

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390210** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.04.28

(22) Дата подачи заявки
2021.07.07

(51) Int. Cl. **B01D 1/22** (2006.01)
B01D 3/08 (2006.01)
C02F 1/04 (2006.01)
C02F 1/08 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД И СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

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

(32) **2020.07.07; 2020.10.13**

(33) **US**

(86) **PCT/US2021/040692**

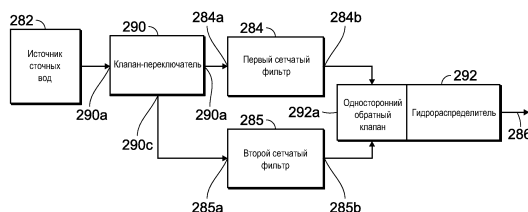
(87) **WO 2022/011016 2022.01.13**

(71) Заявитель:
ВЕРНО ХОЛДИНГЗ, ЛЛК (US)

(72) Изобретатель:
Райли Джон Д. (US)

(74) Представитель:
Голышко Н.Т. (RU)

(57) Предложены система и способ очистки биологически загрязненных сточных вод бойни или аналогичного объекта. Система и способ извлекают очищенный пар через блок очистки, снабженный расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными в технологическом аппарате, создающем отдельные очищенный поток и поток грязи. Перед блоком очистки установлен один сетчатый фильтр или большее их число параллельно, так что один всегда можно использовать, пока другой чистят. Вращаемый вал, соединенный с вращаемыми лотками, может быть соединен с электрогенератором для обеспечения электроэнергией схем и органов управления в системе.



202390210

A1

A1

202390210

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД И СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

5 ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

[001] Изобретение относится к системе очистки сточных вод скотобоен и аналогичных предприятий биологической обработки. В частности, оно относится к способу, в котором используют насосы, фильтры и испарители воды для очистки таких биологически загрязненных сточных вод путем удаления захваченных и растворенных твердых частиц, испарения воды и максимального извлечения пригодной для использования воды из загрязненной воды с помощью горизонтального технологического аппарата для обработки воды.

15 [002] Обеззараживание источников воды может осуществляться многими способами, такими как фильтрация, опреснение, очистка, дезинфекция и т. д. Фильтрация удаляет из воды захваченные и/или растворенные твердые частицы. Опреснение (обессоливание) относится к одному из многих процессов удаления из воды избыточной соли, минералов и других естественных или
20 технических загрязнителей. Очистка и дезинфекция являются полезными способами устранения биологических и подобных загрязнений или токсинов.

[003] Из истории известно, что на судах опресняли морскую воду, превращая ее в питьевую. Современные процессы опреснения до сих пор используются на
25 кораблях и подводных лодках для обеспечения постоянного снабжения экипажа питьевой водой. Опреснение все чаще используют также в засушливых регионах, где ресурсы пресной воды ограничены. В этих регионах соленую воду из океана опресняют до получения воды, пригодной для потребления (то есть питьевой) или для орошения. Высококонцентрированные отходы процесса
30 обессоливания называют рассолом (здесь чаще называется грязью), и типичным основным побочным продуктом является хлористый натрий (NaCl). Современный интерес к опреснению сосредоточен на разработке рентабельных процессов получения пресной воды для использования в засушливых регионах, где наличие пресной воды ограничено.

35

[004] Крупномасштабные процессы очистки, такие как опреснение являются дорогостоящими и требуют большого количества энергии и дорогостоящей

инфраструктуры. Например, крупнейшая в мире опреснительная установка в основном использует многоступенчатую мгновенную дистилляцию и может производить 300 млн кубических метров (м^3) воды в год. Крупнейший опреснительный завод в США опресняет 25 млн галлонов ($95 \text{ млн } \text{м}^3$) воды в 5 сутки. Во всем мире около 13 000 опреснительных установок производят более 12 млрд галлонов ($45 \text{ млрд } \text{м}^3$) воды в сутки. Таким образом, в данной отрасли существует постоянная потребность в совершенствовании способов обессоливания, а именно в снижении затрат и повышении эффективности соответствующих систем.

10

[005] Удаление примесей может выполняться различными способами.

Некоторые способы опреснения являются простыми и основываются на испарении: многоступенчатое испарение, испарение со сжатием пара и испарение-конденсация. В общем случае испарение-конденсация представляет 15 собой естественный процесс опреснения, осуществляемый природой в гидрологическом цикле. В гидрологическом цикле вода испаряется в атмосферу из озер, океанов, рек. Контактируя с более холодным воздухом, пары воды образуют росу или дождь. Полученная вода обычно не содержит примесей.

Гидрологический процесс можно воспроизвести искусственно, используя ряд 20 процессов испарения – конденсации. Соленую воду нагревают до испарения.

Хлористый натрий 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 25 значительно усовершенствована, особенно с появлением более эффективных

технологий, облегчающих процесс. Но эти системы по-прежнему требуют 30 значительных затрат энергии для испарения воды. Альтернативный способ опреснения на основе испарения включает многоступенчатую мгновенную дистилляцию, упоминавшуюся выше. В многоступенчатой мгновенной

дистилляции используют вакуумную дистилляцию. Вакуумная дистилляция — 30 это процесс кипячения воды при давлении ниже атмосферного, создаваемого в испарительной камере. Вакуумная дистилляция работает при гораздо более низкой температуре, чем многоступенчатое испарение или испарение со сжатием пара, и поэтому требует меньше энергии для испарения воды при ее

очистке. Ввиду возрастающих затрат на энергию этот процесс особенно привлекателен.

[006] К альтернативным способам опреснения относятся также мембранные
5 способы, такие как обратный осмос, обратный электродиализ, нанофильтрация, прямой осмос и мембранная дистилляция. Из этих способов 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
10 селективными. То есть мембрана обладает высокой проницаемостью для молекул воды и практически не проницаема 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
15 воды через них. Традиционные системы опреснения осмосом обычно используют одно из двух средств создания высокого давления в системе: (1) насосы высокого давления, (2) центрифуги. Насос высокого давления помогает фильтровать соленую воду через мембрану. Давление в системе меняется в зависимости от настроек насоса и осмотического давления соленой воды.
20 Осмотическое давление зависит от температуры раствора и концентрации растворенной в нем соли. 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
25 радиальному ускорению по длине мембраны. Одной из общих проблем обратного осмоса в целом является удаление взвешенных солей и засорение мембраны с течением времени.

[007] Эксплуатационные расходы установок обратного осмоса для опреснения
30 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 подводимой энергии. Особенно способны
35 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

5 намного выше, чем давление со стороны опресненной воды. Перепад давления производит значительную гидравлическую энергию, возвращаемую турбиной. Таким образом, энергия, вырабатываемая между сторонами высокого и низкого давления мембраны обратного осмоса, используется повторно, а не тратится полностью. Возвращенная энергия может быть использована для привода

10 любого из компонентов системы, включая насос высокого давления или центрифугу. Турбины помогают снизить общие затраты энергии на опреснение.

[008] В целом системы обратного осмоса обычно потребляют меньше энергии, чем термическая дистилляция, и, следовательно, более рентабельны. Хотя

15 обратный осмос хорошо работает с солоноватой водой, он может стать перегруженным и неэффективным при работе с сильно солеными растворами, такими как вода океана. Известны также другие, менее эффективные, способы опреснения воды, такие как ионный обмен, замораживание, геотермальное опреснение, солнечное увлажнение, кристаллизация гидрата метана,

20 высокотемпературная рециркуляция воды и радиочастотная гипертермия. Независимо от используемого способа опреснение остается энергоемкой операцией. Будущие затраты и экономическая целесообразность по-прежнему зависят как от затрат на оборудование, так и от стоимости энергии, необходимой для работы системы.

25 [009] В качестве еще одной альтернативы в патенте США № 4,891,140, выданном на имя Бурке-младшего (Burke, Jr.), описан способ удаления из воды растворенных минеральных и органических веществ путем деструктивной дистилляции. Воду под контролируемым давлением нагревают с образованием

30 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 ниже, чем

35 в вышеупомянутых способах. 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 способ позволяет удалять химические и другие вещества, которые в противном случае могли бы повредить или разрушить мембранные
5 опреснительные устройства.

[010] 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
10 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
15 вещества выбрасываются наружу центробежными силами и отводятся 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 этого
20 решения является то, что вращаемый вал установлен в вертикальной камере. В результате вал оказывается прикрепленным к основной конструкции 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 корпус выполнен
25 в виде ряда камер, скрепленных болтами. С этими камерами с помощью уплотнительных колец соединены перфорированные пластины. Корпус и уплотнительные кольца со временем изнашиваются из-за проникновения соли, поскольку камеры соединены большим количеством гаек и болтов. В частности, особенно трудоемка сборка конструкции Уоллеса. Техническое обслуживание
30 тоже трудоемко, так как требуется значительное время для отсоединения каждой камеры 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

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

10

[011] Таким образом, в данной отрасли существует потребность в усовершенствованной системе, содержащей датчики для мониторинга параметров в реальном времени и элементы управления для регулирования работы системы для максимального удаления примесей из воды, например, для

15 опреснения воды с минимальным потреблением энергии. Для увеличения выхода питьевой воды с $\approx 80\%$ до $\approx 96 - 99\%$ такая система должна допускать несколько циклов рециркуляции, включать систему полимерного извлечения следовых количеств микроэлементов из оставшейся грязи и потреблять меньше энергии, чем другие системы опреснения, известные в отрасли. Предлагаемое

20 изобретение удовлетворяет этим требованиям и обеспечивает дополнительные преимущества.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

25

[012] Изобретение направлено на систему очистки загрязненных текучих сред, содержащих биологические отходы, такие как сточные воды скотобоен. Обеззараживанием удаляют биологические отходы и другие токсины из сточных вод посредством физического разделения и опреснения с использованием

30 процессов фильтрации и испарения, применяемых к сточным водам, включая получение водяного пара.

35

[013] Система очистки сточных вод начинается с источника сточных вод, сообщенного со входом проточного сетчатого фильтра, на выходе которого

поток отфильтрованных сточных вод. Этот поток отфильтрованных сточных вод соединен со входом для сточных вод обеззараживающей испарительной

установки, содержащей практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально вдоль удлиненного корпуса между первым концом аппарата вблизи входа для сточных вод и вторым концом аппарата вблизи выхода для грязи и выхода для пара.

- [014] Выход для грязи сообщен с баком для грязи, где она хранится до ее последующей обработки. Выход для пара сообщен с блоком обработки пара. Блок обработки пара может содержать теплообменник, конденсатор, турбину или другой аналогичный промышленный блок обработки.

- [015] В одном из вариантов предлагаемая система очистки биологически загрязненных сточных вод включает источник биологически загрязненных сточных вод, сообщенный со входом первого сетчатого фильтра для сточных вод, на выходе которого поток отфильтрованных сточных вод. Выход этого фильтра сообщен со входом для сточных вод на блоке очистки, содержащем практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально вдоль аппарата между его первым концом вблизи входа для сточных вод и его вторым концом вблизи выхода для грязи и выходом для пара. Блок очистки имеет вращаемый вал, расположенный вдоль удлиненного аппарата от первого ко второму концу последнего, причем вращаемый вал проходит через неподвижные перегородки, и на нем зафиксированы вращаемые лотки. Блок очистки разделяет поток отфильтрованных сточных вод на поток грязи к выходу для грязи и поток пара к выходу для пара.

