снизить мощность двигателя 32. На выходе из пятой рабочей камеры 132 текучая среда в высокой степени разделена, так что почти все примеси в составе рассола проходят через кольцевой проход 47 к выходу 46, а очищенный пар проходит через центральную часть приемной камеры 14 к выходу 48. По достижении равновесной работы турбинное действие четвертой и пятой рабочих камер 130, 132 позволяют продолжать работу системы 10 с уменьшенным потреблением энергии (на целых 25%) по сравнению с фазой запуска.

[108] За пятой рабочей камерой 132 следует выпускная камера 134, которая больше, чем любая из предыдущих рабочих камер, содержит два выхода 46, 48. Ее значительно больший объем приводит к резкому понижению давления и отделению от пара растворенных твердых веществ и оставшейся воды.

[109] Предпочтительно решение, при котором в аппарате 12 рабочие камеры 124 –132 занимают примерно половину его общей длины. Выпускная камера 134 занимает около одной трети общей длины аппарата. Остальную часть его

длины, примерно одну шестую от общей длины, занимает приемная камера 122. Рабочие камеры 124 –132 разделены на компрессорные примерно на три пятых и турбинные примерно на две пятых. Когда жидкость выходит из последней рабочей камеры 132, она достигает примерно 80%-ного испарения при поступлении в выпускную камеру 134 и направляется к соответствующим выходам 46, 48.

[110] На фиг. 33 и фиг. 34 проиллюстрирован вариант системы 10, в котором предусмотрена система водозабора из водоема 150. В этом варианте водоем 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, обращенные к сторонам резервуара 154, обращенным 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 части водоема попасть в открытые борта 156, но не полностью покрыть 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 фильтрующим экраном 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.

[111] 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

5 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
10 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.

15 [112] 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
20 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,
25 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
30 описано.

[113] На фиг. 35 проиллюстрирован еще один вариант системы 10, в котором она используется для выработки электроэнергии из водяного пара, поступающего из выхода 48 для пара, как описано ранее. В этом варианте

система 10 имеет охладитель 174, расположенный на первом расстоянии 176 над аппаратом 12. Паропровод 178 направляет водяной пар от выхода 48 к охладителю 174. Водяной пар легче воздуха и поднимается кверху сам, поэтому нет необходимости в механических средствах для подъема водяного пара через
5 первое расстояние 176 к охладителю 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 охладителя 174 проходит горизонтальный участок
10 178b паропровода 178. Этот практически горизонтальный участок 178b может иметь небольшой наклон от конца вертикального участка 178а к входу 180 охладителя 174. Это предусмотрено на тот случай, чтобы конденсат, если он появится в паропроводе 178, стекал по наклону этого участка 178b в охладитель 174. Паропровод 178 и все его участки предпочтительно
15 изолированы, чтобы предотвратить преждевременную потерю тепла и свести к минимуму возникновение конденсата во время подъема к охладителю.

[114] На фиг. 35А показан охладитель 174, имеющий в целом ромбовидную форму, но понятно, что он может иметь другие формы, известные
20 специалистам. Охладитель предназначен для полной конденсации пара, производимого системой 10. Он снабжен необходимыми деталями, известными специалистам, для облегчения конденсации пара. По мере того как пар конденсируется, конденсат через выход 182 охладителя 174 поступает в бак 184 для сбора конденсата.

25 [115] 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 этом баке 184. Под действием силы тяжести
30 конденсат падает в гидроэлектрический генератор 188, проходя второе расстояние 186. Гидроэлектрический генератор 188 преобразует кинетическую энергию падающего конденсата в электрическую энергию, которая хранится или немедленно используется. Электрическая энергия может храниться в заряжаемой химической батарее, конденсаторе или подобных известных

средствах 192 хранения электроэнергии. Конденсат, который попадает в гидроэлектрический генератор 188, высвобождается через выход 189 генератора, чтобы быть использованным для последующей обработки (не показано), как это обычно делается с такой обработанной водой.

5

[116] 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 расстояние 186 располагалось достаточно выше гидроэлектрического

10 генератора 188, чтобы обеспечить эффективное преобразование кинетической энергии падающей обработанной текучей среды 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) или более, в зависимости от количества образовавшегося конденсата и возможностей

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

20 [117] На фиг. 36 проиллюстрирован еще один вариант системы, в котором выход 46 для рассола и выход 48 для пара используются для дальнейшей обработки.

В частности, в бак 194 повторной обработки рассола из выхода 46 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

25 рециркуляционному выходу 200, откуда по рециркуляционной трубе 202 направляется обратно на вход 18 системы 10 для повторной обработки. Таким образом рассол перерабатывается для извлечения дополнительного количества пара из обрабатываемой текучей среды.

30 [118] 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 рассола, которая включает в себя теплообменник 210 с циркуляционными

тепловыми трубами 212. Циркуляционные тепловые трубы 212 проходят туда и обратно типичным для теплообменников образом. Являющийся частью системы 10 теплообменник 210 получает тепло от водяного пара из выхода 48 и сообщен с циркуляционными тепловыми трубами 212 теплообменника 210.

- 5 Накопленный рассол из бака 204 проходит через теплообменник 210, и остаточная вода высушивается за счет тепла водяного пара.

[119] Затем высушенный рассол транспортируется в бак-хранилище 216 для высушенного рассола для последующего использования или обработки. Такой
10 высушенный рассол можно 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 в системе 10 воде, могут быть извлечены из высушенного рассола для продажи или дальнейшей обработки.

15 [120] Как показано на фиг. 37 и фиг. 38, система 10 может работать под управлением системы управления 218, которая измеряет различные рабочие параметры системы 10. В составе системы управления 218 имеется графический дисплей 220 с сенсорным экраном. Графический дисплей 220
20 можно использовать для регулировки 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 схематическое графическое изображение системы 10 с отображением
25 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
30 10, т. е. (1) солоноватой воде, (2) морской воде, (3) пластовой воде или (4) воде для пастеризации.

[121] Модернизированный 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.

[122] Совокупность датчиков 222 включает датчики 224 температуры и
 5 давления, связанные с каждой из ступеней 226 обработки в системе 10. Эти ступени обработки могут включать впускную ступень 226a, выпускную ступень 226b 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,
 10 32a. Датчики вращения 228 измеряют частоту вращения (об/мин), крутящий момент, мощность (в л. с.), время работы и общее число оборотов. Кроме того, совокупность датчиков 222 может также включать в себя датчики 230 подшипников, связанные с подшипниками 38, 40 на обоих концах вала 36. Датчики 230 подшипников измеряют температуру и расход смазочного
 15 материала, проходящего через подшипники 38, 40, а также вибрации вала 36. Кроме того, совокупность рабочих датчиков 222 может также включать в себя датчики 232 расхода, связанные со входом 18 для текучей среды и выходом 46 для рассола. Датчики 232 расхода определяют открытое или закрытое состояние клапана на входе 18 для текучей среды, расход текучей среды на
 20 входе 18 и расход рассола на выходе 46, а также общий расход на входе 18 и выходе 46.

[123] Графический дисплей 220 имеет несколько режимов отображения. Главный экран показан на фиг. 38, он отображает значения, измеренные
 25 датчиками 222, на схематическом изображении системы 10. Графический экран, показанный на фиг. 39 отображает значения, измеренные датчиками 224 температуры и давления, в формате гистограммы 234, представляющей ориентацию множества рабочих ступеней 226. На графическом экране отображаются также численные значения, измеренные датчиками вращения
 30 228, датчиками 230 подшипников, и датчиками расхода 232. Экран трендов, показанный на фиг. 40, отображает линейный график 236 значений, измеренных датчиками 224 температуры и давления, в зависимости от времени. На этом линейном графике каждая рабочая ступень 226, связанная с одним из датчиков 224 температуры и давления, изображена отдельной линией. Линейные

графики могут отображать текущие рабочие условия или могут быть использованы для просмотра исторических данных о рабочей температуре и давлении. Экран трендов может также отображать данные, измеренные другими датчиками, включая, по меньшей мере, частоту вращения (об/мин) от датчиков вращения 228. Экран 220 также имеет функцию захвата изображения графического дисплея, а также может регулировать включение или выключение регистрации данных.

[124] На фиг. 41 и фиг. 42 показаны блок-схемы предпочтительных систем и способов очистки сточных вод.

[125] Выполненная согласно первому предпочтительному варианту осуществления система 250, проиллюстрированная на фиг. 41, начинается с источника сточных вод 252. Источником сточных вод 252 может быть любой источник загрязненной воды, которая нуждается в очистке, т. е. это могут быть сточные воды, бытовые сточные воды, промышленные стоки и т. п. Сточные воды 252 сначала проходят через сетчатый макрофильтр 254, который предназначен для удаления из потока крупных объектов, таких как камни, ветки и т.д. Цель состоит в том, чтобы удалить твердые объекты, которые могут не пройти через оставшуюся часть системы 250.

[126] После сетчатого макрофильтра 254 сточных вод проходят в разделительный бак 256. Разделительный бак 256 на основе разницы в весе или плотности разделяет поток сточных вод на разные фракции, а именно на тяжелую фракцию 256a внизу, промежуточную фракцию 256b в середине и легкую фракцию 256c вверху. Тяжелая фракция обычно представляет собой шлам или аналогичные твердые или полутвердые примеси. Легкая фракция обычно представляет собой масло или подобные более легкие примеси. Сточные воды, отводимые из выхода 258 промежуточной фракции 256b, направляются на дальнейшую обработку. Бак 256 также включает выход для тяжелой фракции 258a и выход для легкой фракции 258c, благодаря чему обе эти фракции при необходимости могут быть удалены. Чтобы сделать промежуточную фракцию максимально доступной, выход 258 промежуточной

фракции предпочтительно располагать в зоне промежуточной фракции 256b, но близко к зоне тяжелой фракции 256a.

[127] Сточные воды из выхода 258 промежуточной фракции поступают в испаритель-опреснитель 10, выполненный как описано выше, и обрабатываются так же, как описано выше. Поток грязи из выхода 46 направляется в бак-хранилище 260 для ее хранения или последующей обработки. Поток пара из выхода 48 после очистки направляется в другое место для последующей обработки, где он конденсируется для использования в системах чистой воды, в том числе для получения питьевой воды или воды для орошения. При необходимости поток грязи из выхода 46 может быть полностью или частично рециркулирован по линии рециркуляции 46a обратно через испаритель-опреснитель 10 для дальнейшей очистки. Вместо рециркуляции поток грязи из выхода 46 может быть обработан вторым блоком испарителя-опреснителя 10, установленным последовательно с первым блоком.

[128] Использование испарителя-опреснителя 10 позволяет отказаться от традиционных систем фильтрации и химической обработки, используемых при обычной водоочистке. Такие системы и способы обработки обычно включают использование химикатов и/или обратного осмоса и аналогичных систем фильтрации, которые являются дорогостоящими в эксплуатации и обслуживании. Использование системы 250 позволяет снизить или устранить эти расходы.

[129] На фиг. 42 проиллюстрирован другой вариант осуществления системы 262 очистки воды. Вторая система 262 аналогична первой системе 250 вплоть до разделительного бака 256 и испарителя-опреснителя 10. В этой второй системе 262 поток грязи из выхода 46 направляется в бак-хранилище 264. Этот бак-хранилище 264 оснащен трубами 266 теплообменника, которые соединены с выходом 48 для пара. Тепло от потока пара из выхода 48 высушивает поток грязи из выхода 46. Высушенный поток грязи 268 затем направляется на дальнейшую обработку для извлечения примесей 270. После труб 266 теплообменника пар из выхода 48 охлаждается и направляется в бак 272 регенерации очищенной воды.

[130] Было установлено, что первоначальная обработка с помощью испарителя-опреснителя 10 в любой из систем 250, 262 очищает примерно 75% воды, содержащейся в исходной загрязненной воде. Второй цикл обработки через
5 такую установку 10 очистит примерно 75% оставшегося загрязненного потока. В результате комбинированной обработки получается более 90% очищенной воды из исходных сточных вод.

[131] Выше в иллюстративных целях были подробно описаны некоторые
10 варианты осуществления предлагаемого изобретения, однако должно быть понятно, что без выхода за рамки объема и сущности изобретения возможны различные модификации. Соответственно, объем изобретения ограничен только прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,
опубликованная с международной заявкой

1. Система очистки воды, содержащая:

- источник загрязненной воды, сообщенный с входом фильтровального устройства, создающего поток отфильтрованной загрязненной воды,
 - разделительный бак, сообщенный с выходом фильтровального устройства, при этом разделительный бак выполнен с возможностью разделять отфильтрованный поток загрязненной воды на тяжелую фракцию, легкую фракцию и промежуточную фракцию,
 - первый блок очистки, содержащий практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально вдоль упомянутого аппарата между его первым концом вблизи первого входа для загрязненной воды, и его вторым концом вблизи к первому выходу для грязи и первому выходу для пара,
- причем первый вход для загрязненной воды на первом блоке очистки сообщен с выходом для промежуточной фракции разделительного бака и выполнен с возможностью разделять промежуточную фракцию на поток грязи к первому выходу для грязи и поток очищенного пара к первому выходу для пара.

2. Система по п. 1, дополнительно содержащая бак для грязи, сообщенный с первым выходом для грязи, и трубы теплообменника, сообщенные с первым выходом для пара и термически соединенные с баком для грязи, так чтобы тепло от очищенного пара поступало в трубы теплообменника и высушивало поток грязи в баке для грязи до остатка из примесных минеральных веществ.

3. Система по п. 2, дополнительно содержащая бак для утилизации очищенной воды, сообщенный с трубами теплообменника за баком для грязи.

4. Система по п. 2, дополнительно содержащая сепаратор минеральных веществ, соединенный с выходом бака для грязи и выполненный с возможностью отделять от остатка примесных минеральных веществ минеральные вещества, имеющие коммерческую ценность.

5. Система по п. 1, дополнительно содержащая линию рециркуляции, по которой осуществлено сообщение первого выхода для грязи с первым входом для загрязненной воды на первом блоке очистки.

6. Система по п. 5, в которой линия рециркуляции обеспечивает отведение к первому входу для загрязненной воды по меньшей мере 75% потока грязи.

7. Система по п. 1, в которой каждый лоток в первом блоке очистки снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, и в каждой из перегородок в первом блоке очистки выполнены отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр.

8. Система по п. 1, в которой первый блок очистки содержит внутреннюю втулку, расположенную в удлиненном технологическом аппарате за лотками и перегородками, при этом внутренняя втулка образует кольцевой проход к первому выходу для грязи.

9. Система по п. 1, содержащая второй блок очистки, содержащий практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, расположенными вертикально вдоль этого удлиненного аппарата между его первым концом вблизи второго входа для загрязненной воды и его вторым концом вблизи второго выхода для грязи и второго выхода для пара, причем второй вход для загрязненной воды сообщен с первым выходом для грязи на первом блоке очистки, второй выход для грязи сообщен с баком для грязи, и второй выход для пара сообщен с первым выходом для пара.

10. Способ очистки воды, включающий следующие стадии:
макрофльтрация загрязненной воды с получением отфильтрованного потока загрязненной воды,

разделение отфильтрованного потока загрязненной воды на тяжелую фракцию, легкую фракцию и промежуточную фракцию в баке разделения по плотности,

обработка промежуточной фракции с помощью блока очистки, разделяющего промежуточную фракцию на поток грязи и поток очищенного пара,

высушивание потока грязи в теплообменнике с использованием тепла потока очищенного пара,

конденсация потока очищенного пара с получением очищенной воды и
обработка высушенного потока грязи для извлечения из него полезных минеральных веществ.

11. Способ по п. 10, дополнительно включающий стадию рециркуляции части потока грязи через блок очистки.

12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что через блок очистки рециркулируют по меньшей мере 75% потока грязи.

13. Способ по п. 10, дополнительно включающий стадию обработки потока грязи через второй блок очистки, разделяющий поток грязи на концентрированный поток грязи и второй поток очищенного пара.

14. Способ по п. 13, дополнительно включающий стадию объединения потока очищенного пара со вторым потоком очищенного пара, при этом стадия высушивания включает высушивание концентрированного потока грязи в теплообменнике с использованием тепла объединенного потока очищенного пара и второго потока очищенного пара.