- [016] Система дополнительно включает второй сетчатый фильтр для сточных вод, установленный параллельно первому сетчатому фильтру для сточных вод. Вход второго сетчатого фильтра сообщен с источником биологически загрязненных сточных вод, а его выход сообщен со входом для сточных вод блока очистки. Система может дополнительно включать клапан-переключатель, имеющий входную сторону и выходную сторону, при этом входная сторона сообщена с источником биологически загрязненных сточных вод, а выходная

сторона сообщена со входом первого сетчатого фильтра и входом второго сетчатого фильтра. Клапан-переключатель выполнен таким образом, что его выходная сторона выборочно переключает поток биологически загрязненных сточных вод между первым и вторым сетчатыми фильтрами.

5

[017] Выход первого сетчатого фильтра и выход второго сетчатого фильтра предпочтительно сообщены с трубой гидрораспределителя, снабженной односторонним обратным клапаном, при этом выход трубы гидрораспределителя сообщен со входом для сточных вод блока очистки.

10

[018] С вращаемым валом, установленным в блоке очистки, предпочтительно функционально соединен электрогенератор. Этот электрогенератор обеспечивает электроэнергией электронные схемы и электронные средства управления системы. Электронные схемы могут включать чувствительные элементы, датчики температуры, датчики давления, датчики вибрации, системы смазки, датчики расхода и компьютеры. Электронные средства управления могут включать насосы, клапаны и двигатели.

15

[019] В блоке очистки каждый лоток снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, и в каждой перегородке выполнены отверстия, каждое из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. Блок очистки дополнительно содержит внутреннюю втулку, расположенную в удлиненном аппарате за лотками и перегородками, при этом внутренняя втулка образует кольцевой проход к первому выходу для грязи.

20

25

[020] В одном из вариантов процесс очистки исходных сточных вод включает сетчатую фильтрацию исходных сточных вод с получением отфильтрованного потока сточных вод. Поток отфильтрованных сточных вод направляется в блок очистки, снабженный вращаемым валом, проходящим от первого конца удлиненного технологического аппарата до его второго конца, и расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально в удлиненном аппарате между его первым и вторым концами, при этом вращаемый вал проходит через неподвижные перегородки, и на нем

30

35

зафиксированы вращаемые лотки. Отфильтрованный поток сточных вод проходит через блок очистки и при этом разделяется на поток грязи и поток обеззараженного пара. Поток грязи направляется в бак-хранилище для грязи для ее последующей обработки. Поток обеззараженного пара направляется на
 5 выход для пара для его дальнейшей обработки. Электричество может генерироваться с помощью электрогенератора, соединенного с частью вращаемого вала, выступающей из удлиненного аппарата.

[021] Процесс может дополнительно включать рециркуляцию части потока грязи
 10 через блок очистки. Предпочтительно, через блок очистки рециркулируют по меньшей мере 75% потока грязи.

[022] Ступень сетчатой фильтрации исходных сточных вод может включать в себя несколько сетчатых фильтров. В частности, могут быть установлены
 15 параллельно первый сетчатый фильтр и второй сетчатый фильтр. Как на первом сетчатом фильтре, так и на втором сетчатом фильтре ко входу может быть подсоединен клапан-переключатель. Выход как первого сетчатого фильтра, так и второго сетчатого фильтра может быть соединен с гидрораспределителем, который соединен с блоком очистки.

20 [023] Исходные сточные воды прокачивают через клапан-переключатель и один из сетчатых фильтров, первый либо второй. Гидрораспределитель предпочтительно имеет односторонний обратный клапан, который по выбору пропускает отфильтрованные сточные воды из использованного сетчатого
 25 фильтра (первого либо второго) в блок очистки. Клапан-переключатель может быть по выбору установлен для придания направления исходным сточным водам в один из сетчатых фильтров (первый либо второй). Способ включает также стадию очистки соответствующего сетчатого фильтра, когда клапан-переключатель направляет источник сточных вод к другому сетчатому фильтру.

30 [024] Лотки и перегородки расположены с чередованием в блоке очистки на расстоянии друг от друга, причем каждый из вращаемых лотков снабжен пронизывающими его патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, а в каждой
 35 из неподвижных перегородок выполнены отверстия, каждое из которых имеет

вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр. Кроме того, за расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием лотками и перегородками в удлиненном аппарате расположена внутренняя втулка, образующая кольцевой проход к выходу для грязи.

5

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

10

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[026] Изобретение проиллюстрировано на прилагаемых чертежах.

15

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

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

20

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

25

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

[031] На фиг. 4 на виде с торца изображен относящийся к предлагаемой системе горизонтальный технологический аппарат, прикрепленный к перемещаемой конструкции.

30

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

35

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

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

5 [035] На фиг. 8 на виде сбоку изображен лоток, перед которым размещен направитель потока.

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

10 [037] На фиг. 10 схематично проиллюстрирован относящийся к предлагаемой системе электродвигатель, через трансмиссию соединенный с валом технологического аппарата для очистки воды.

15 [038] На фиг. 11 схематично изображена предлагаемая система, аналогичная системе, проиллюстрированной на фиг. 1, но снабженная блоком управления и различными датчиками.

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

20 [040] На фиг. 12А на том же виде, что и на фиг. 12, изображена система, управляемая двигателем с приводом, соединенным с валом напрямую.

25 [041] На фиг. 13 на виде с торца изображен технологический аппарат для очистки воды, при этом показан его выход для пара.

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

30 [043] На фиг. 15 на виде спереди схематично изображена предлагаемая система в альтернативном варианте ее осуществления.

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

35 [045] На фиг. 17 на виде снизу в аксонометрии изображен относящийся к системе, представленной на фиг. 15, технологический аппарат, имеющий вход и выходы.

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

5 [047] На фиг. 19 изображен относящийся к системе, представленной на фиг. 15, вал вместе с лотками и перегородками.

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

10 [049] На фиг. 21 изображена перегородка, относящаяся к системе, представленной на фиг. 15.

15 [050] На фиг. 22 изображен лоток на виде по сечению, обозначенному на фиг. 20 как 22 – 22.

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

20 [052] На фиг. 24 изображена перегородка, на виде по сечению, обозначенному на фиг. 21 как 24 – 24.

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

25 [054] На фиг. 26 лоток изображен в разрезе по сечению, обозначенному на фиг. 20 как 26 – 26.

30 [055] На фиг. 27 перегородка изображена в разрезе по сечению, обозначенному на фиг. 21 как 27 – 27.

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

35 [057] На фиг. 29 схематично проиллюстрированы процессы, протекающие в различных точках технологического аппарата.

[058] 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.

5

[Пункт 59] На фиг. 31 изображен лоток из варианта, проиллюстрированного на фиг. 30.

10

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

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

15

[062] На фиг. 34 схематично проиллюстрирована относящаяся к предлагаемому изобретению система улавливания соленой воды

20

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

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

25

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

30

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

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

35

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

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

5 [070] На фиг. 41 изображена блок-схема предлагаемых системы и способа.

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

10 [072] На фиг. 43 изображена блок-схема предлагаемых системы и способа очистки биологически загрязненных сточных вод.

[073] На фиг. 44 изображена блок-схема альтернативного варианта осуществления предлагаемых системы и способа очистки биологически

15 загрязненных сточных вод.

[074] На фиг. 45 изображена блок-схема еще одного альтернативного варианта осуществления предлагаемых системы и способа очистки биологически загрязненных сточных вод.

20

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

25 [075] Как можно видеть на чертежах, изобретение относится к системе и 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 / полужидких масс. Эта обработка в целях иллюстрации будет здесь описана как

30 предпочтительная, однако специалистам должно быть понятно, что предлагаемые система и способ могут быть использованы также для очистки воды из других источников. Изобретение может быть использовано для удаления растворенных или взвешенных твердых частиц, а также тяжелых металлов и других примесей. Кроме того, как будет более подробно описано

35 далее, предлагаемые система и способ могут быть применены к относительно чистой воде для получения водяного пара в виде струйного пара, который имеет достаточное давление и температуру, чтобы пройти через турбину,

функционально связанную с электрогенератором для выработки электроэнергии, или же для парового отопления.

5 [076] Далее будет описано несколько вариантов осуществления предлагаемых способа и системы для очистки воды и получения пара. Во всех этих вариантах на чертежах функционально эквивалентные компоненты имеют одинаковые ссылочные обозначения.

10 [077] Изображенная на фиг. 1 и фиг. 2 система – испаритель-опреснитель воды, обозначенная ссылочной позицией 10, включает в себя технологический аппарат 12 для обработки воды, имеющий внутреннюю камеру 14, в которой соль и другие растворенные твердые вещества и примеси удаляются из воды для получения питьевой воды, практически не содержащей минеральных веществ. В одном из вариантов в аппарат 12 подают загрязненную воду из
15 питающего бака 16 через впускной клапан входа 18 по питающей трубе 20. На этих чертежах впускной клапан входа 18 сообщен с аппаратом 12 сбоку через боковую стенку. Этот впускной клапан может иметь и другое расположение, как будет описано ниже. Текучей средой, подлежащей обработке, может быть морская или океанская вода, другие солоноватые воды или даже вода,
20 загрязненная другими примесями. Кроме того, изобретение предусматривает подачу загрязненной воды непосредственно из источника, при этом не обязательно использовать питающий бак 16.

[078] В варианте, проиллюстрированном на фиг. 3, аппарат 12 имеет нижнюю
25 секцию 12a и верхнюю секцию 12b, которые могут быть 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
30 соседними лотками установлена перегородка 24. Как далее будет объяснено более подробно, каждый лоток 22 снабжен пронизывающими его патрубками 26, а в каждой перегородке 24, выполненной в виде пластины, выполнены сквозные отверстия 28. Перегородки 24 неподвижно прикреплены к корпусу аппарата 12. Перегородки 24 могут иметь нижнюю часть, расположенную в
35 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.

[079] 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 зафиксированы на вале 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, стабилизирующая и поддерживающая вал 36 при его вращении. Тефлон не является предпочтительным материалом, так как он может изнашиваться и загрязнять текучую среду.

[080] В альтернативном варианте, проиллюстрированном на фиг. 2A и фиг. 12A, система 10 управляется двигателем 32a прямого привода, который соединен с одним концом вала 36 напрямую. В качестве двигателя 32a прямого привода можно использовать высокоскоростные электродвигатели или прямой привод газовой турбины. При использовании двигателя 32a прямого привода можно избежать снижения мощности и усилия, обусловленного сопротивлением, присущим зубчатой передаче. В типичной системе привода с редуктором двигатель мощностью, например, 200 л. с. (147,1 кВт; для перевода использовано соотношение 1 л. с. = 735,5 Вт) и крутящим моментом 300 фунтов силы – футов ($\approx 406,74$ Нм; для перевода использовано соотношение 1 фунт силы – фут = 1,3558 Нм) после зацепления может обеспечить параметры ротора 60 л. с. (44,13 кВт) и 90 фунтов силы – футов (≈ 122 Нм) соответственно.

А двигателю прямого привода для достижения тех же параметров ротора достаточно только 60 л. с. (44,13 кВт) и 90 фунтов силы – футов (≈ 122 Нм). Понижения не происходит, так как устранена зубчатая передача.