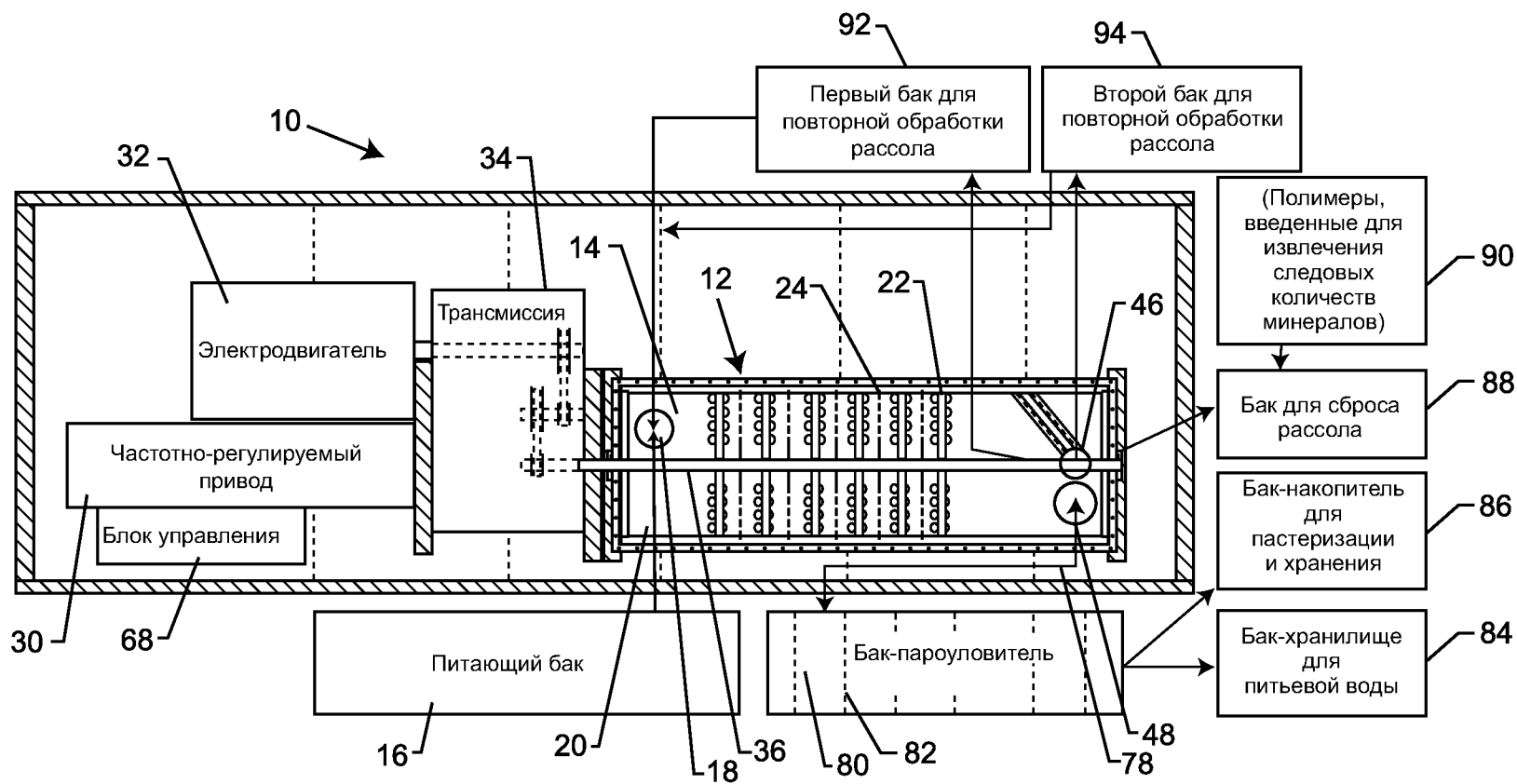
15. Способ по п. 10, отличающийся тем, что блок очистки содержит практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально вдоль удлиненного аппарата между его первым и вторым концами.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что чередующиеся вращаемые лотки и неподвижные перегородки выполнены следующим образом:

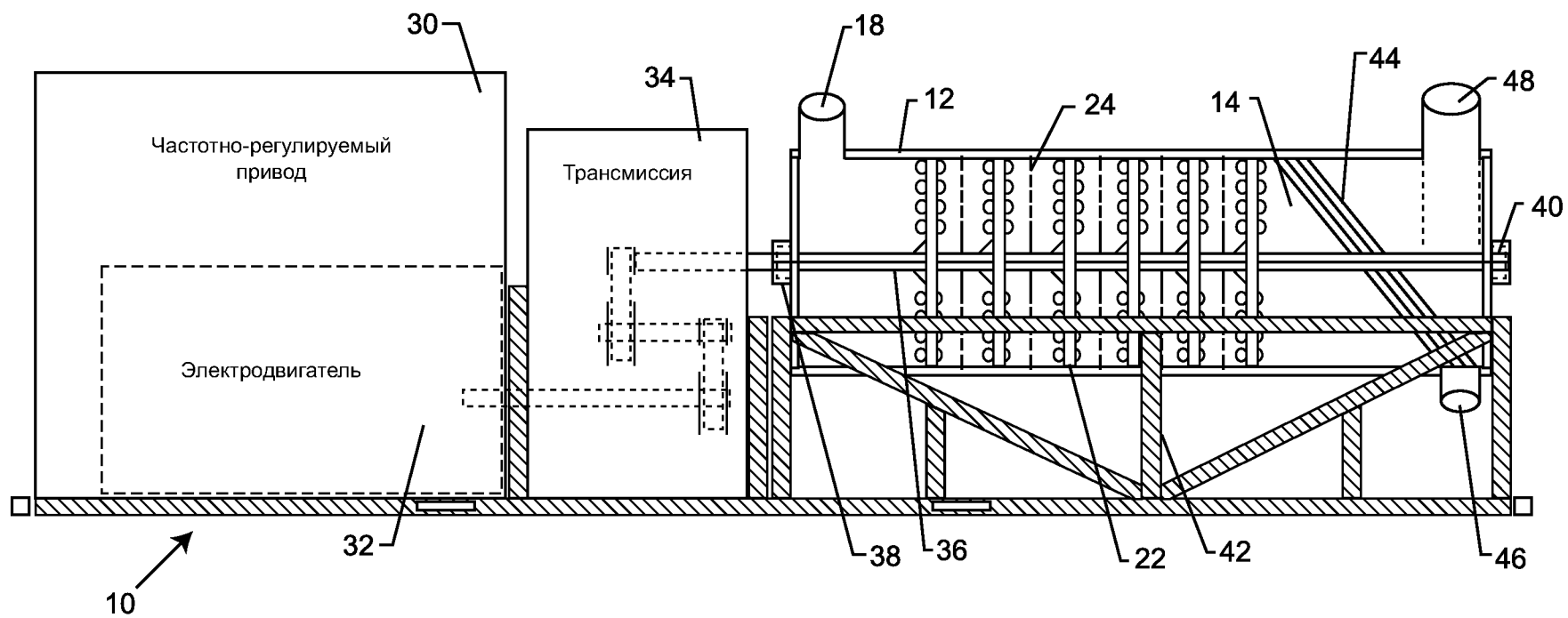
каждый из вращаемых лотков снабжен патрубками, причем каждый патрубок имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, и

в каждой из неподвижных перегородок выполнены отверстия, причем каждое отверстие имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр.

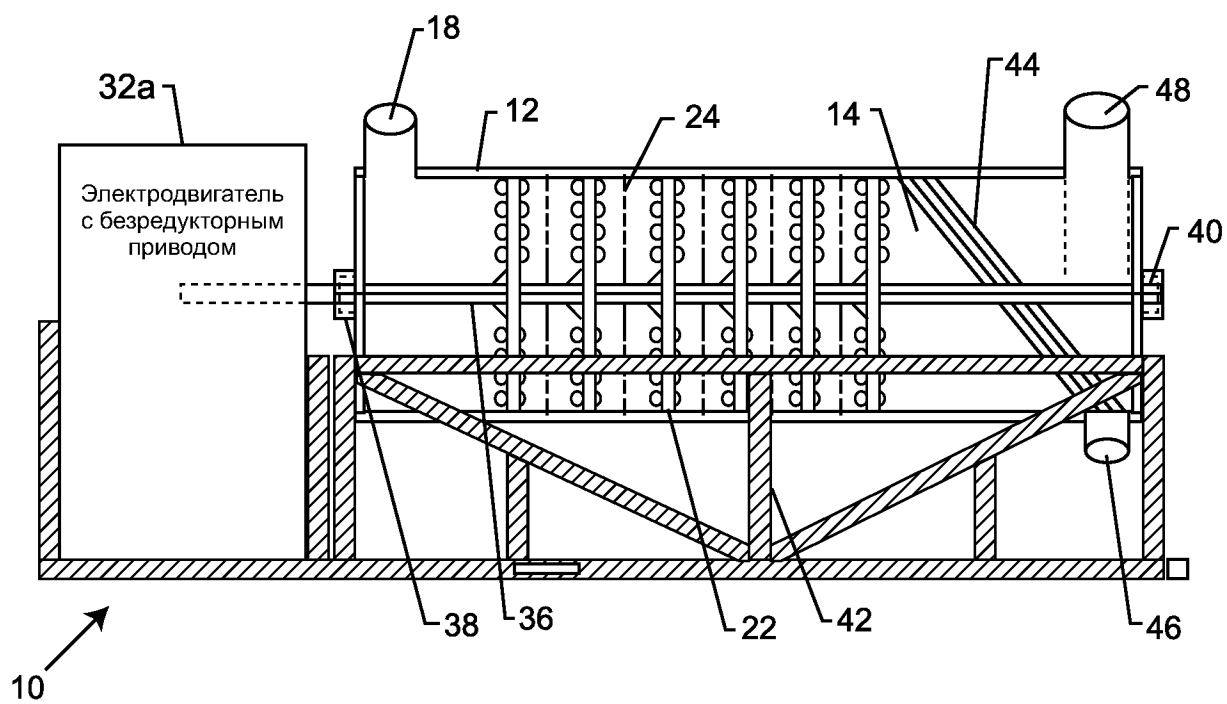
17. Способ по п. 16, в котором в удлиненном технологическом аппарате за чередующимися вращаемыми лотками и неподвижными перегородками предусмотрена внутренняя втулка, образующая кольцевой проход к выходу для грязи.



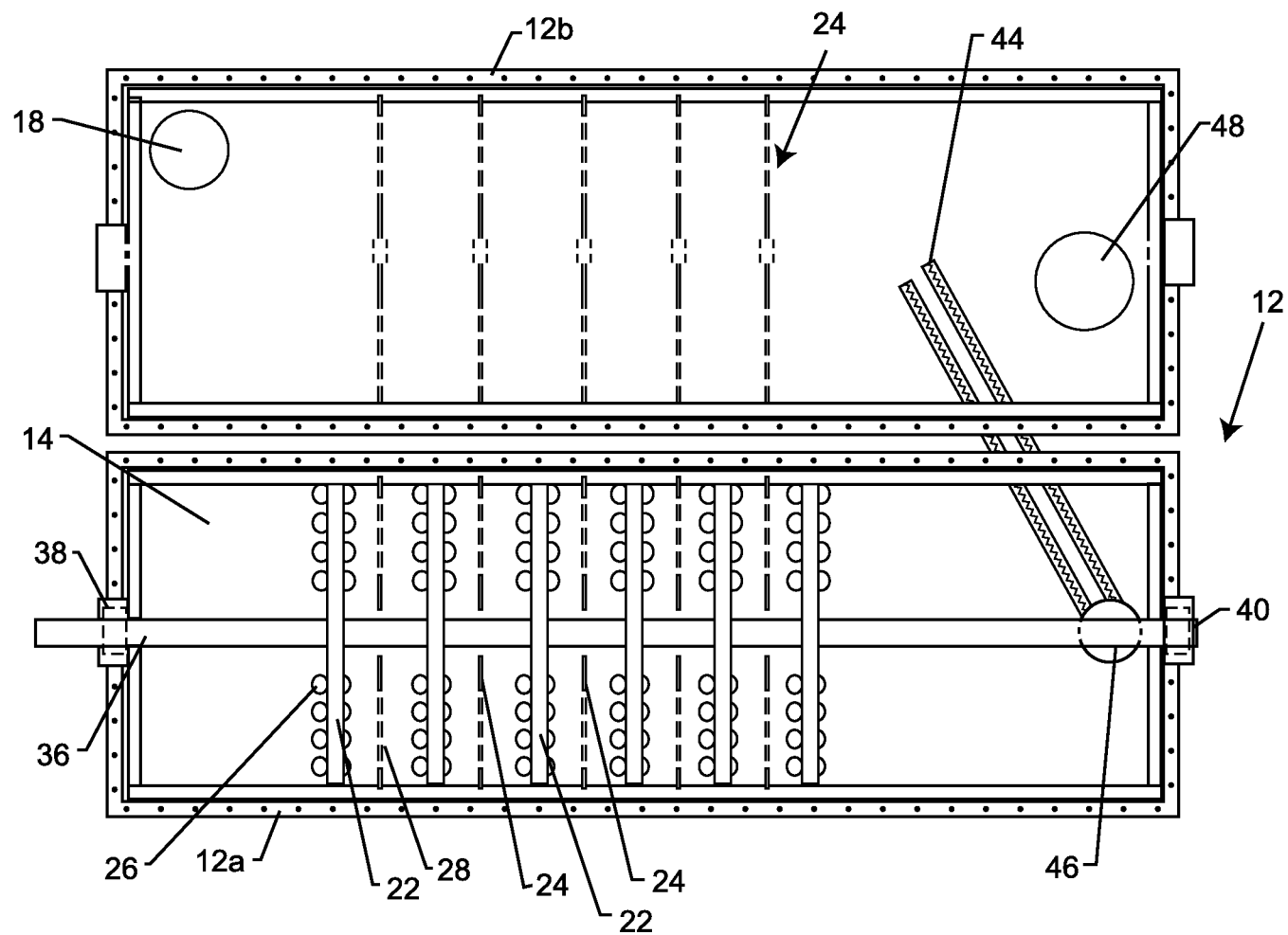
Фиг. 1



Фиг. 2

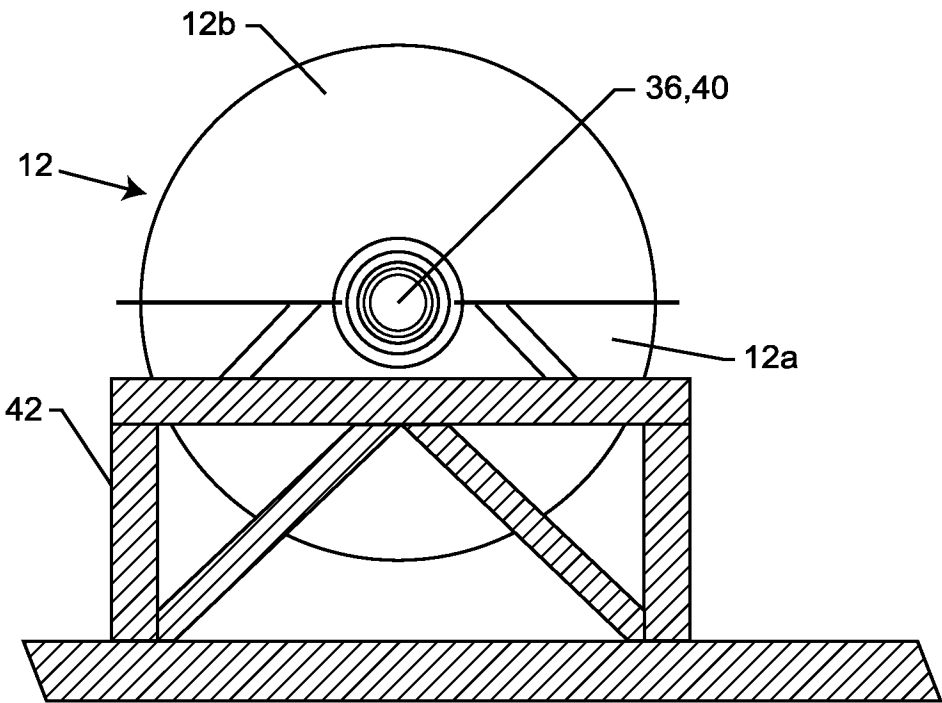


Фиг. 2а

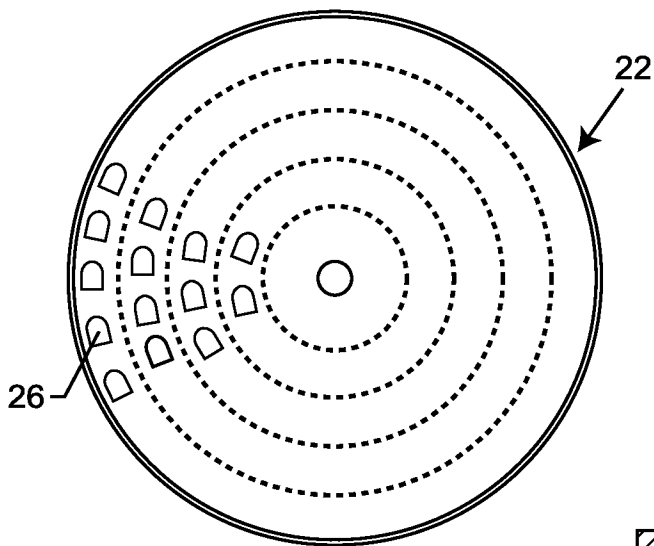


Фиг. 3

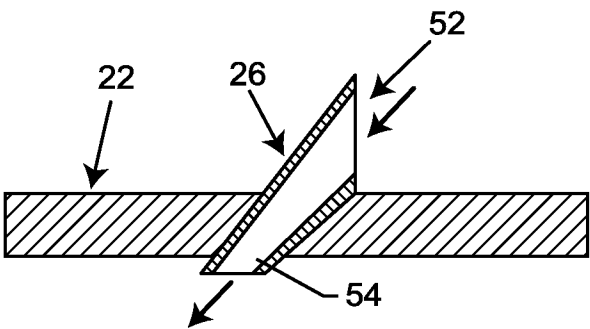
5/30



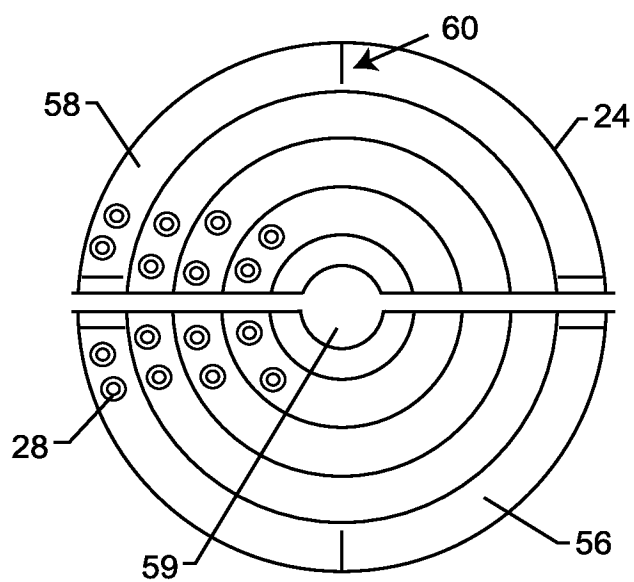
Фиг. 4



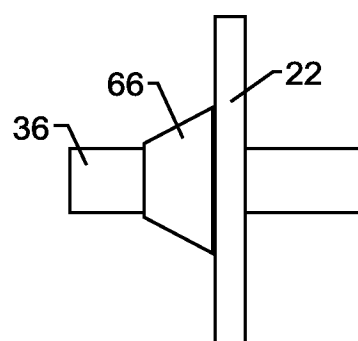
Фиг. 5



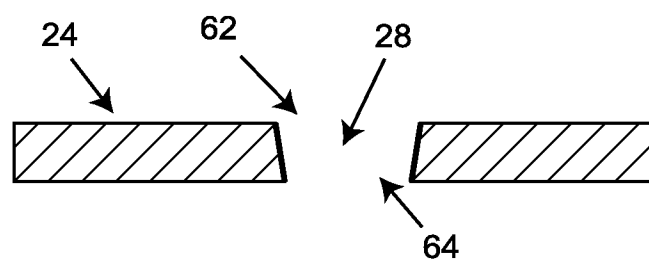
Фиг. 6



Фиг. 7

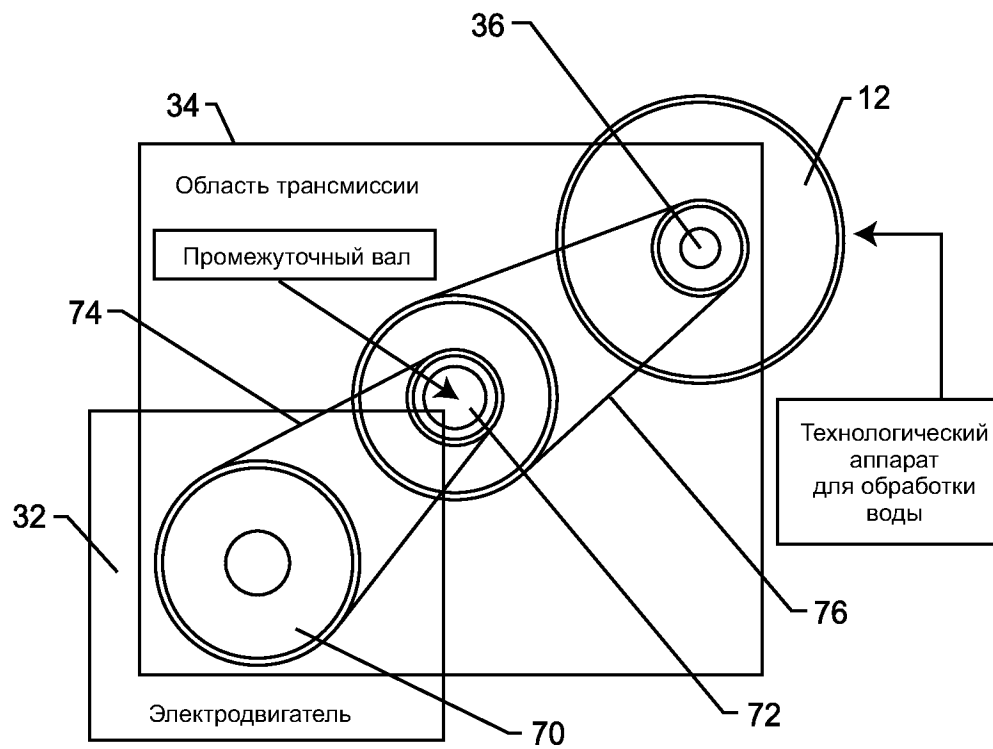