- 5 [081] 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 системы 10. А меньшую, более компактную систему 10 с прямым приводом легче разместить на прицепе, который легче перемещать.

- 10 [082] Как видно из чертежей, аппарат 12 ориентирован горизонтально. Этим он отличается от устройства Уоллеса (патент США № 4,287,026), в котором аппарат для обработки воды ориентирован вертикально, а верхняя часть
- 15 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
- 20 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
- 25 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.

- [083] 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
- 30 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
- 35 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 5 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. Вместе с тем, для повышения эффективности обработки протекание по периметру лотков 22 и через центральные отверстия 59 10 перегородок 24 должно быть минимизировано.

[084] При прохождении воды и водяного пара через каждую субкамеру аппарата 12 температура пара повышается, так что создается дополнительный водяной пар и в воде остаются соли, растворенные твердые вещества и другие примеси 15 (вместе с водой это образует «грязь»). Центробежные силы, действующие на воду и примеси, направляют их к стенке внутренней камеры 14 и в каналы 44, которые направляют примеси и воду к выходу 46. Образующийся водяной пар проходит через выполненный в аппарате 12 выход 48 для пара. Таким образом, водяной пар и грязь отделяются друг от друга. Важно отметить, что система 10 20 производит водяной пар как воду, перешедшую в газообразное состояние без кипения. 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 жидкой фазы, что позволяет избежать дополнительных затрат энергии для преобразования 25 жидкости в пар (скрытая теплота парообразования). Поэтому соответственно уменьшается энергия, необходимая для возврата превращения пара в жидкую воду.

[085] Как сказано выше, лотки 22 приводимы во вращение валом 36. Вал 36 30 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 35 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 для контроля и минимизации уровня вибрации, возникающей во время работы. Кроме того, вал 36 может местами поддерживаться деталями с низким коэффициентом трения, такими как тефлоновые втулки или подшипники 50, расположенными между перегородкой 24 и валом 36. Это обеспечивает более равномерное распределение веса и усилий по валу 36 и улучшает работу системы и удлиняет срок ее службы.

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

[087] На фиг. 6 лоток 22 и патрубок 26 на нем изображены в разрезе. В особо предпочтительном варианте патрубки 26 сужены таким образом, что диаметр их входа 52 больше, чем диаметр их выхода 54. Конический патрубок 26 представляет собой по существу трубку Вентури, имеющую вертикальный вход 52, по существу перпендикулярный горизонтальной поверхности основания вращаемого лотка 22. При прохождении через сужающийся патрубок 26 жидкость и пар ускоряются, поскольку конический патрубок на входе 52 имеет большее сечение, а на выходе 54 меньшее сечение. Уменьшение сечения от входа к выходу патрубка 26 вызывает увеличение скорости из-за эффекта Вентури. В результате жидкость и пар дополнительно ускоряются и перемешиваются, что приводит к повышению температуры и давления. Это создает дополнительные условия для разделения грязи и пара. Сужающийся патрубок 26 может быть прикреплен к вращаемому лотку 22 любым способом, известным в данной области техники.

- [088] Следует еще раз отметить, что в большей или меньшей степени сужающиеся патрубки 26 распределены по всей площади лотка 22, а их конкретное количество и размеры варьируются в зависимости от условий работы системы 10. Кроме того, угол установки патрубка 26, на фиг. 6 показанный как $\approx 45^\circ$, может варьироваться от лотка к лотку. То есть, за счет увеличения угла установки патрубка, например, от 25° до 31° – 36° на следующем лотке, до 40° – 45° на следующем лотке и т. д. Увеличение угла установки патрубков 26 в лотке 22 компенсирует увеличение давления водяного пара, которое увеличивается при его прохождении через аппарат 12. Увеличение этого угла также может быть использовано для дальнейшего перемешивания и получения водяного пара и повышения его давления, что может быть использовано в паровой турбине, как будет подробно описано ниже.
- [089] 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 соединены с внутренней стенкой аппарата 12 соединителями 60. В качестве соединителей 60 могут быть использованы болты, штифты, стержни или любые другие подходящие крепежные элементы. В альтернативном варианте перегородка 24 выполнена как единая деталь, соединенная либо с верхней секцией 12а, либо с нижней секции 12b аппарата. В случае конструкции в виде двух пластинчатых элементов 56 и 58 предпочтительно, чтобы элементы 56 и 58 сцеплялись друг с другом, образуя единую перегородку 24, когда аппарат 12 закрыт.
- [090] 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 выполнены по всей поверхности перегородки, что показано рядом пунктирных линий. Конкретное количество и размер отверстий 28 могут варьироваться в зависимости от условий работы системы 10.

[091] На фиг. 8 показан вал 36, проходящий через вращаемый лоток 22. В одном из вариантов перед лотком 22 расположен конусообразный направитель 66.

Для отклонения оставшейся воды и пара, которые проходят через центральное
5 отверстие 59 в перегородке 24, для улучшения испарения и повышения
извлечения питьевой воды направителю 66 придан скос, например, под углом
45° от вала 36 к периферии лотка 22.

[092] Как говорилось выше со ссылками на фиг. 3 и фиг. 4, в особо

10 предпочтительном варианте аппарат 12 выполнен в виде двух секций 12a и 12b.
Это позволяет быстро проверять и при необходимости заменять компоненты
аппарата. Предпочтительно, стенка внутренней камеры 14 и любые другие
компоненты, такие как лотки 22, перегородки 24, вал 36 и т. д. обрабатывают
мелонитом или другим уменьшающим трение и устойчивым к коррозии
15 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
20 того, закрытый аппарат 12 должен выдерживать высокие температуры и
давления из-за испарения воды в нем во время работы системы 10.

[093] 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

25 использован двигатель внутреннего сгорания (бензиновый, дизельный, газовый
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
30 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
35 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
- 5 вращения, обеспечиваемой электродвигателем 32 на его валу 70. Разумеется, отношение входной скорости вращения к выходной скорости вращения можно изменять путем изменения относительных скоростей вращения ремней 74 и 76 и соответствующих промежуточных валов 72. Благодаря соединению
- 10 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.
- 15 [094] Как можно видеть на фиг. 1, водяной пар в аппарате 12 направляется через выход 48. 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 установлены на расстоянии друг от друга элементы 82, например, в виде
- 20 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-накопитель 86 для пастеризации и хранения. Если вода и водяной пар в аппарате 12 нагреты до температуры, необходимой для пастеризации, чтобы убить вредные микроорганизмы, личинки дрейссены и другие вредные
- 25 организмы, вода может содержаться в баке-накопителе 86.
- [095] На прилагаемых чертежах с фиг. 15 по фиг. 27 проиллюстрирован другой предпочтительный вариант осуществления системы 10 и аппарата 12 для обработки воды. На фиг. 15 представлена вся система 10, в которой аппарат 12
- 30 имеет цельную конструкцию. В этом варианте аппарат 12 имеет конструкцию, аналогичную описанному ранее варианту, включая такие элементы, как внутренняя камера 14, впускной клапан входа 18, лотки 22, снабженные патрубками 26, перегородки 24, имеющие отверстия 28, выход 46 для грязи и выход 48 для пара. Впускной клапан входа 18 имеет несколько входов,
- 35 предпочтительно не меньше двух, 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, введения жидкости 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 имеющий увеличенный размер выход 46 для грязи. Вал 36, поддерживаемый керамическими подшипниками 38, 40, проходит через центры лотков 22 и перегородок 24.

[096] 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 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.

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

[098] 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 зафиксированы на вале 36 и имеют патрубки 26, установленные на лотках как описано выше. На каждом лотке 22 предпочтительно выполнен конусообразный направитель 66, чтобы отклонять любую текучую среду, протекающую вдоль вала, как описано выше (см. фиг. 8). На фиг. 17 представлен внешний вид аппарата 12 с показанными входами 18, выходами 46, 48 и валом 36. Обычно концы аппарата 12 закрыты и герметизированы во избежание утечек. Здесь они изображены открытыми для пояснения и простоты иллюстрации. На фиг. 18 представлен разрез аппарата 12, показанного на фиг. 17, дополнительно иллюстрирующий внутренние компоненты, такие как лотки 22, перегородки 24, внутренняя втулка 45 и 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 большую скорость вращения по сравнению с лотками 22 меньшего диаметра.

[099] 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 пронизывают 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 5 показаны обращенными в направлении вращения, т. е. к наблюдателю. В нижней части чертежа патрубков 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 10 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.

[100] В особо предпочтительном варианте, когда основной целью системы 10 15 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 20 пара поддерживается на минимальном уровне и почти всегда ниже 212°F (100°C), так что вода не кипит с образованием струйного пара, который труднее конденсировать и превращать в жидкую воду. Увеличение частоты вращения приводит к повышению температуры и давления. Для достижения желаемой температуры частоту вращения можно регулировать.

25 [101] 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 30 как для пастеризации водяного пара, так и для конденсации водяного пара без сложных систем охлаждения или конденсации, которые часто требуют дополнительного электричества и энергии.

[102] В одном из вариантов обработанную загрязненную воду («грязь»), в 35 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.

[103] В одном из вариантов грязь подвергают повторной обработке путем повторной рециркуляции через систему. Это может быть сделано несколько раз, так что количество извлеченной питьевой воды увеличится до 99%. Это можно сделать, направив грязь из выхода 46 в первый бак 92 для обработки рассола / грязи. Затем оставшуюся воду в виде рассола / грязи повторно вводят через вход 18 аппарата 12, и она 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. Оставшуюся грязь затем направляют во второй бак 94 для обработки грязи / рассола. Концентрация грязи / рассола будет намного выше в баке 92 для повторной обработки. По достижении достаточного уровня грязи / рассола в баке 92 для повторной обработки эта грязь проходит через вход 18 и проходит и обрабатывается через систему 10 как описано выше. Извлеченный пар питьевой воды отводят через выход 48, и в баке-пароуловителе 80 он превращается в жидкую воду как описано выше. Полученная грязь / рассол затем может быть помещена в еще один бак для повторной обработки или в бак 88 для сброса рассола. Предполагается, что первый проход морской воды даст от 80% до 90% питьевой воды. Первая повторная обработка даст дополнительное количество питьевой воды, так что общее количество извлеченной питьевой воды составит от 90% до 95%. Второе повторное пропускание рассола через систему может обеспечить до 99% извлечения питьевой воды за счет рециркуляции рассола практически без увеличения удельных затрат. Кроме того, это уменьшает объем рассола, что может способствовать извлечению микроэлементов и/или снижению затрат на их утилизацию.