Фиг. 8

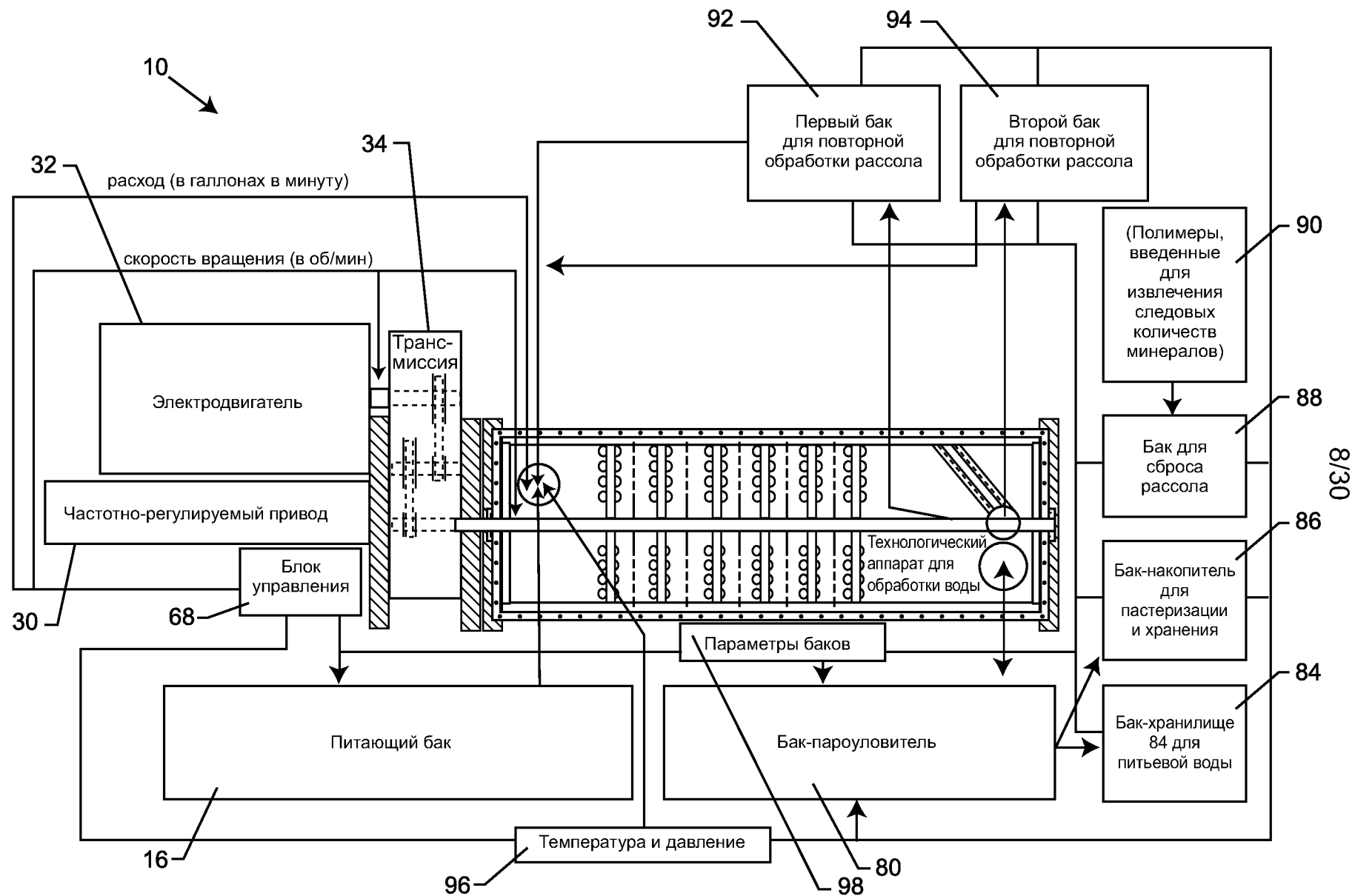


Фиг. 9

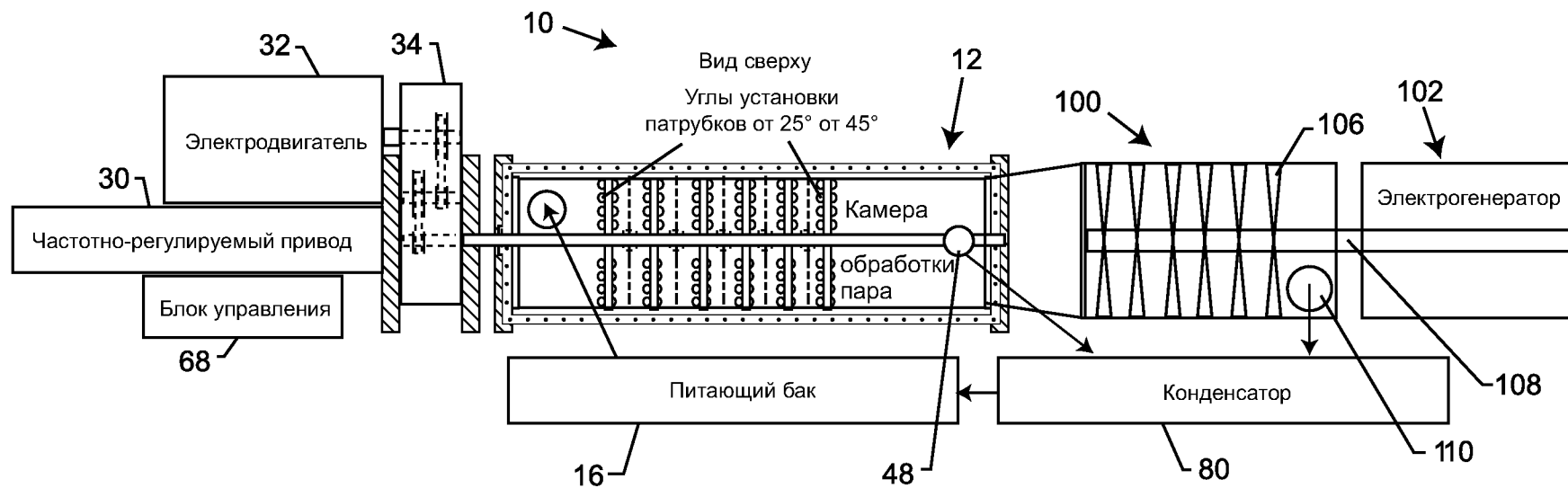
7/30



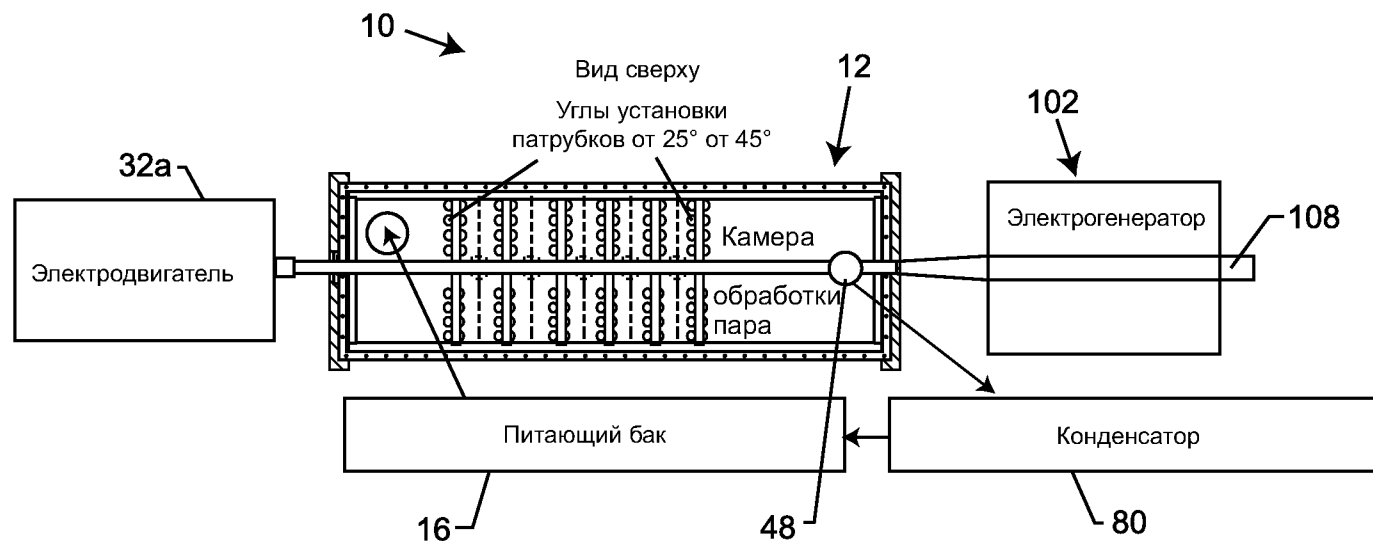
Фиг. 10



Фиг. 11

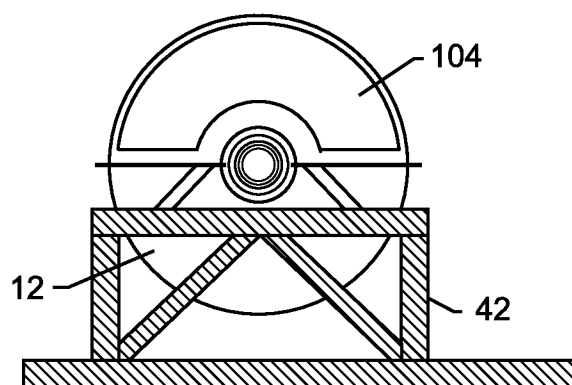


Фиг. 12

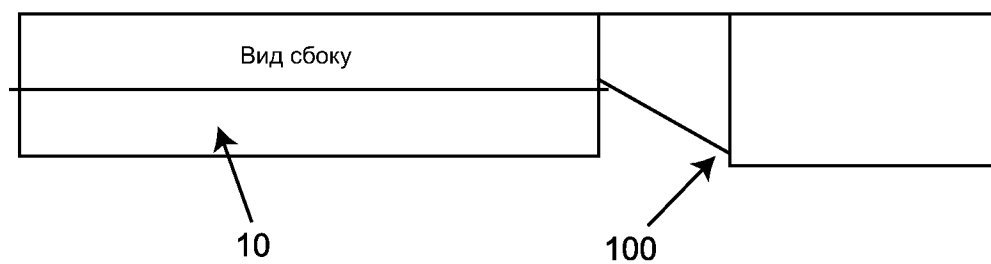


Фиг. 12а

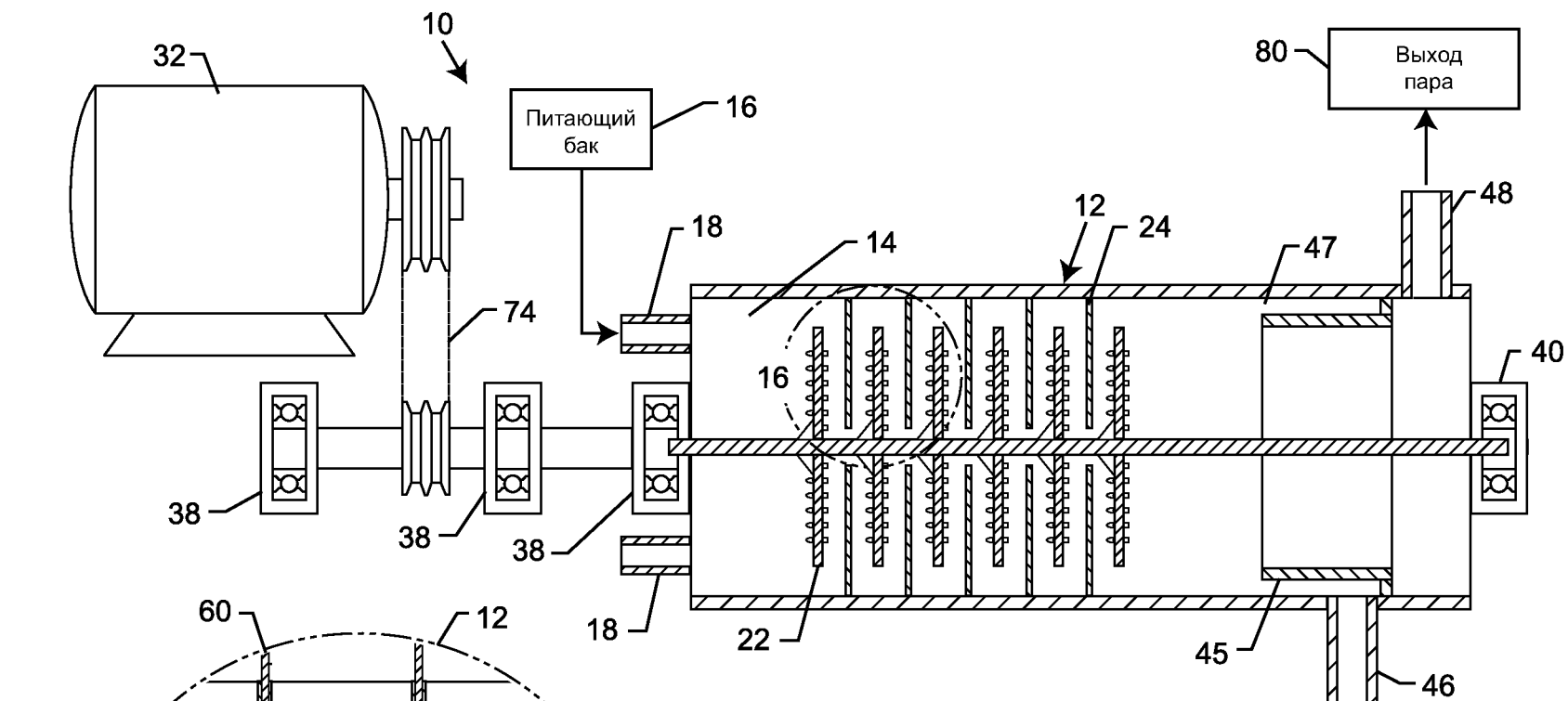
10/30



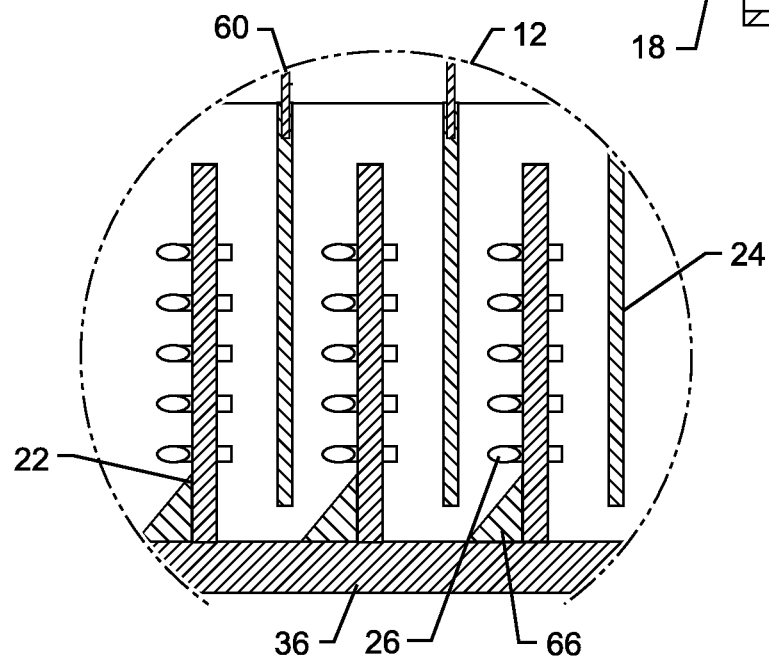
Фиг. 13



Фиг. 14