[104] 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

[105] 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, уменьшать или увеличивать скорость вращения вала 36, чтобы соответственно поддерживать температуру и давление или соответственно снижать или повышать температуру и давление воды и водяного пара. Это может быть сделано, например, чтобы обеспечить соответствие температуры пара температуре пастеризации, необходимой для уничтожения в нем всех вредных и других микроорганизмов. Вместо этого датчика или в дополнение к нему можно использовать датчик для определения скорости вращения вала 36 и/или лотков 22, чтобы убедиться, что система работает правильно и вырабатывает необходимый водяной пар с желаемой температурой и/или давлением. Контроллер может также регулировать количество воды, 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

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

35

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

- 5 [107] 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 струйного 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
- 15 обработки во второй бак 94 для повторной обработки и, в конечном итоге, в бак 88 для сброса рассола, может быть использован контроллер 68, как описано выше. Таким образом, когда первый бак 92 для повторной обработки рассола достигает заданного уровня, поток текучей среды из питающего бака 16 перекрывается, и вместо этого в аппарат 12 подается текучая среда из первого
- 20 бака 92 для повторной обработки рассола. Затем полученная в результате обработки содержащая остаточную воду грязь направляется во второй бак 94 для повторной обработки, пока не будет достигнут заданный уровень. Затем жидкость из второго бака 94 для повторной обработки через систему 10 и аппарат 12 направляется, например, в бак 88 для сброса рассола. Рассол в
- 25 первом резервуаре 92 для повторной обработки может составлять примерно 20% от исходной загрязненной воды и включает бóльшую часть растворенных твердых веществ. Оставшийся рассол, который в конечном итоге направляется в бак 88 для сброса рассола, может составлять по объему только 1% от загрязненной воды, первоначально введенной в систему 10 через питающий
- 30 бак 16. Таким образом, 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.

[108] Контроллер 68 можно использовать для управления частотно-регулируемым приводом 30 путем 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, введенная в состав системы 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 электрогенератором 102, обеспечивающим экономичное производство электроэнергии. Как можно видеть на фиг. 12А, турбина 100 может быть отключена, если вал 36 аппарата 12 приспособлен вращать генератор 102 напрямую или через трансмиссию. В этом случае под действием водяного пара в качестве паровой турбины работают задние ступени лотков и перегородок внутри аппарата 12.

[109] При использовании турбины пар можно нагреть до температуры выше 600°F ($\approx 315,6^{\circ}\text{C}$) и придать ему давление выше 1600 фунтов силы на квадратный дюйм (psi) (≈ 11 МПа; для перевода использовано соотношение 1 psi = 6894,76 Па), чего достаточно для приведения в действие паровой турбины 100. Помимо увеличенной скорости лотков образованию 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 струйного пара и увеличению его напора, обеспечивающего приведение в действие турбины 100. На фиг. 13 и фиг. 14 проиллюстрирован вариант, в котором на конце аппарата 12 выполнен выход 104 для 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, конденсаторы, холодильное оборудование и т. д. для охлаждения пара с целью его конденсации.

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

[111] 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
10 пар направляется через выход 48 непосредственно в бак-пароуловитель, а при необходимости систему форсируют для создания струйного 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
15 10 можно настроить на выработку струйного пара и электроэнергии.

[112] 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 мобильной
20 конструкции 42. Вся система 10 может быть спроектирована таким образом, чтобы поместиться в сорокафутовый (длиной $\approx 12,2$ 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
25 среды, транспортировки и хранения. Различные резервуары, в том числе питающий бак, бак-пароуловитель, переносный бак-хранилище для воды и баки для переработки или сброса грязи / рассола, при необходимости могут быть помещены в контейнер или транспортированы отдельно и подключены ко входам и выходам. Таким образом, всю систему 10 можно легко
30 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 высокому уровню мобильности и быстрому разворачиванию и запуску системы
35 10.

[113] На фиг. 29 схематично показаны процессы, происходящие в различных точках, а именно в субкамерах по всему аппарату 12. На этом чертеже можно видеть, что внутренняя камера 14 аппарата 12 фактически разделена на ряд субкамер. Аппарат 12 содержит пять субкамер, которые выполняют функции осевого насоса, осевого компрессора, центробежного компрессора, незажигаемой газовой турбины и/или гидравлической / водяной турбины. При работе система 10 способна испарять воду посредством механического процесса, тем самым обеспечивая эффективное и действенное опреснение, очистку и испарение различных содержащих примеси текучих сред. Перед поступлением в аппарат 12 текучая среда может пройти стадию 120 предварительной обработки, при которой текучая среда проходит через 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 субкамеру 122, которая воздействует на текучую среду подобно осевому насосу, как только система 10 достигает своей рабочей частоты вращения. Внешний пусковой насос (не показан) может быть отключен, так что система 10 всасывает подлежащую очистке воду через вход, т. е. приемная субкамера работает как осевой насос уже без пускового насоса. Значительное снижение давления в приемной субкамере вызывает вакуумную дистилляцию или испарение при температурах ниже 212°F (100°C). После приемной субкамеры 122 текучая среда попадает на первый лоток 22, поступая в первую субкамеру 124. За счет комбинированного действия вращающегося лотка 22 и следующей за ним перегородки 24 эта первая субкамера действует и как центробежный, и как осевой компрессор. В первой субкамере 124 большой процент всасываемой воды при ударе о вращающийся с высокой скоростью лоток 22 испаряется за счет кавитации. Внутри первой субкамеры 124 и каждой последующей субкамеры происходит сжатие центробежного потока. Это сжатие центробежного потока отбрасывает неиспарившиеся растворенные вещества и по меньшей мере часть жидкости к внешней стенке субкамеры 124. Это отделяет растворенные вещества и большую часть оставшейся жидкости от пара. Сжатие осевого потока также имеет место в первой субкамере 124 и каждой последующей субкамере. Это сжатие осевого потока сжимает пар и

жидкость, что также увеличивает давление и температуру в субкамере. Вторая субкамера 126 и третья субкамера 128 функционируют одинаково, объединяя действие центробежного компрессора и осевого компрессора первой субкамеры 124.

5

[114] К тому времени, когда текучая среда достигает четвертой субкамеры 130, она подвергается сжатию центробежного и осевого потоков, так что природа текучей среды и ее потока через аппарат 12 изменяется. В четвертой субкамере текучая среда ведет себя так, как если бы она проходила через незажигаемую газовую турбину или гидравлическую / водяную турбину, вызывая вращение вала 36. Пятая субкамера 132 углубляет этот процесс незажигаемой газовой турбины или гидравлической / водяной турбины. Турбинные процессы четвертой и пятой субкамер 130, 132 обеспечивают определенную силу для приведения во вращение вала 36, так что без ущерба для работы системы 10 можно снизить мощность двигателя 32. На выходе из пятой субкамеры 132 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 внутренней камеры 14 к выходу 48. По достижении равновесной работы турбинное действие четвертой и пятой субкамер 130, 132 позволяют продолжать работу системы 10 с уменьшенным потреблением энергии (на целых 25%) по сравнению с фазой запуска.

10

15

20

25

[115] За пятой субкамерой 132 следует выпускная субкамера 134, которая больше, чем любая из предыдущих субкамер, содержит два выхода 46, 48. Ее значительно больший объем приводит к резкому понижению давления и отделению от пара растворенных в оставшейся неиспаренной воде твердых веществ.

30

[116] В отношении размеров аппарата 12 предпочтительно решение, при котором субкамеры 124 –132 занимают примерно половину его общей длины. Выпускная субкамера 134 занимает около одной трети общей длины аппарата. Остальную часть его длины, примерно одну шестую от общей длины, занимает приемная субкамера 122. Субкамеры 124 –132 являются компрессорными примерно на три пятых и турбинными примерно на две пятых. Когда жидкость выходит из последней субкамеры 132, она достигает примерно 80%-ного

35

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

[117] На фиг. 33 и фиг. 34 проиллюстрирован вариант системы 10, в котором
5 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
10 верх 156 резервуара 154 по меньшей мере частично находится над средним уровнем воды в водоеме 150. Система 10 может функционировать с открытым верхом 156 на резервуаре 154, как показано на фиг. 33, но в предпочтительном варианте резервуар имеет открытые борта 156 на сторонах резервуара 154, обращенных к морю и берегу, чтобы использовать как набегающие, так и
отступающие волны приливов и отливов. Чтобы эта система работала, уровень
15 воды в водоеме 150 должен изменяться в достаточной степени, чтобы позволить части воды 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
20 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,
25 расположенными над сетками 158. Эти жалюзи можно открывать или закрывать, чтобы контролировать количество воды и/или песка, попадающих в резервуар 154.

[118] Внутри резервуара 154 находится улавливающая воронка 160 или
30 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
35 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, обращенной к набегаящим волнам или приливам, открытые борта 156

5 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 среднего 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.

10

[119] 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

15

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,

20

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

25

описано.

[120] 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

30

система 10 имеет конденсатор 174, расположенный на первом расстоянии 176 над аппаратом 12. Паропровод 178 направляет водяной пар от выхода 48 к конденсатору 174. Водяной пар легче воздуха и поднимается кверху сам, поэтому нет необходимости в механических средствах для подъема водяного пара через первое расстояние 176 к конденсатору 174. Предпочтительно,

35

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 178a до входа 180 конденсатора 174 проходит горизонтальный участок 178b паропровода 178. Этот практически

5 горизонтальный участок 178b может иметь небольшой наклон от конца вертикального участка 178a к входу 180 конденсатора 174. Это предусмотрено на тот случай, чтобы конденсат, если он появится в паропроводе 178, стекал по наклону этого участка 178b в конденсатор 174. Паропровод 178 и все его участки предпочтительно изолированы, чтобы предотвратить преждевременную

10 потерю тепла и свести к минимуму возникновение конденсата во время подъема к конденсатору.

[121] На фиг. 35A показан конденсатор 174, имеющий в целом ромбовидную форму, но понятно, что он может иметь другие формы, известные

15 специалистам. конденсатор предназначен для полной конденсации пара, производимого системой 10. Для облегчения конденсации пара конденсатор снабжен необходимыми деталями, известными специалистам. По мере того как пар конденсируется, конденсат через выход 182 поступает в бак 184 для сбора конденсата.

20 [122] Бак 184 предпочтительно расположен на втором расстоянии 186 над гидроэлектрическим генератором 188. Как только в баке 184 накапливается достаточное количество конденсата, последний выпускается через выход 190 на этом баке 184. Под действием силы тяжести конденсат падает в

25 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, электрическом конденсаторе или подобных

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

[123] 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

5 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

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

15

[124] 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

20 выходом 198 и рециркуляционным выходом 200. Первая порция рассола в баке 194 подается к рециркуляционному выходу 200, откуда по рециркуляционной трубе 202 направляется обратно на вход 18 системы 10 для повторной обработки. Таким образом рассол перерабатывается для извлечения дополнительного количества пара из обрабатываемой текучей среды.

25

[Пункт 125] Вторая часть рассола в баке 194 направляется к выходу 198 для хранения в бак-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

30 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

35 212 теплообменника 210. Накопленный рассол из бака 204 проходит через

теплообменник 210, и остаточная вода высушивается за счет тепла водяного пара.

[126] Затем высушенный рассол транспортируется в бак-хранилище 216 для
5 высушенного рассола для последующего использования или обработки. Такой
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
10 высушенного рассола для продажи или дальнейшей обработки.

[127] 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
15 графический дисплей 220 с сенсорным экраном. Графический дисплей 220
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
20 схематическое графическое изображение системы 10 с отображением
различных ее компонентов. Система управления 218 и графический дисплей
220, описанные здесь, являются обновленной версией таковых,
проиллюстрированных на фиг. 28. Графический дисплей 220 по краям снабжен
индикаторами 238, которые указывают мощность, активность процессора и
25 режимы работы, соответствующие текучей среде, обрабатываемой в системе
10, т. е. (1) солоноватой воде, (2) морской воде, (3) пластовой воде или (4) воде
для пастеризации.