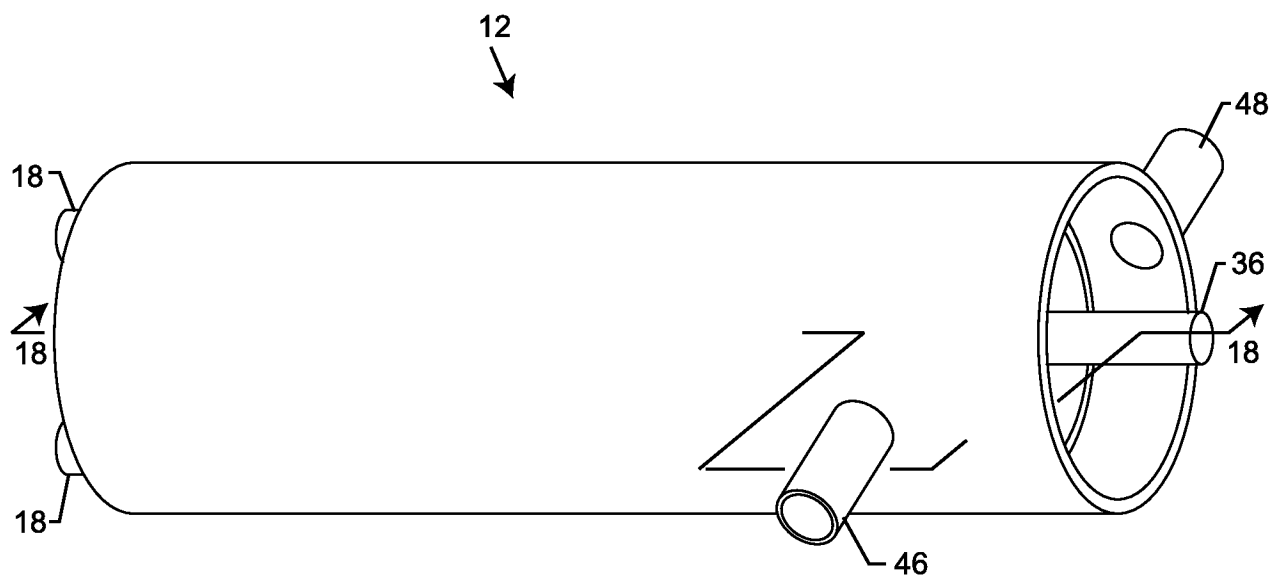


Фиг. 15

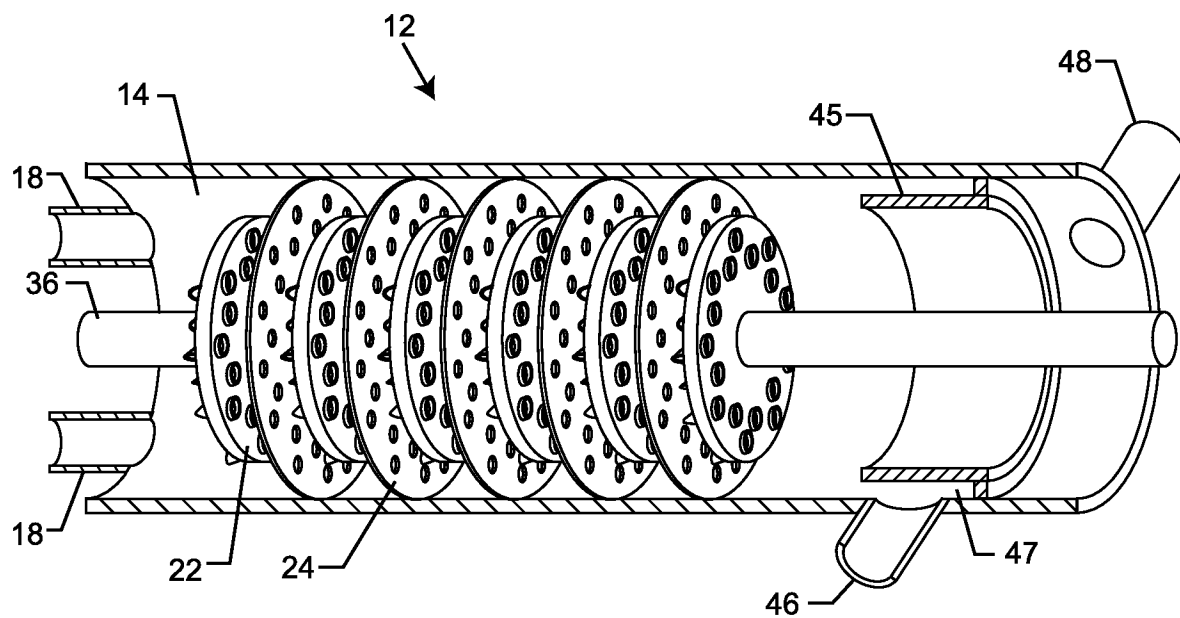


Фиг. 16

12/30

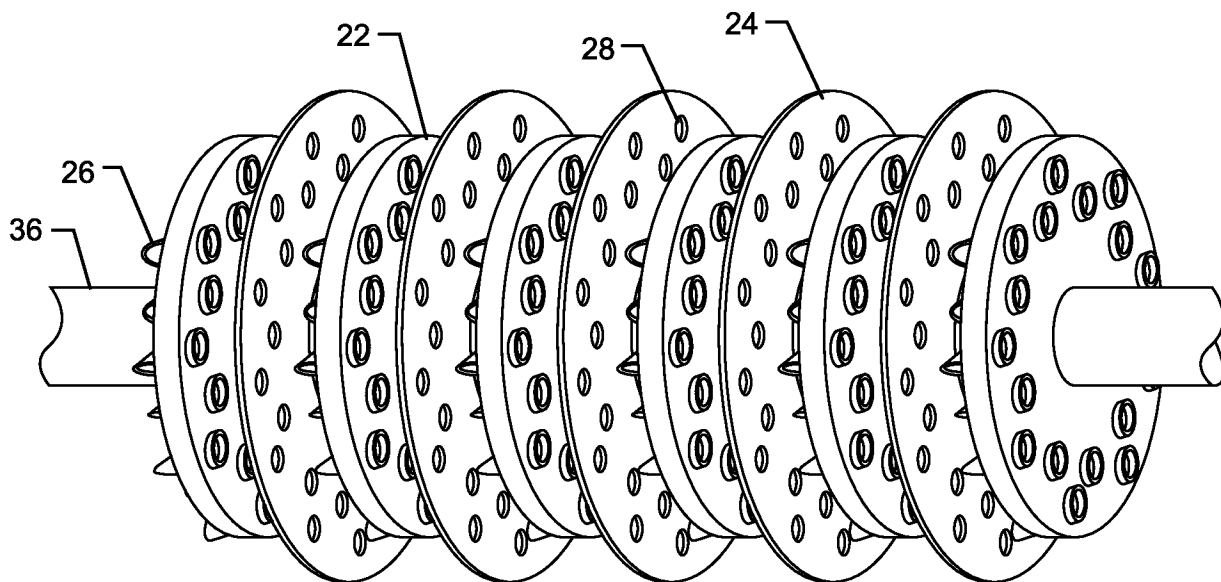


Фиг. 17

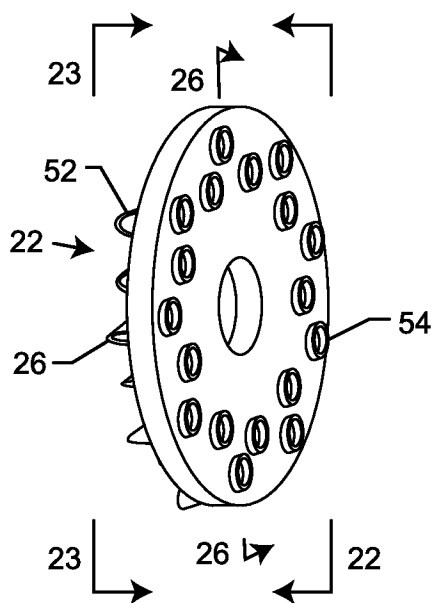


Фиг. 18

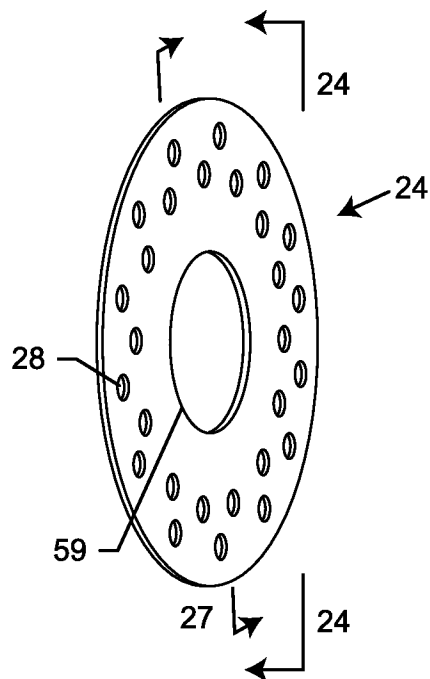
13/30



Фиг. 19

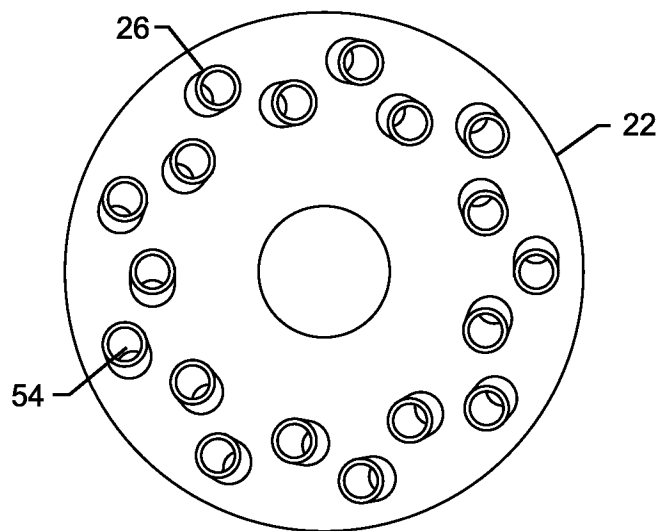


Фиг. 20

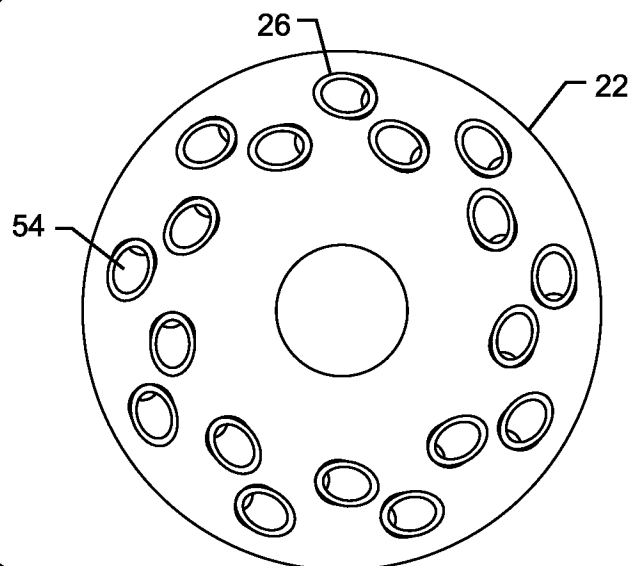


Фиг. 21

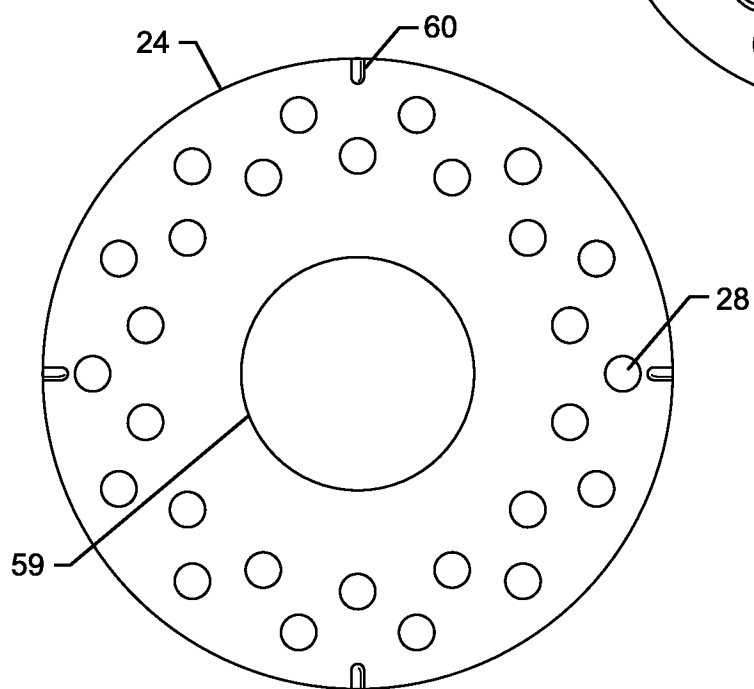
14/30