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

[129] Набор датчиков 222 включает датчики температуры и давления 224,
35 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 226c, 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, 32a. Датчики

5 вращения 228 измеряют частоту вращения, крутящий момент, мощность, время работы и общее число оборотов. Кроме того, совокупность датчиков 222 может также включать датчики 230 подшипников, связанные с подшипниками 38, 40 на

обоих концах вала 36. Датчики 230 подшипников измеряют температуру и расход смазочного материала, проходящего через подшипники 38, 40, а также

10 вибрации вала 36. Кроме того, совокупность датчиков 222 может также включать датчики расхода 232, связанные со входом 18 для текучей среды и выходом 46 для рассола. Датчики расхода 232 определяют открытое или

закрытое состояние клапана на входе 18, расход текучей среды на входе 18 и расход рассола на выходе 46, а также общий расход на входе 18 и выходе 46.

15 [130] Графический дисплей 220 имеет несколько режимов отображения. Главный экран показан на фиг. 38, он отображает значения, измеренные датчиками 222, на схематичном изображении системы 10. Графический экран, показанный на фиг. 39, отображает значения, измеренные датчиками

20 температуры и давления 224, в формате гистограммы 234, представляющей ориентацию рабочих ступеней 226. На графическом экране отображаются также численные значения, измеренные датчиками вращения 228, датчиками 230 подшипников, и датчиками расхода 232. Экран трендов, показанный на фиг. 40, отображает линейный график 236 значений, измеренных датчиками

25 температуры и давления 224, в зависимости от времени. На этом линейном графике каждая рабочая ступень 226, связанная с одним из датчиков температуры и давления 224, изображена отдельной линией. Линейные графики могут отображать текущие рабочие условия или могут быть

использованы для просмотра исторических данных о температуре и давлении.

30 Экран трендов может также отображать данные, измеренные другими датчиками, включая по меньшей мере частоту вращения от датчиков вращения 228. Экран 220 также имеет функцию захвата изображения графического дисплея, а также может регулировать включение или выключение регистрации данных.

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

- 5 [132] 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
10 воды 252 сначала проходят через сетчатый фильтр 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.
- 15 [133] После сетчатого фильтра 254 сточные воды 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
20 аналогичные твердые или полутвердые примеси. Легкая фракция обычно представляет собой масла или подобные более легкие примеси. Сточные воды, отводимые из выхода 258 промежуточной фракции 256b, направляются на дальнейшую обработку. Бак 256 имеет также выход для тяжелой фракции 258a и выход для легкой фракции 258c, благодаря чему обе эти фракции при
25 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.
- 30 [134] 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
35 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 46а обратно через испаритель-опреснитель 10 для дальнейшей очистки. Вместо рециркуляции

5 поток грязи из выхода 46 может быть обработан вторым блоком испарителя-опреснителя 10, установленным последовательно с первым блоком.

[135] Использование испарителя-опреснителя 10 позволяет отказаться от традиционных систем фильтрации и химической обработки, используемых при

10 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.

15 [136] 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-

20 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

25 регенерации очищенной воды.

[137] 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

30 такой испаритель-опреснитель 10 очистит примерно 75% оставшегося загрязненного потока. В результате комбинированной обработки получается более 90% очищенной воды из исходных сточных вод.

[138] На чертежах с фиг. 43 по фиг. 45 проиллюстрированы варианты

35 осуществления предлагаемых системы и способа очистки и/или очистки

сточных вод. В частности, на фиг. 43 изображена блок-схема системы 280 для очистки потока сточных вод, содержащих биологические отходы, такие сточные воды образуются на скотобойне или аналогичном предприятии. Система 280 содержит исходные сточные воды 282, которые подаются на вход 284а

5 сетчатого фильтра 284. Как описывалось выше, сетчатый фильтр 284 приспособлен для задержания более крупных загрязняющих материалов, которые обычно легче удалить. В контексте очистки сточных вод бойни сетчатый фильтр 284 может удалять куски ткани или другие твердые биологические вещества.

10

[139] Выход 286 сетчатого фильтра 284 ведет в блок очистки 10, который выполнен как испаритель-опреснитель 10, описанный выше. Блок очистки 10 предназначен для испарения жидкой фазы исходных сточных вод 282 путем пропускания их через серию чередующихся вращаемых лотков 22 и

15

неподвижных перегородок 24. Испаренная часть исходных сточных вод 282 выходит из блока очистки 10 через выход 48 для пара. Неиспарившаяся жидкость и оставшаяся твердая фаза исходных сточных вод 282 выходят из блока очистки 10 через выход 46 для грязи в выходной поток грязи 260. Пар из выхода 48 и выходной поток грязи 260 могут быть подвергнуты дальнейшей

20 обработке, как описывалось выше в связи с другими вариантами осуществления изобретения.

25

[140] В этом варианте вал 36 блока очистки 10 выходит из одного конца аппарата 12 на длину, достаточную для его функционального соединения с электрогенератором 288. В рассматриваемом варианте вращение вала 36 преобразуется генератором 288 в электричество, которое, как показано на

фиг. 45, может использоваться для питания электронных схем 294 в системе 280. К таким схемам 294 могут относиться чувствительные элементы, датчики температуры, датчики давления, датчики вибрации, системы смазки, датчики

30 расхода, компьютеры и т. д. Кроме того, электричество от генератора 288 можно использовать для питания электронных средств управления 296 в системе 280. К таким средствам управления 296 могут относиться насосы, клапаны, двигатели и т. д.

[141] Для работы электронных схем 294 и средств управления 296 этот электрогенератор 288 особенно выгоден, так как позволяет обойтись без значительной подачи электричества от внешнего источника. Как описано выше, блок очистки 10 может быть запущен путем первоначального вращения вала 36 с помощью пускового двигателя 32, который может быть бензиновым или электрическим. Пусковой двигатель 32 предназначен для использования только в начале, чтобы придать начальное вращение валу 36. По мере того, как блок очистки 10 выходит на режим полной рабочей скорости, вал 36 переходит в стадию собственного вращения за счет потока сточных вод, протекающих через блок очистки 10. Это собственное вращение вала 36 обеспечивает выработку электроэнергии, которую можно использовать, как описано выше.

[142] На фиг. 44 проиллюстрирован альтернативный вариант осуществления системы 280, проиллюстрированной на фиг. 43, в частности, введены первый сетчатый фильтр 284 и второй сетчатый фильтр 285, установленные параллельно. Таким образом, исходные сточные воды 282 могут проходить через один из сетчатых фильтров 284, 285, пока другой чистят, чем обеспечивается практически непрерывная работа системы 280. В частности, исходные сточные воды 282 подаются во вход 290а имеющего два выхода 290b, 290с клапана-переключателя 290, который направляет исходные сточные воды 282 от входа 290а к тому или другому, но не к обоим выходам 290b, 290с. Выход 290b соединен напрямую со входом 284а первого сетчатого фильтра 284. Выход 290с соединен напрямую со входом 285а второго сетчатого фильтра 285.

[143] Выходы 284b, 285b сетчатых фильтров 284, 285 сообщены с гидрораспределителем 292, который снабжен односторонним обратным клапаном 292а. Выходы 284b, 285b соединены с отдельными входами обратного клапана 292а. Обратный клапан 292а обеспечивает поступление потоков 284b, 285b на выходе одного из сетчатых фильтров 284, 285 в гидрораспределитель 292 без обратного течения в другой из сетчатых фильтров 284, 285. Выход 286 гидрораспределителя 292 фактически является выходом 286 сетчатых фильтров 284, 285, сообщенным со входом блока очистки 10.

[144] Таким образом, использование двух сетчатых фильтров 284, 285 с клапаном-переключателем 290 и гидрораспределителем 292 позволяет

5 работать одному из сетчатых фильтров 284, 285, пока другой чистят. Такое выполнение клапана-переключателя 290 и гидрораспределителя 292 предотвращает попадание потока сточных вод в тот сетчатый фильтр 284, 285, который в данный момент чистят. Такое решение максимально увеличивает время работы системы 280, облегчая очистку фильтрующих элементов в сетчатых фильтрах 284, 285.

10 [145] Выше в иллюстративных целях были подробно описаны некоторые 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 биологически загрязненных сточных вод, содержащая

- источник биологически загрязненных сточных вод, сообщенный с входом первого сетчатого фильтра для сточных вод, производящего на выходе поток отфильтрованных сточных вод,

- блок очистки, содержащий практически горизонтальный удлиненный технологический аппарат, снабженный расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, установленными вертикально вдоль удлиненного аппарата между его первым концом вблизи входа для сточных вод, и его вторым концом вблизи выхода для грязи и выхода для пара,

причем блок очистки имеет вращаемый вал, установленный вдоль удлиненного аппарата от его первого конца к его второму концу, при этом вращаемый вал проходит через неподвижные перегородки, и на нем зафиксированы вращаемые лотки, и

при этом вход для сточных вод на блоке очистки сообщен с выходом первого сетчатого фильтра для сточных вод, и блок очистки выполнен с возможностью разделять поток отфильтрованных сточных вод на поток грязи, направляемый к выходу для грязи и поток пара, направляемый к выходу для пара.

2. Система по п. 1, дополнительно содержащая второй сетчатый фильтр для сточных вод, установленный параллельно первому сетчатому фильтру для сточных вод и имеющий вход, сообщенный с источником биологически загрязненных сточных вод, и выход, сообщенный со входом для сточных вод в блоке очистки.

3. Система по п. 2, дополнительно содержащая клапан-переключатель, имеющий впускную сторону и выпускную сторону, при этом впускная сторона сообщена с источником биологически загрязненных сточных вод, а выпускная сторона сообщена со входом первого сетчатого фильтра для сточных вод и входом второго сетчатого фильтра для сточных вод.

4. Система по п. 3, в которой выпускная сторона клапана-переключателя выполнена с возможностью по выбору переключать поток биологически загрязненных сточных вод между первым сетчатым фильтром для сточных вод и вторым сетчатым фильтром для сточных вод.

5. Система по п. 2, отличающаяся тем, что выход первого сетчатого фильтра для сточных вод и выход второго сетчатого фильтра для сточных вод сообщены с трубой гидрораспределителя, содержащей односторонний обратный клапан, при этом труба гидрораспределителя сообщена со входом для сточных вод на блоке очистки.

6. Система по п. 1, дополнительно содержащая электрогенератор, функционально соединенный с вращаемым валом в блоке очистки.

7. Система по п. 6, в которой электрогенератор выполнен с возможностью обеспечивать электроэнергией электронные цепи и электронные средства управления в системе.

8. Система по п. 6, в которой к электронным схемам относятся чувствительные элементы, датчики температуры, датчики давления, датчики вибрации, системы смазки, датчики расхода и компьютеры.

9. Система по п. 6, в которой к электронным средствам управления относятся насосы, клапаны и двигатели.