Фиг. 22

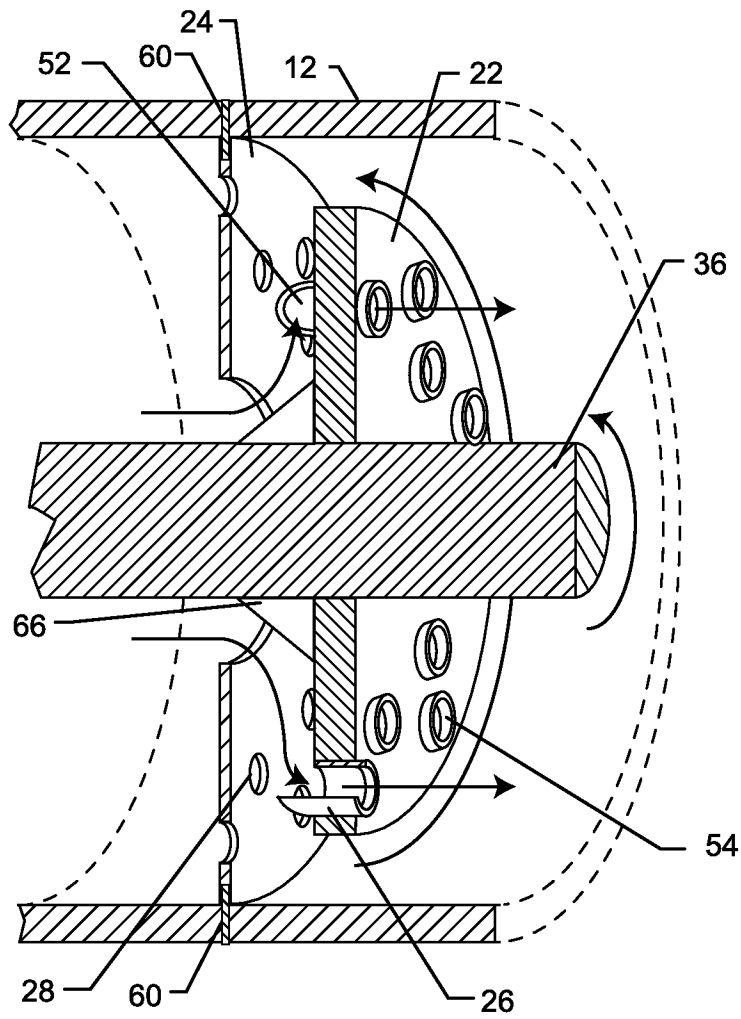


Фиг. 23

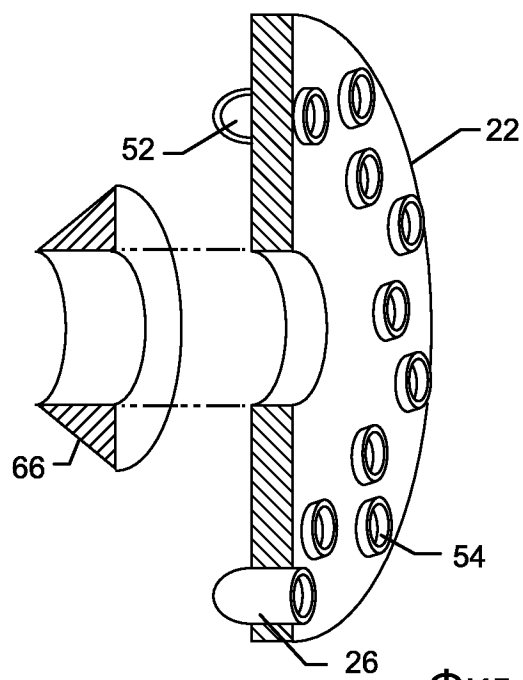


Фиг. 24

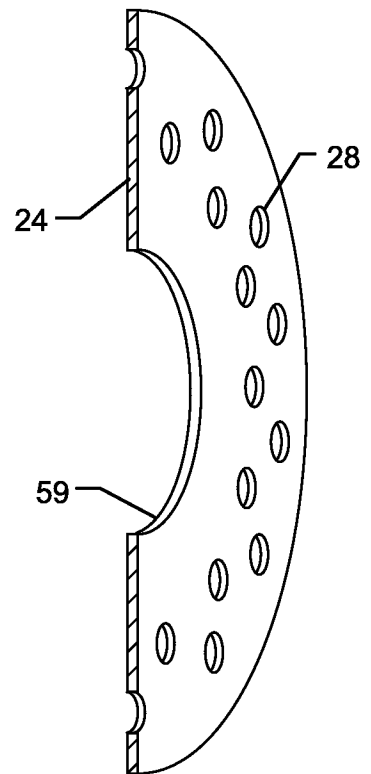
15/30



Фиг. 25

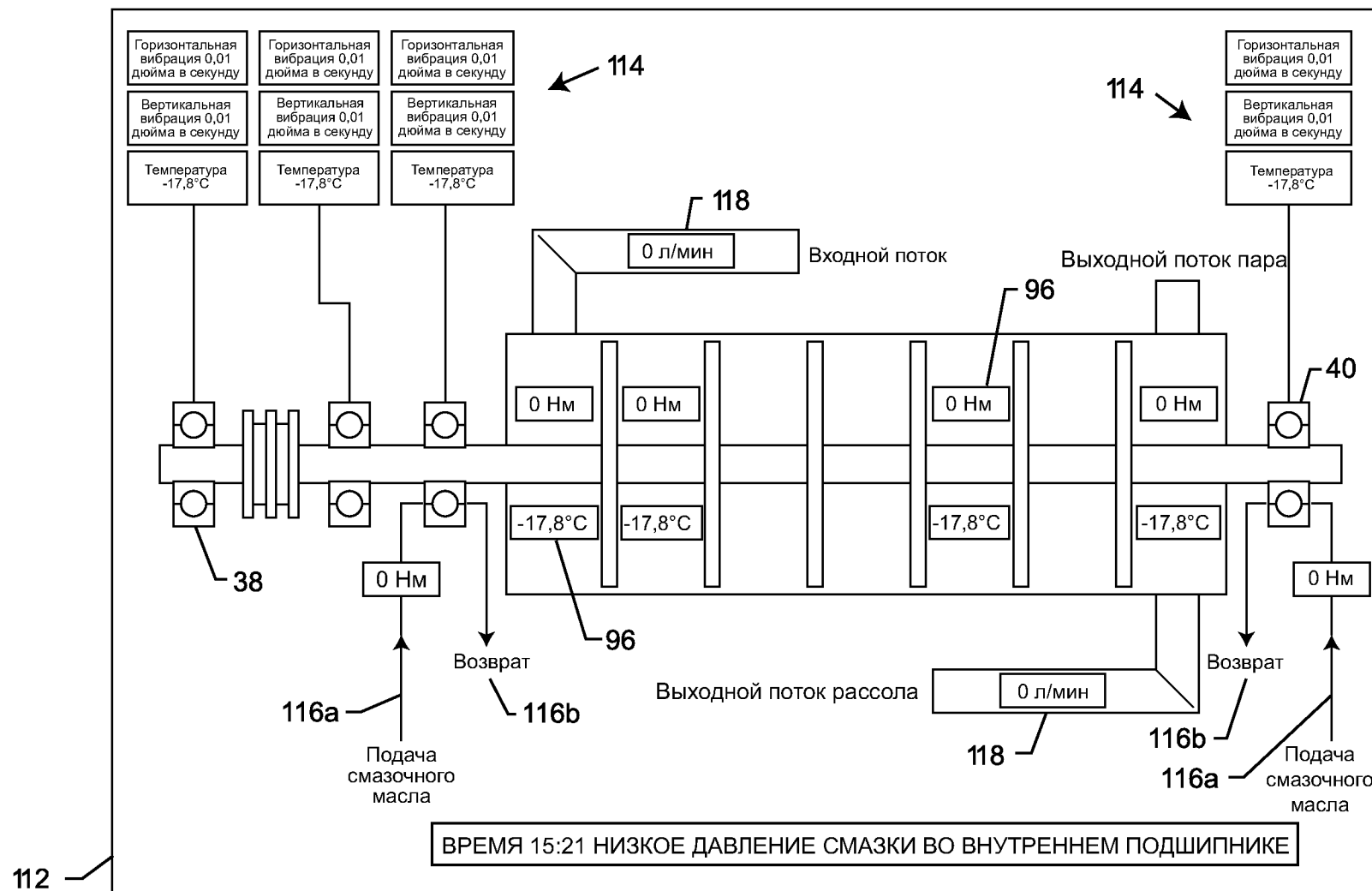


Фиг. 26

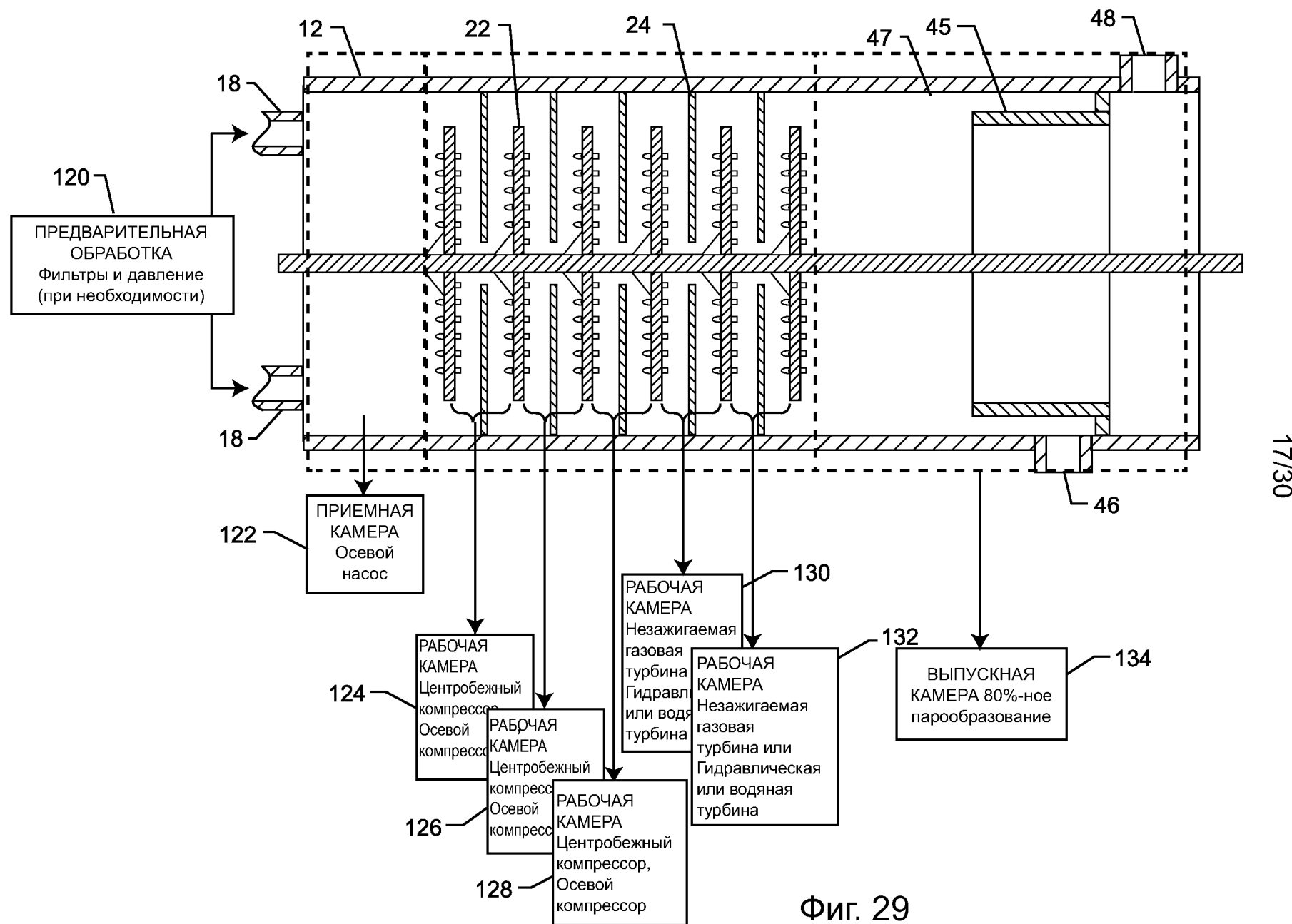


Фиг. 27

PWR ☐
CPU ☐
COM ☐

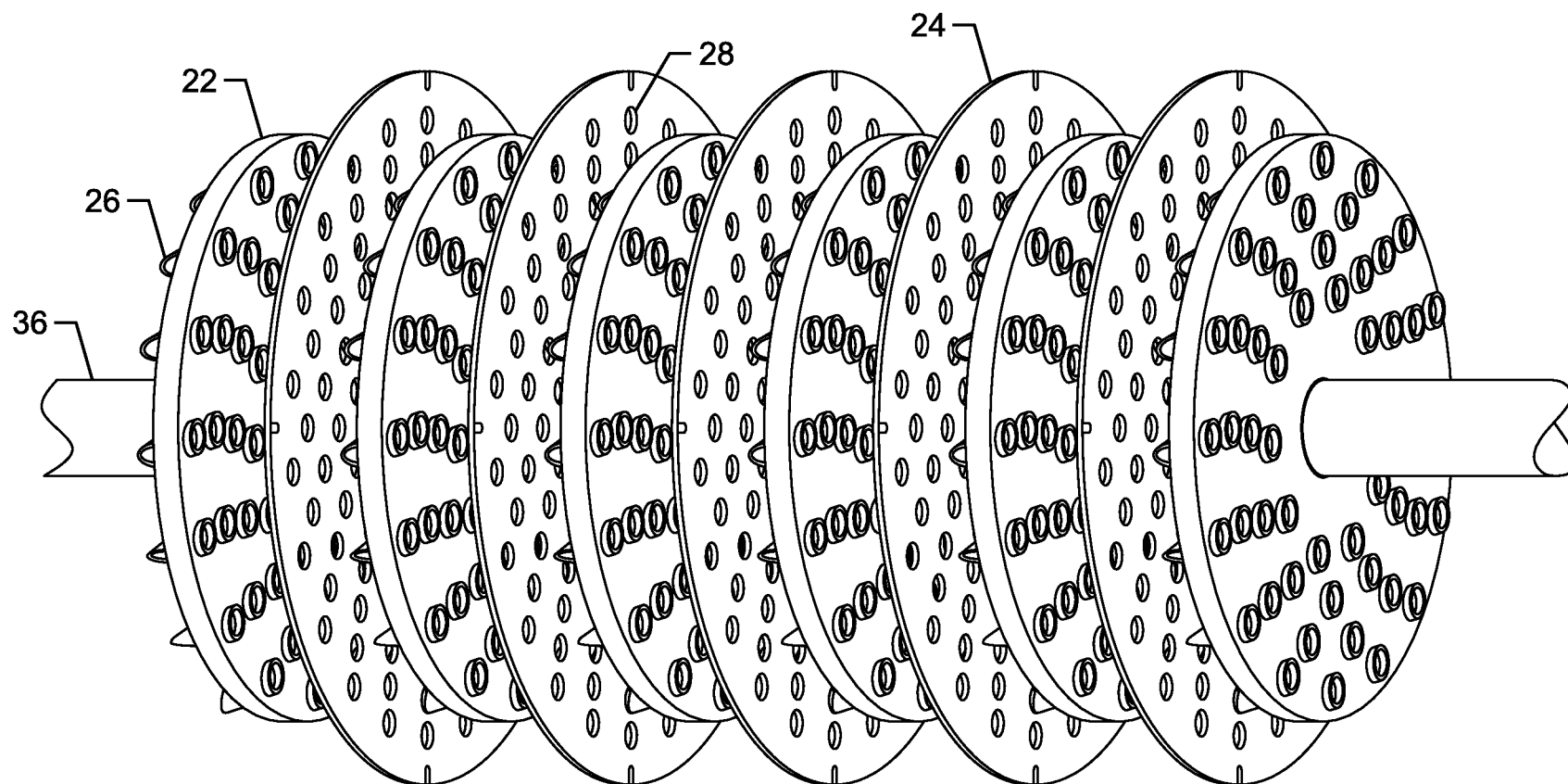


Фиг. 28

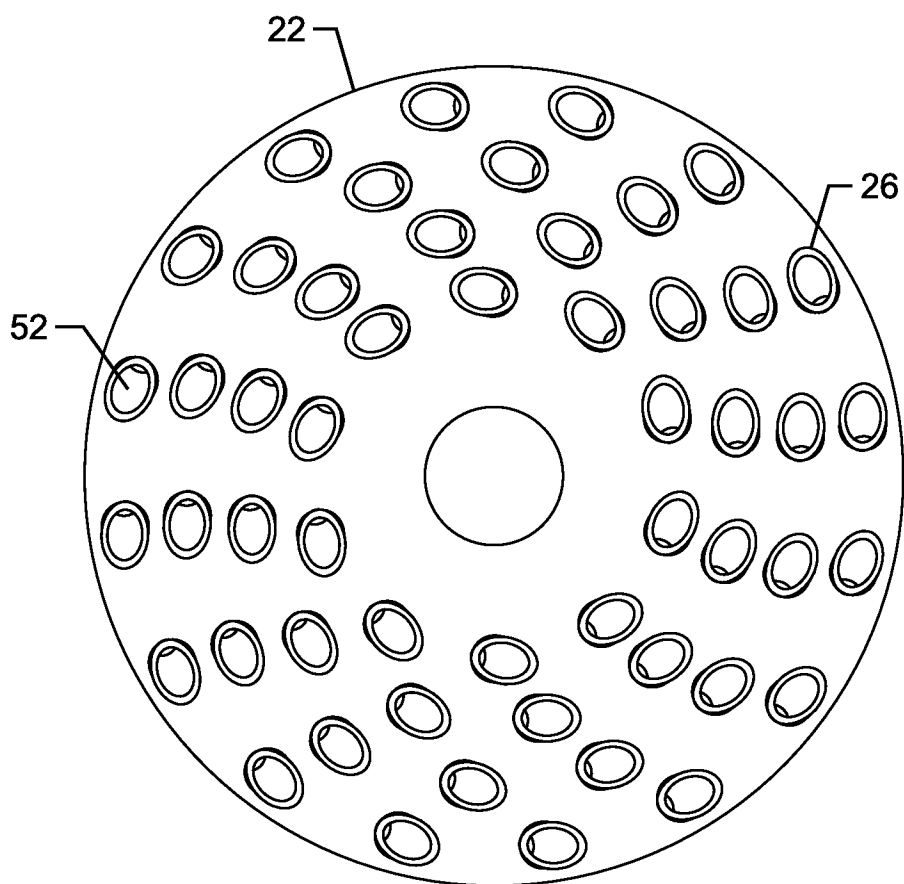


Фиг. 29

18/30

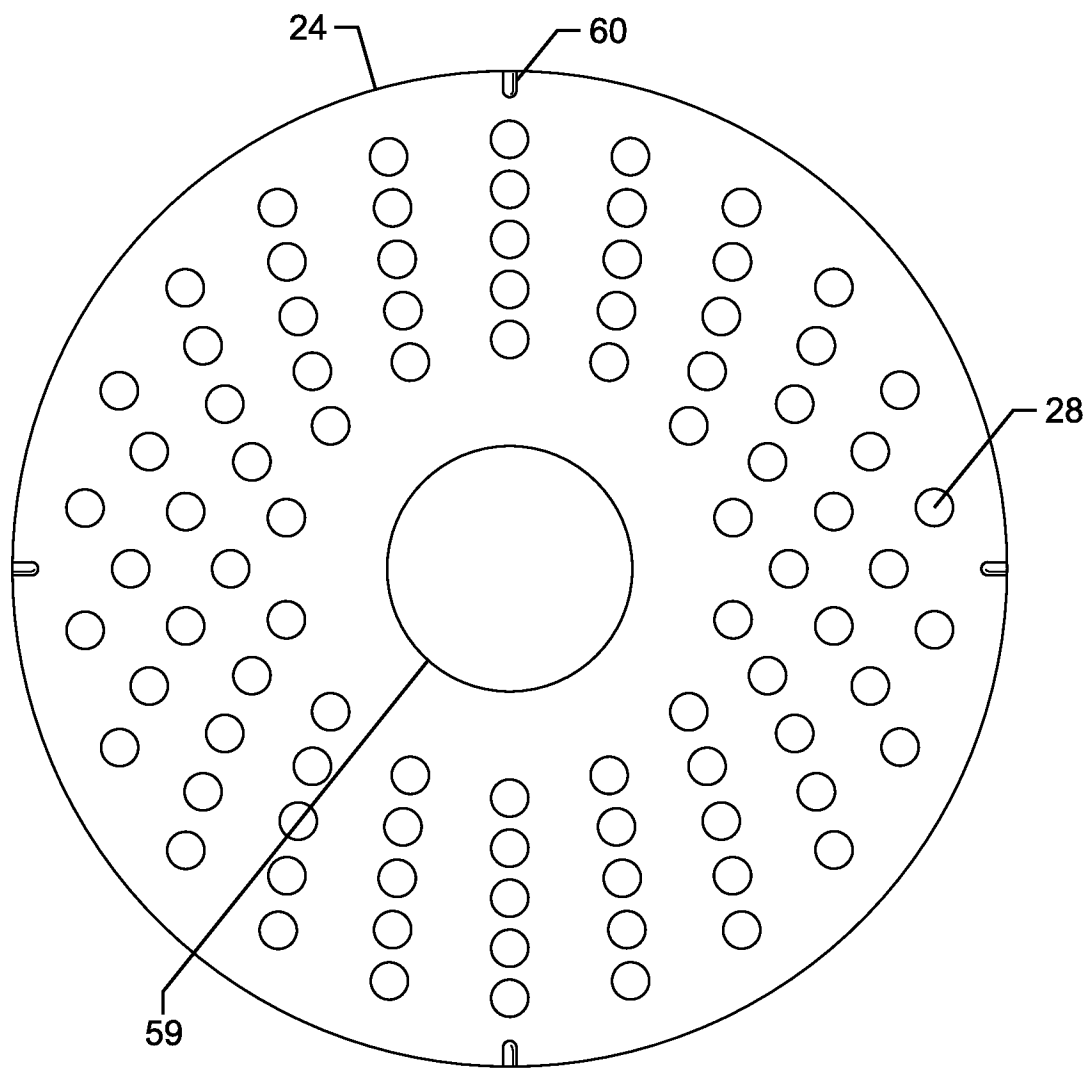


Фиг. 30

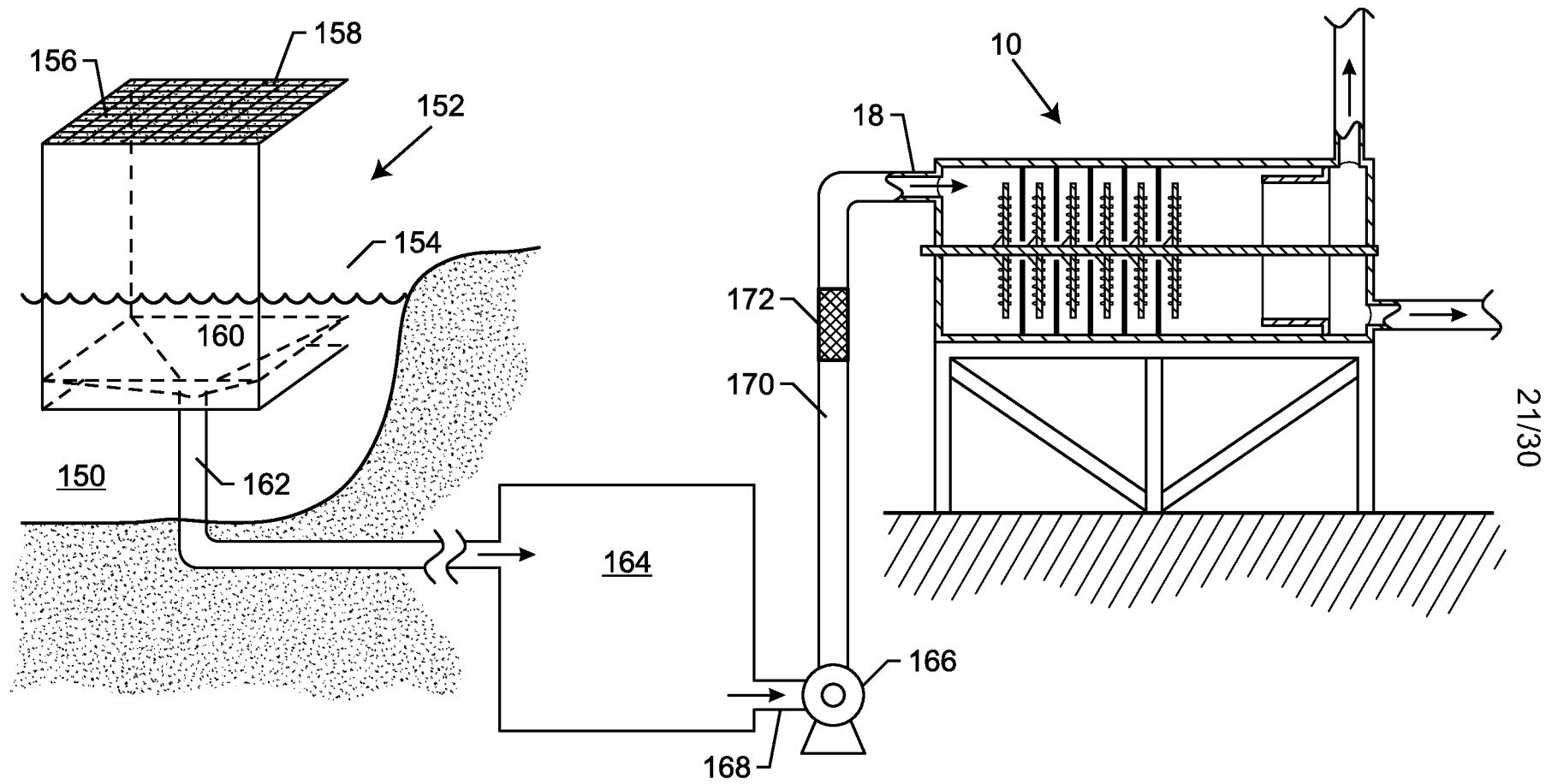


Фиг. 31

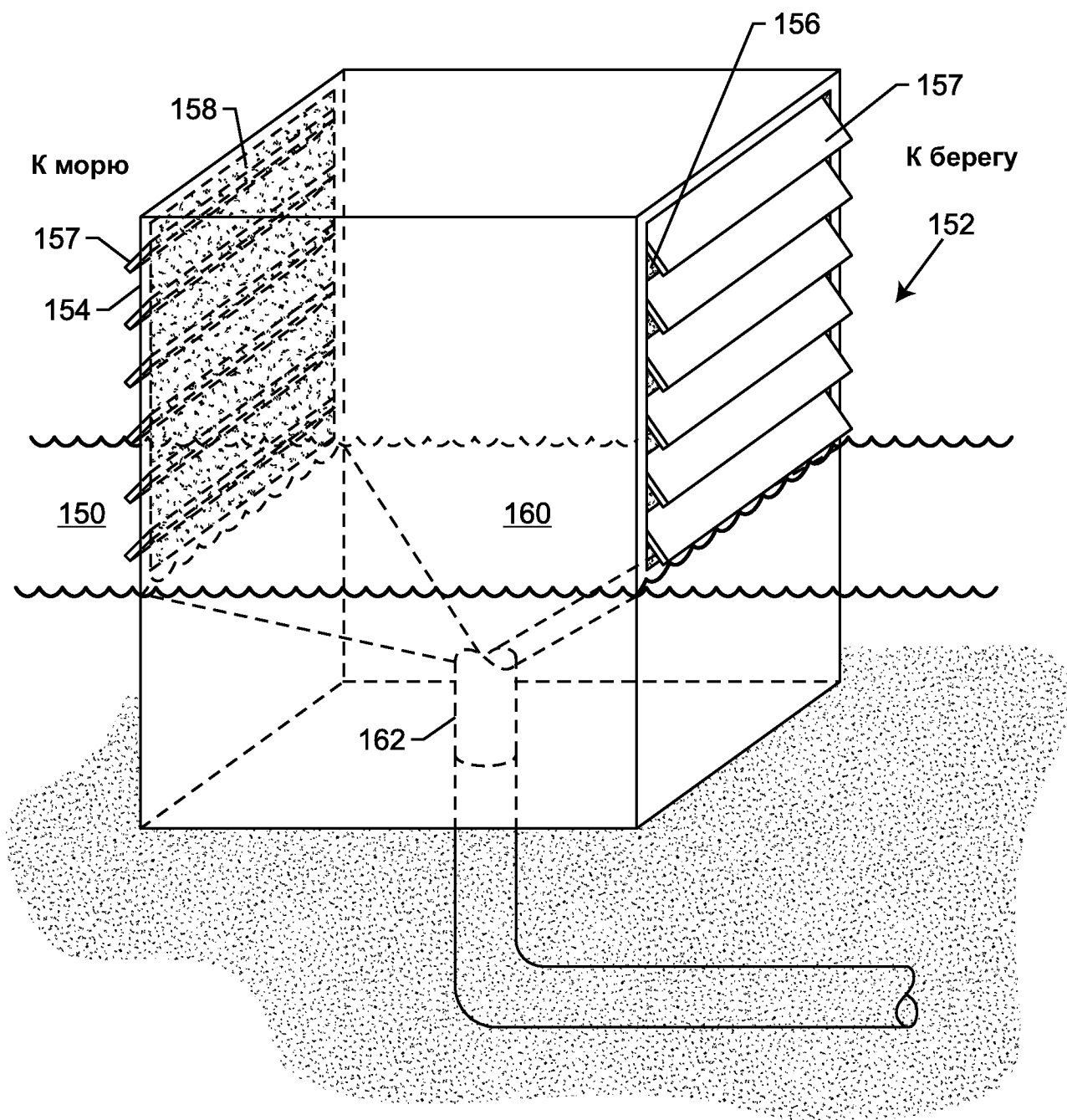
20/30



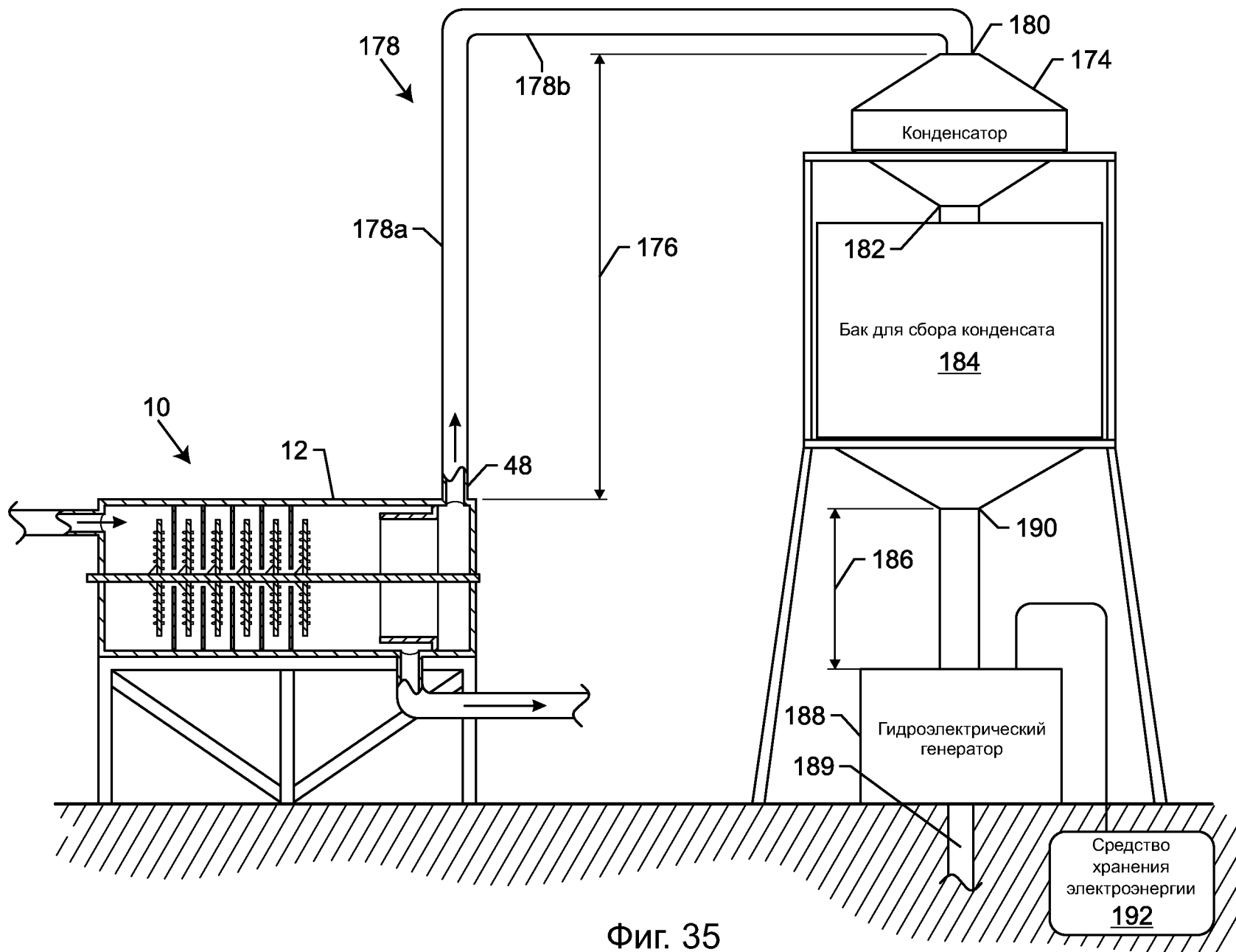
Фиг. 32



Фиг. 33

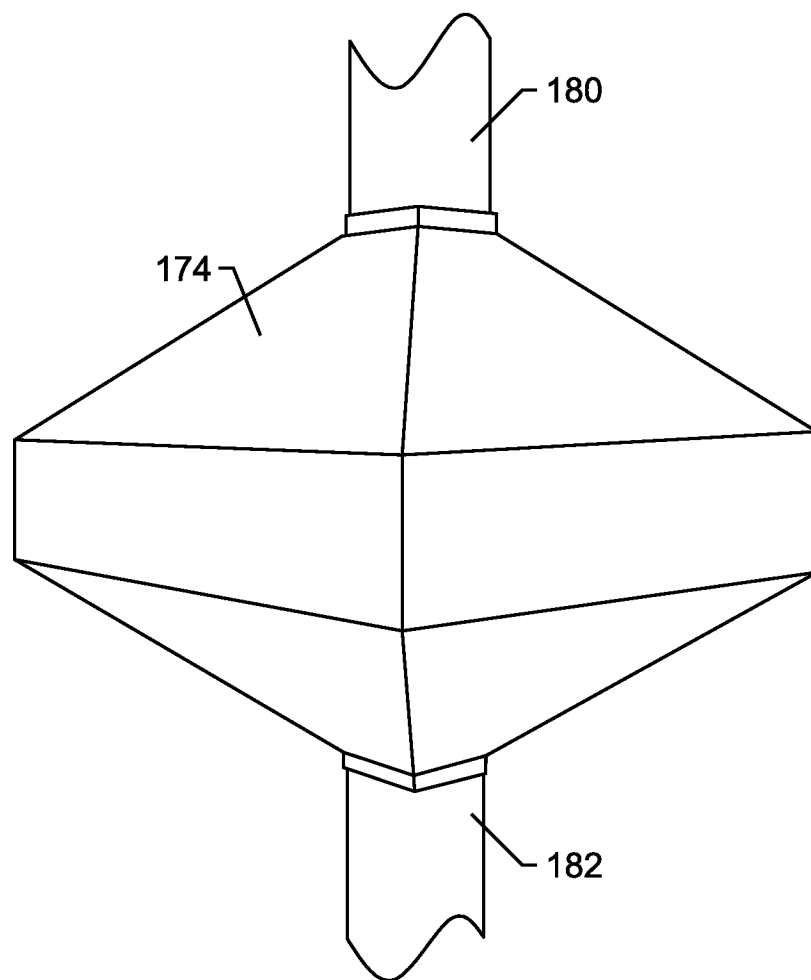


Фиг. 34

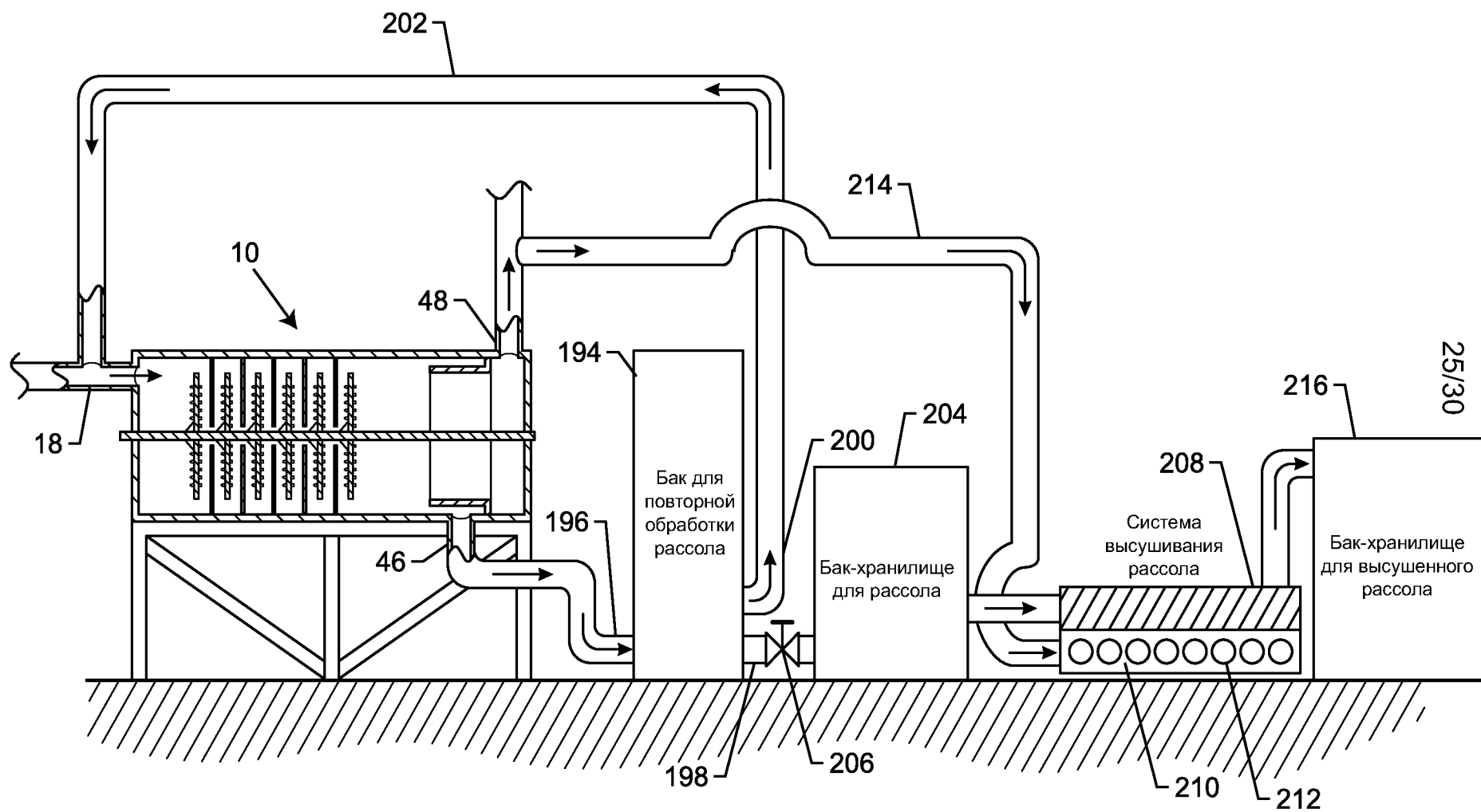


Фиг. 35

24/30

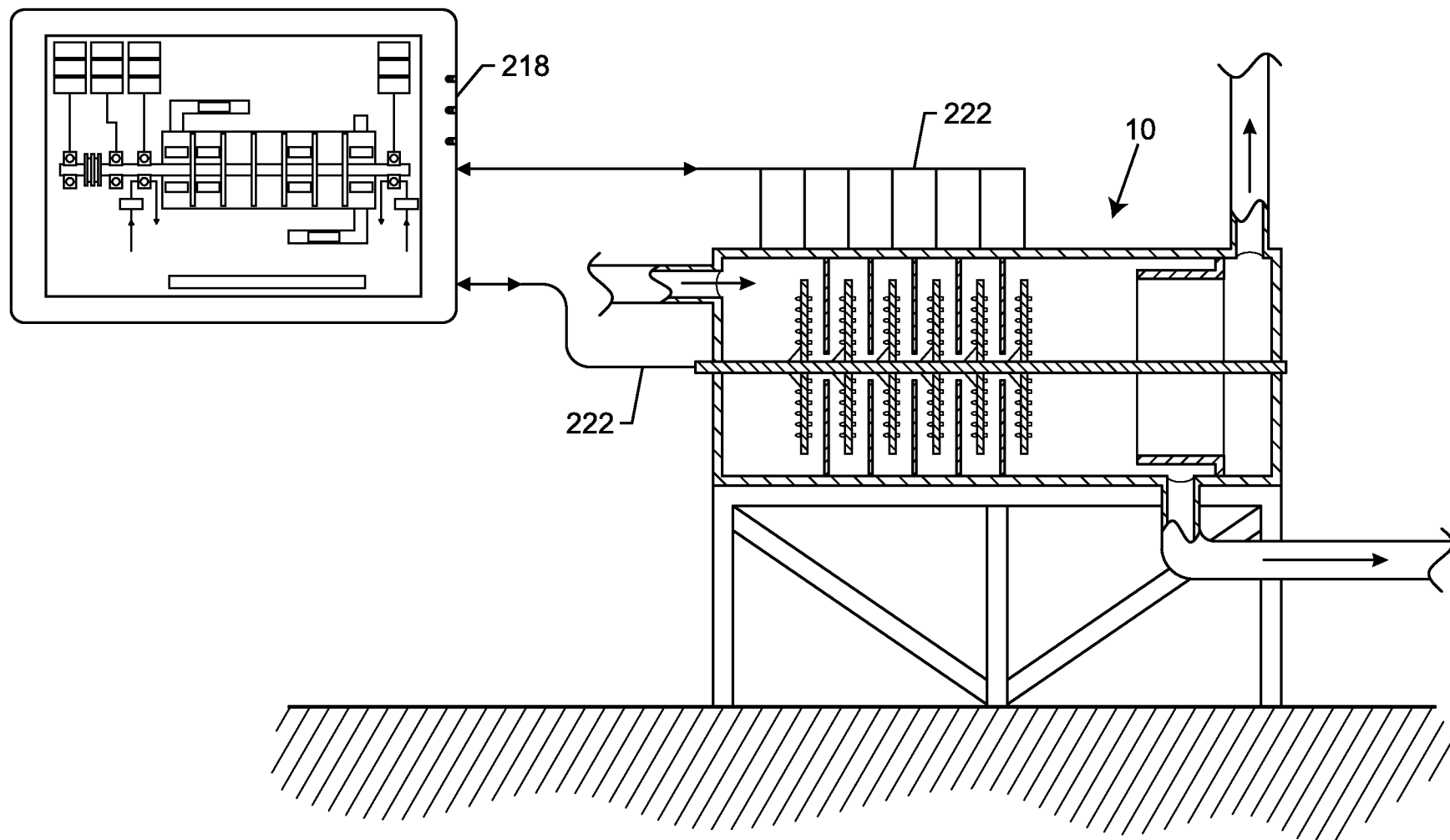


Фиг. 35а

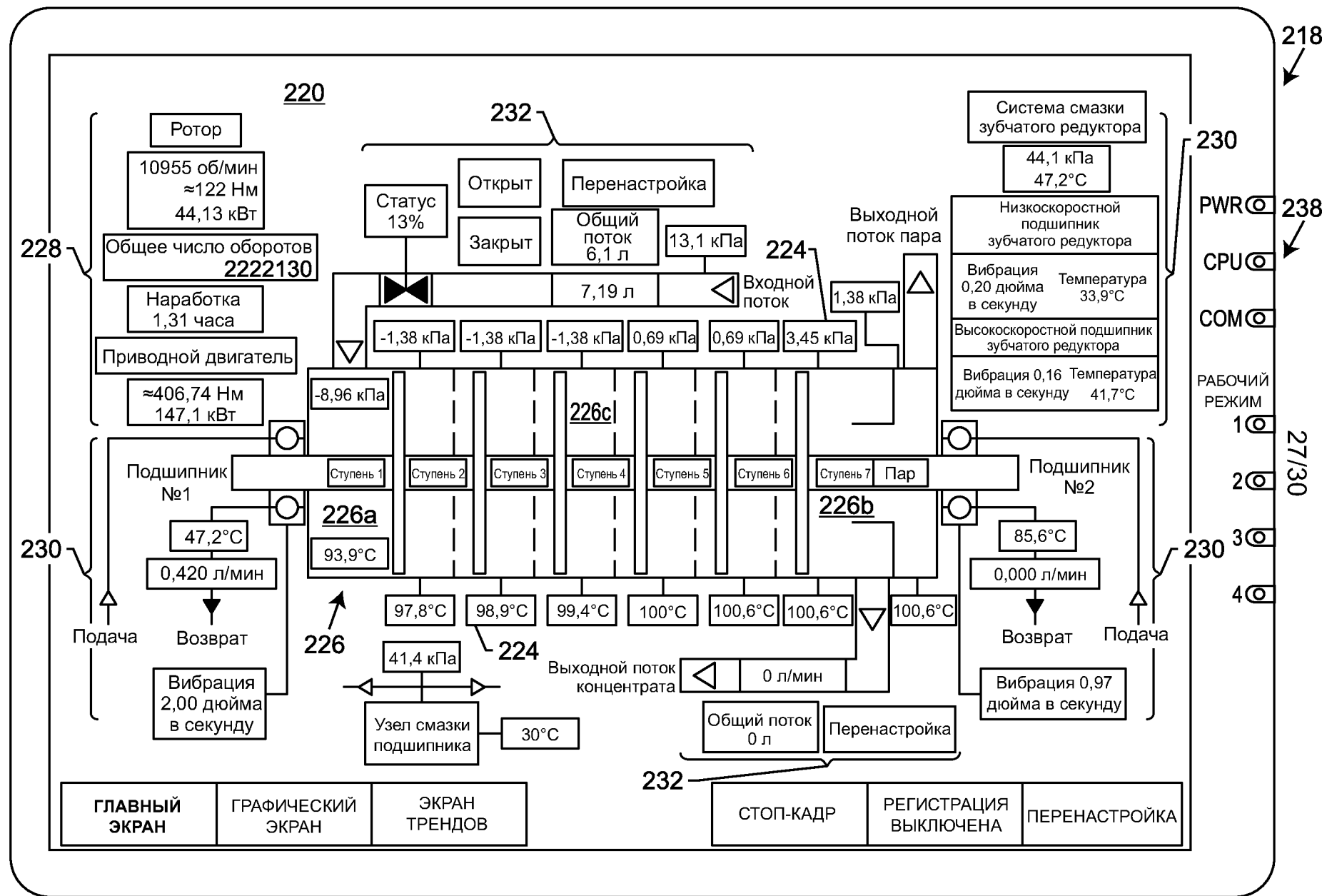