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

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

12. Способ очистки сточных вод, включающий следующие стадии:

- сетчатая фильтрация исходных сточных вод с получением отфильтрованного потока сточных вод,

проведение потока отфильтрованных сточных вод в блок очистки, имеющий вращаемый вал, проходящий от первого конца удлиненного технологического аппарата до его второго конца, и чередующиеся вращаемые лотки и неподвижные перегородки, установленные вертикально на расстоянии друг от друга в удлиненном корпусе аппарата между его первым и вторым концами, при этом вращаемый вал проходит через неподвижные перегородки, и на нем зафиксированы вращаемые лотки,

обработка потока отфильтрованных сточных вод путем пропускания их через блок очистки, при этом блок очистки выполнен с возможностью разделять поток отфильтрованных сточных вод на поток грязи и поток обеззараженного пара,

проведение потока грязи в бак-хранилище для грязи для ее дальнейшей обработки,

проведение потока обеззараженного пара к выходу для пара для его дальнейшей обработки, и

выработка электроэнергии с использованием электрогенератора, соединенного с частью вращаемого вала, выступающей из удлиненного аппарата.

13. Способ по п. 12, дополнительно включающий стадию рециркуляции части потока грязи через блок очистки.

14. Способ по п. 13, в котором по меньшей мере 75% потока грязи рециркулируют через блок очистки.

15. Способ по п. 12, в котором стадия сетчатой фильтрации исходных сточных вод включает следующие подстадии:

- обеспечение наличия первого сетчатого фильтра и второго сетчатого фильтра, установленных параллельно,
- соединение клапана-переключателя как со входом первого сетчатого фильтра, так и со входом второго сетчатого фильтра,
- соединение выходов первого сетчатого фильтра и второго сетчатого фильтра с гидрораспределителем,
- соединение гидрораспределителя с блоком очистки и

- перекачивание исходных сточных вод через клапан-переключатель и один из сетчатых фильтров.

16. Способ по п. 15, в котором гидрораспределитель имеет односторонний обратный клапан, выполненный с возможностью по выбору пропускать отфильтрованные сточные воды из одного из сетчатых фильтров в блок очистки.

17. Способ по п. 15, в котором клапан-переключатель по выбору устанавливают для проведения исходных сточных вод в один из сетчатых фильтров.

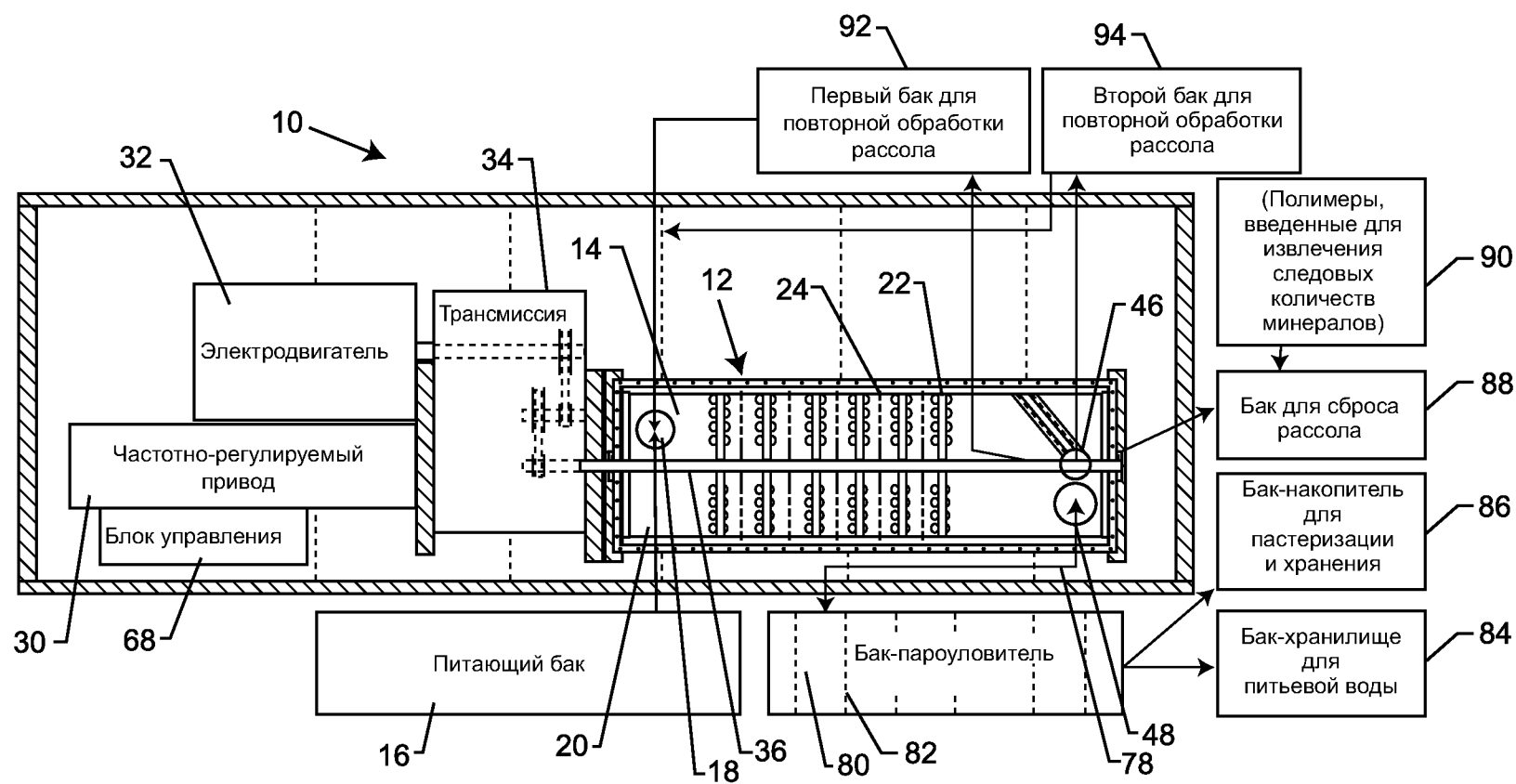
18. Способ по п. 17, дополнительно включающий чистку одного из сетчатых фильтров, когда клапан-переключатель направляет исходные сточные воды к другому сетчатому фильтру.

19. Способ по п. 12, в котором расположенные на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемые лотки и неподвижные перегородки выполнены следующим образом:

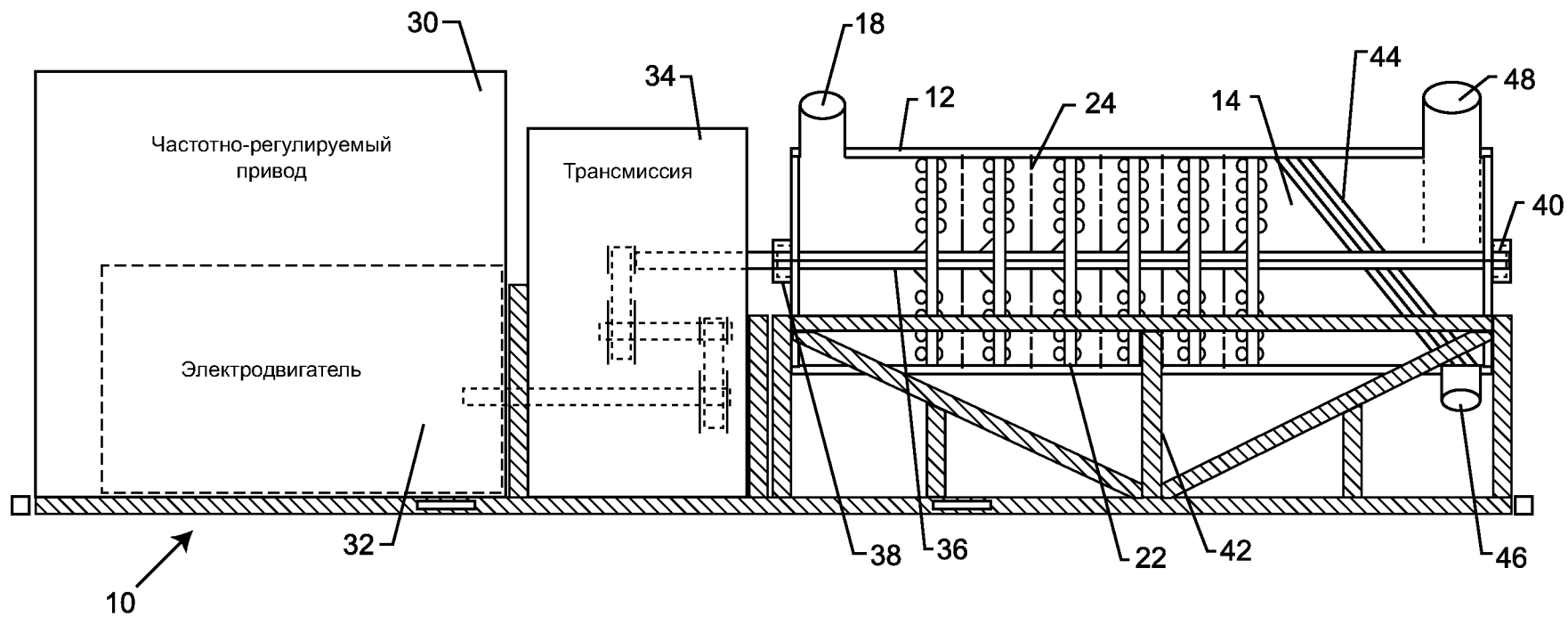
- каждый из вращаемых лотков снабжен патрубками, каждый из которых имеет вход первого диаметра и выход второго диаметра, меньшего чем первый диаметр, и

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

20. Способ по п. 12, дополнительно включающий внутреннюю втулку, установленную в удлиненном технологическом аппарате за расположенными на расстоянии друг от друга с чередованием вращаемыми лотками и неподвижными перегородками, при этом внутренняя втулка образует кольцевой проход к выходу для грязи.



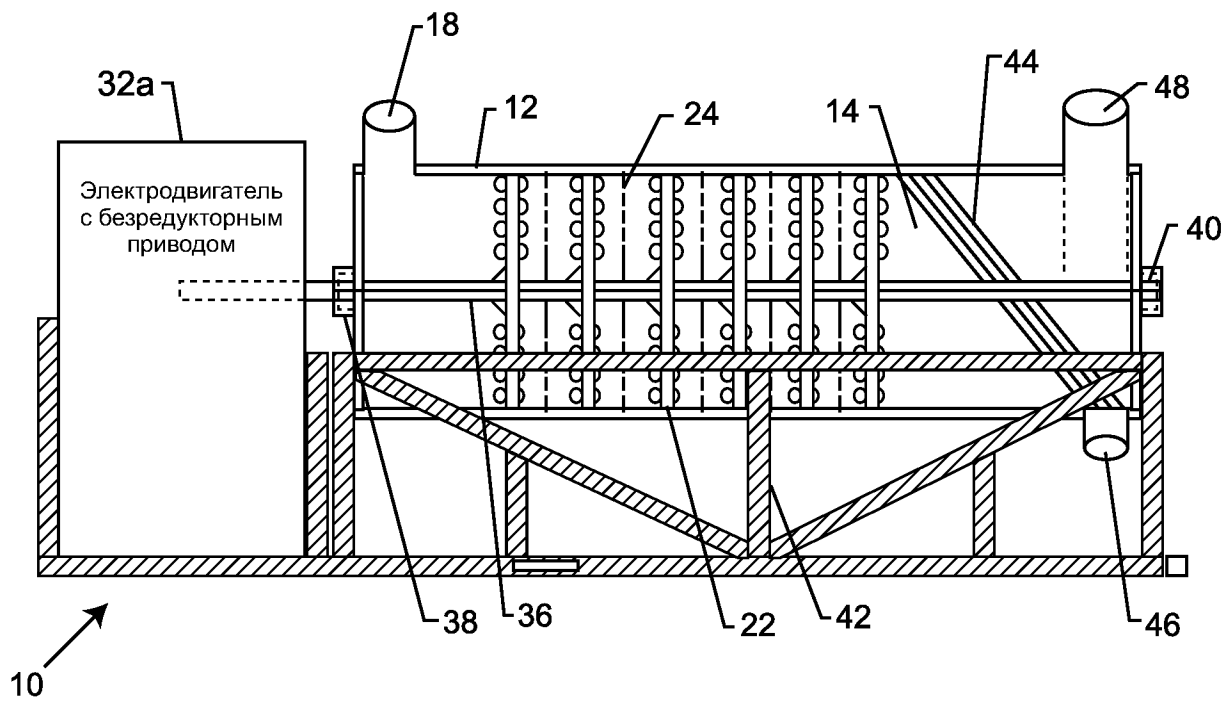
Фиг. 1



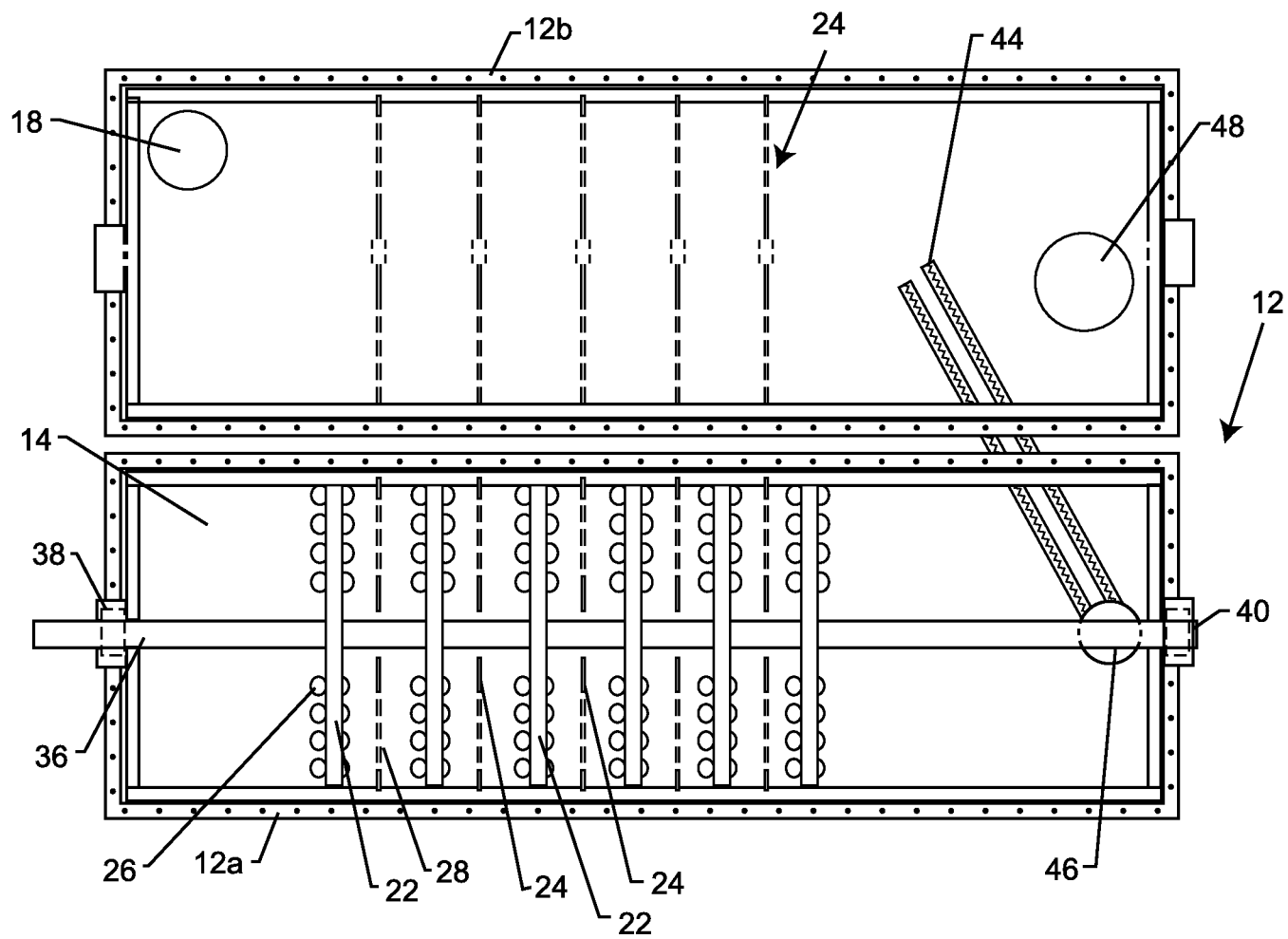
Фиг. 2

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

3/32

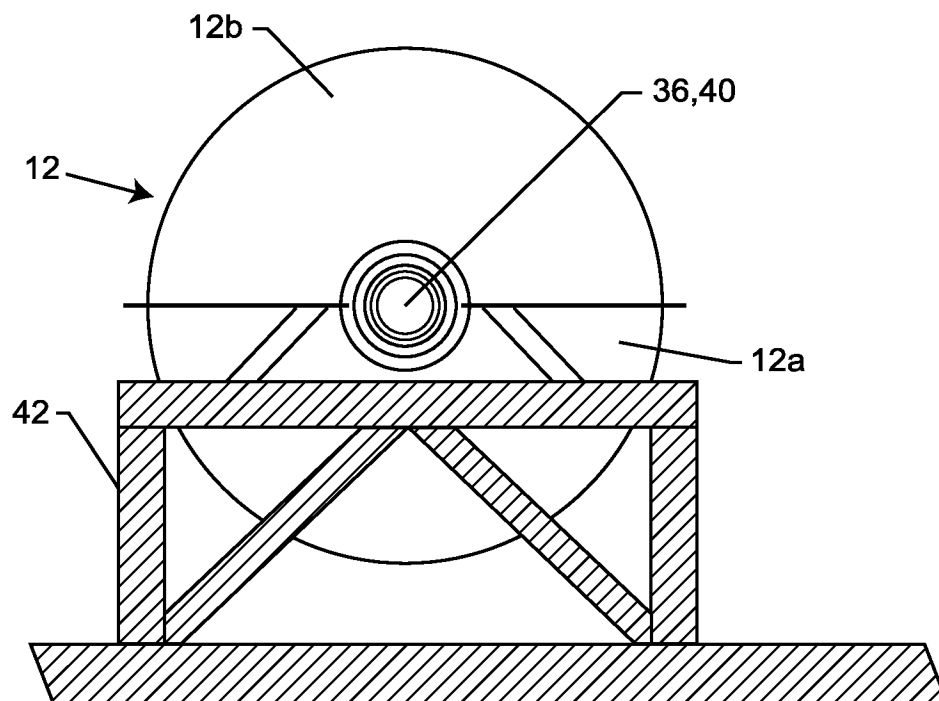


Фиг. 2а

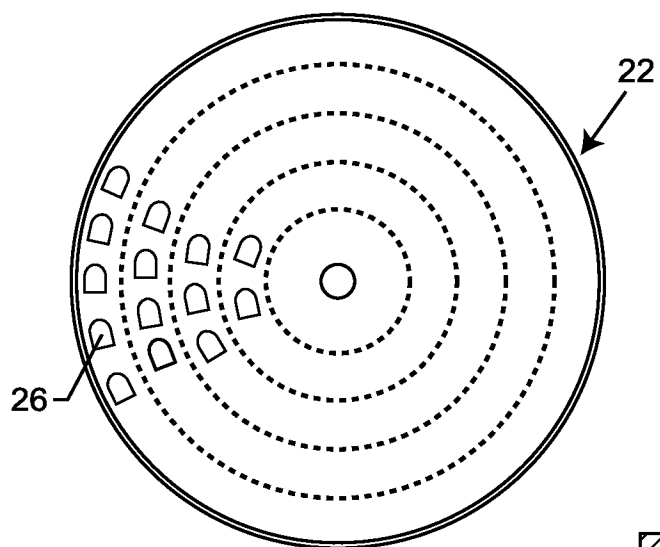


Фиг. 3

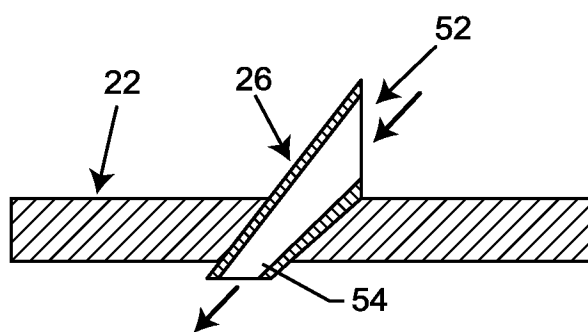
5/32



Фиг. 4



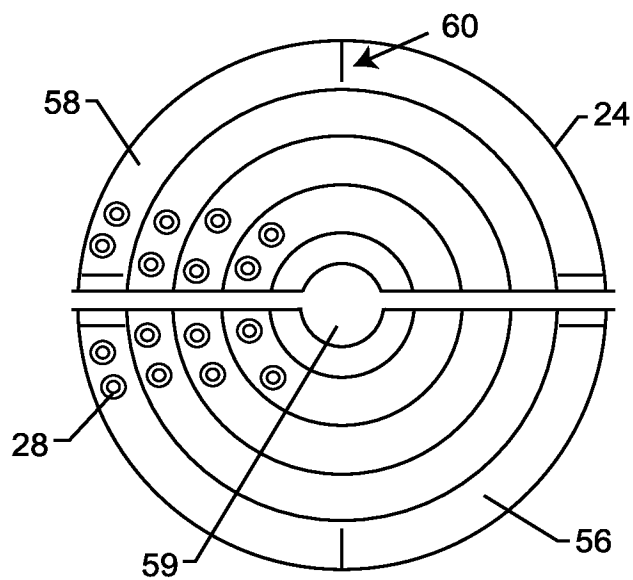
Фиг. 5



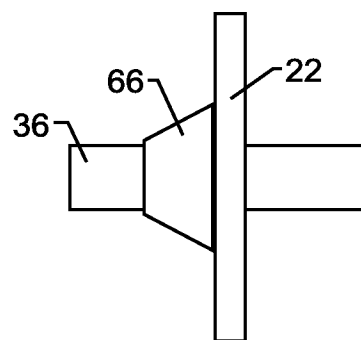
Фиг. 6