Фиг. 36

26/30

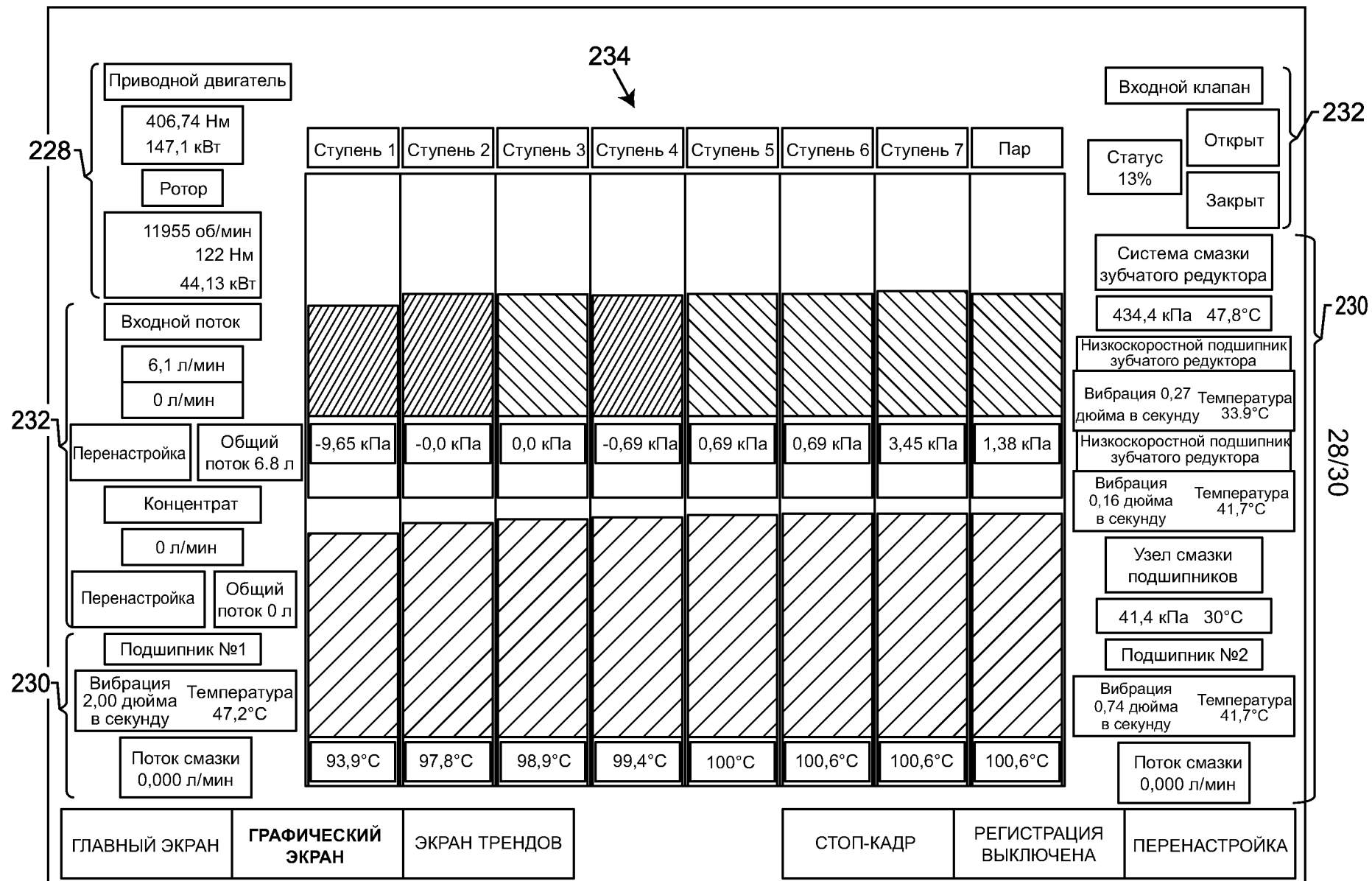


Фиг. 37



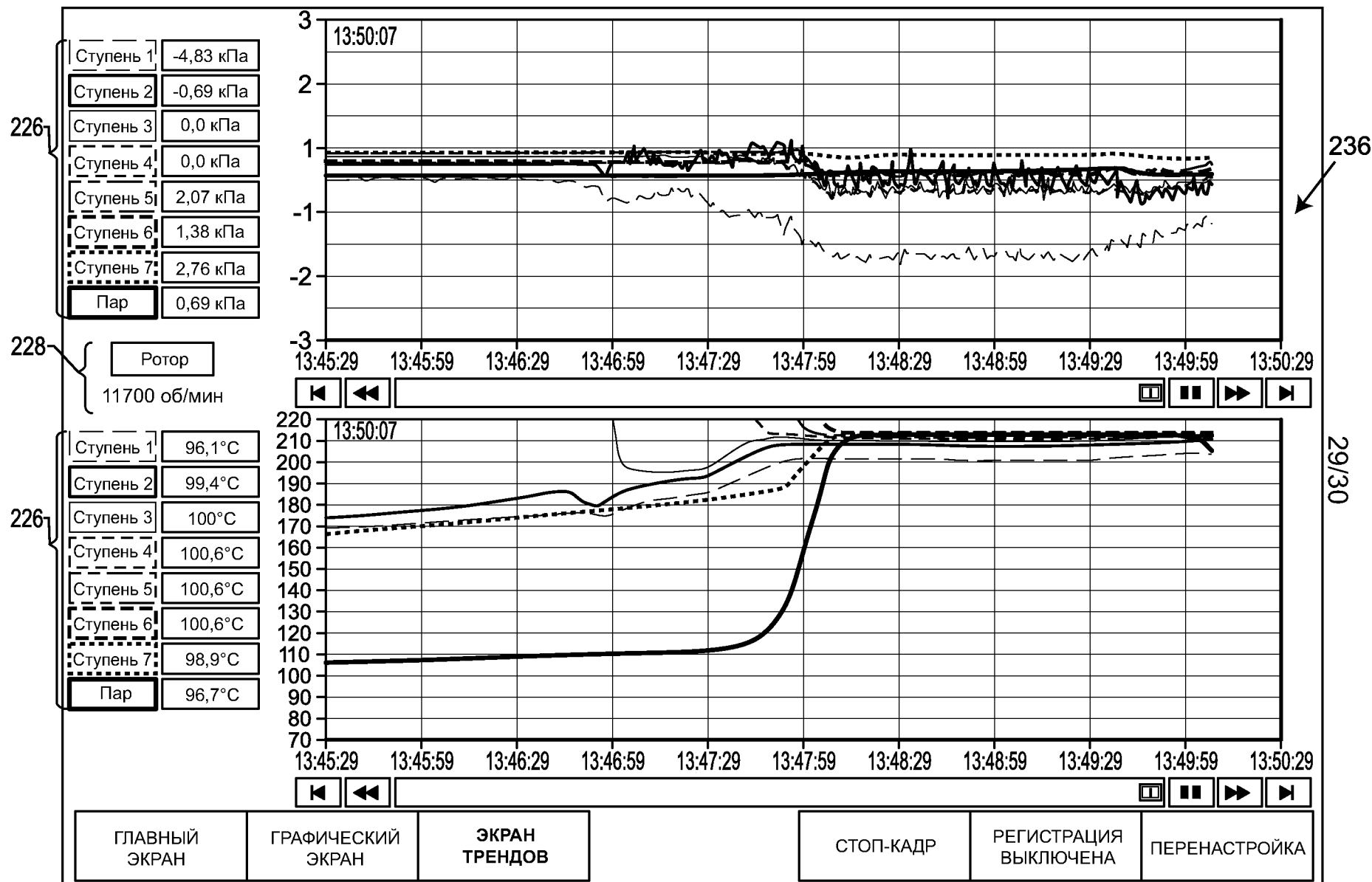
Фиг. 38

Система очистки воды и получения водяного пара



Фиг. 39

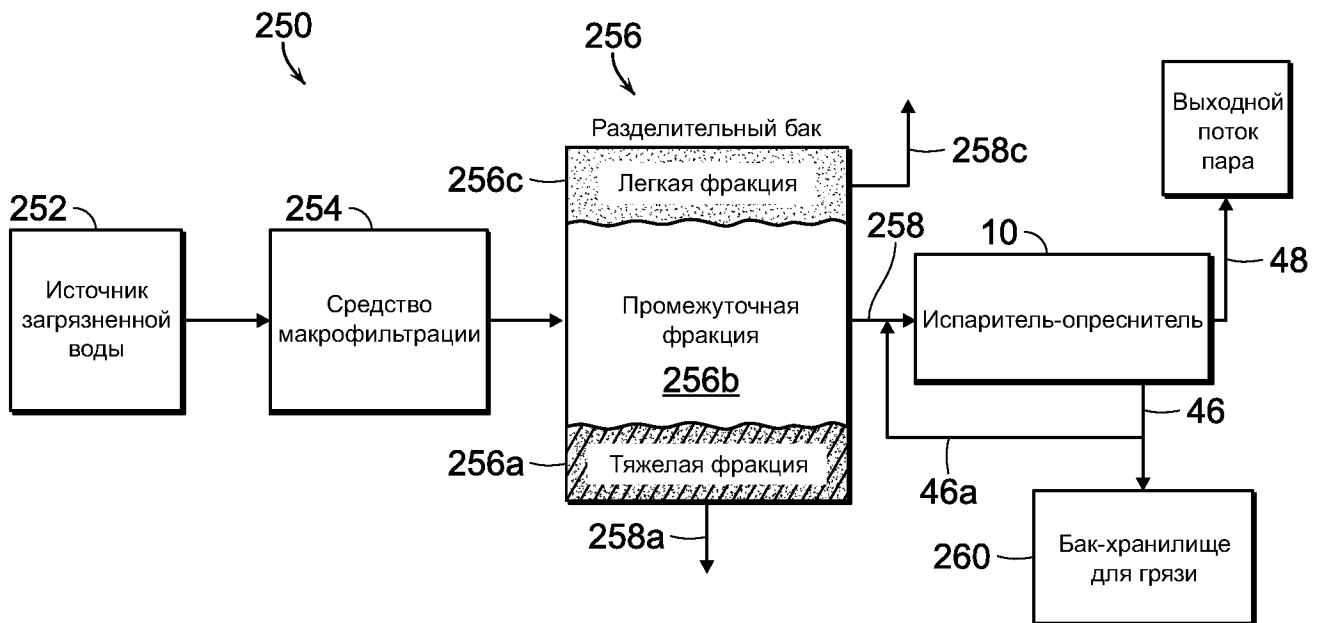
Система очистки воды и получения водяного пара



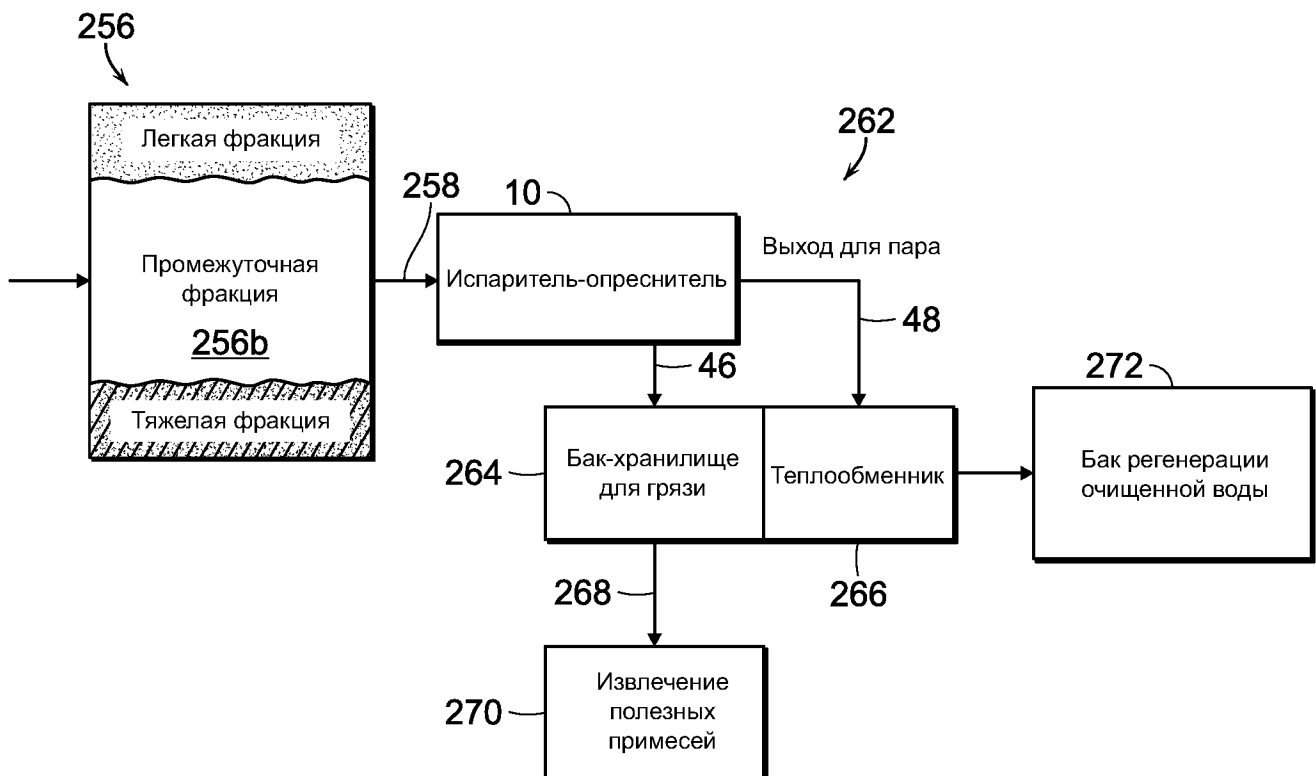
Фиг. 40

Система очистки воды и получения водяного пара

30/30



Фиг. 41



Фиг. 42