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

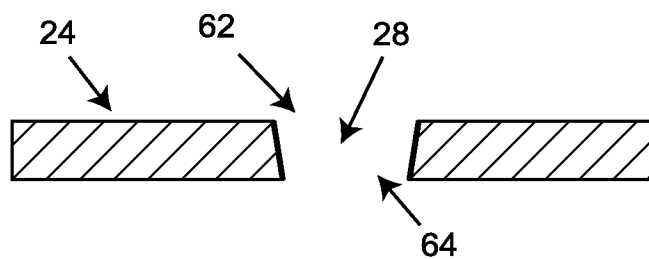
6/32



Фиг. 7



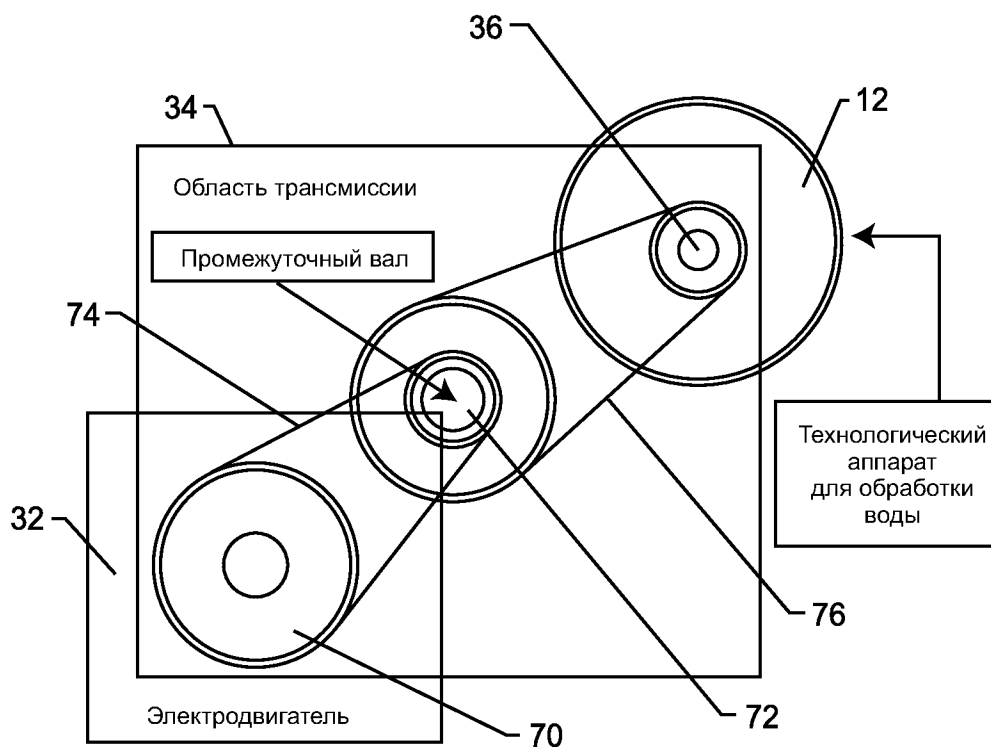
Фиг. 8



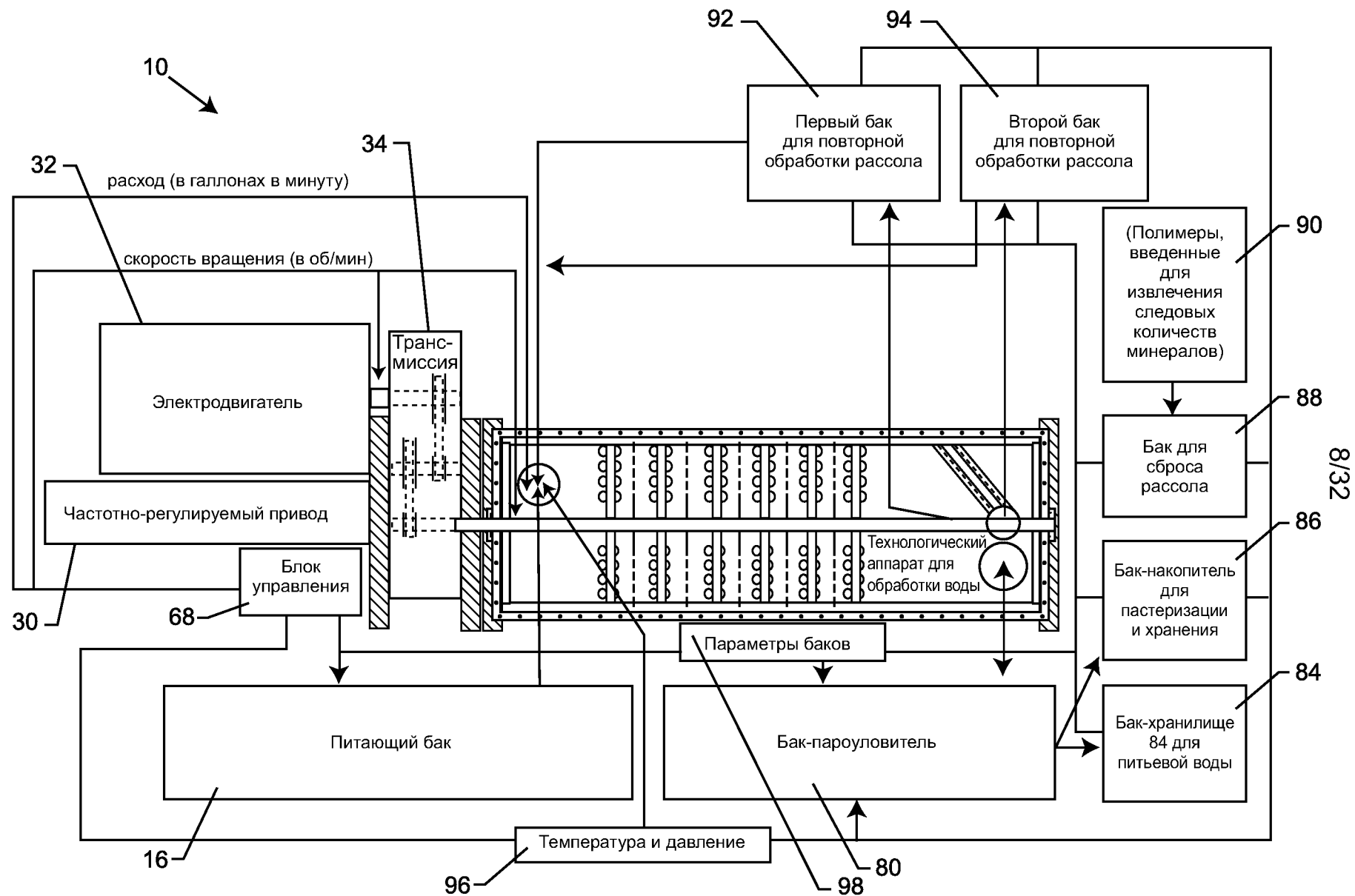
Фиг. 9

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

7/32

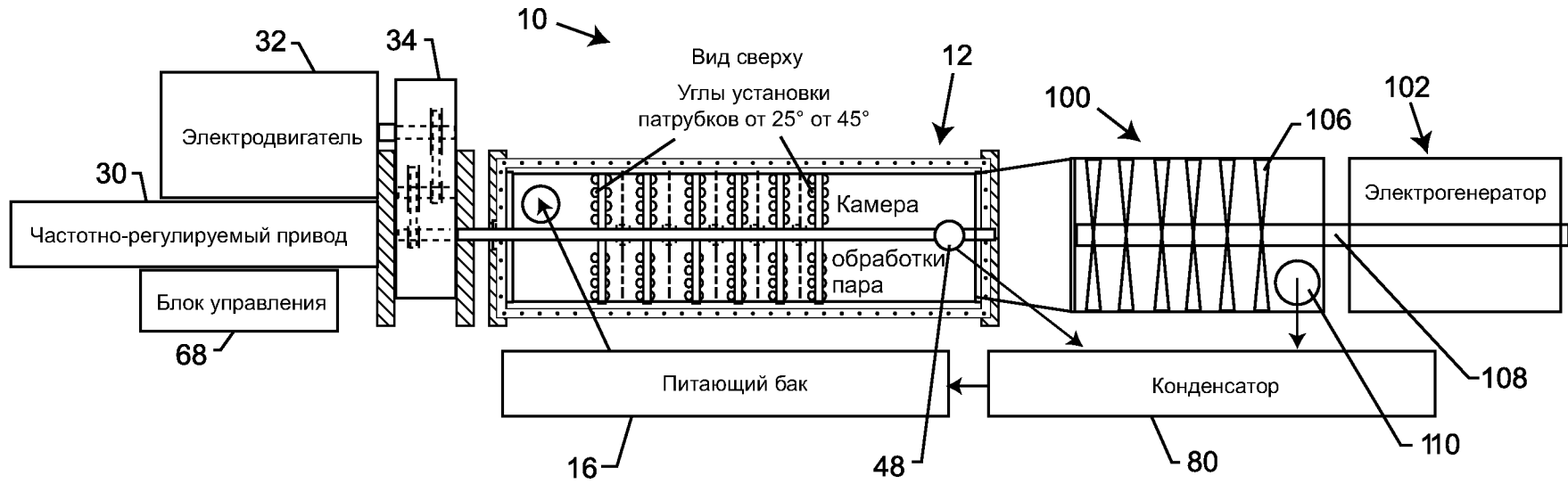


Фиг. 10

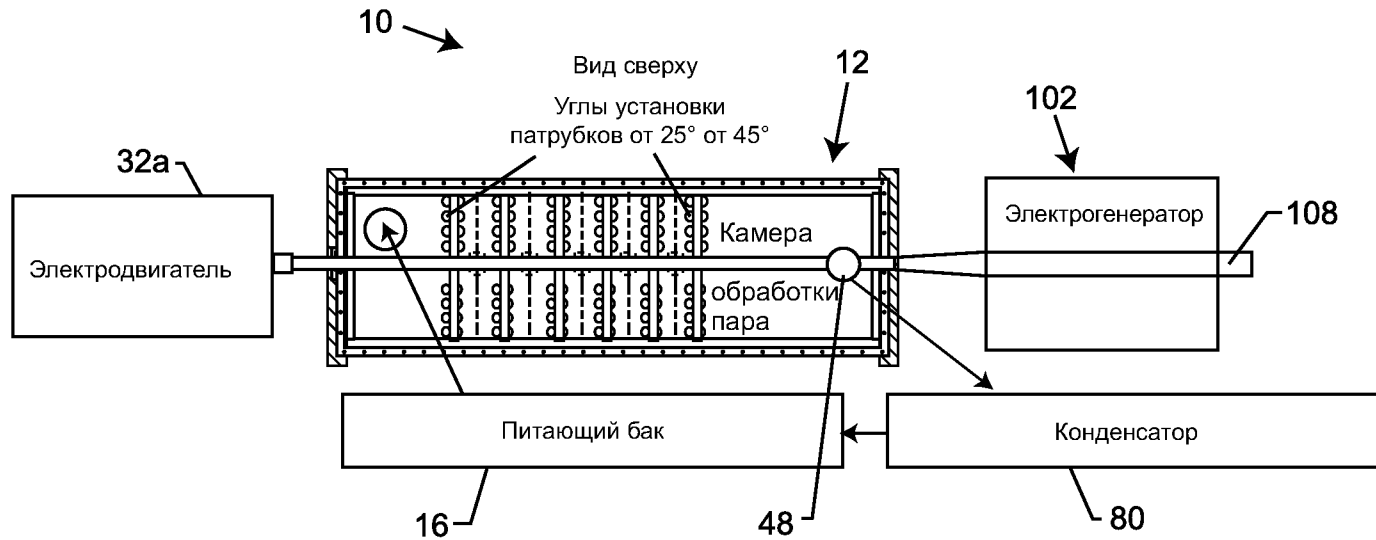


Фиг. 11

Система обработки биологически загрязненных сточных вод и способ очистки сточных вод



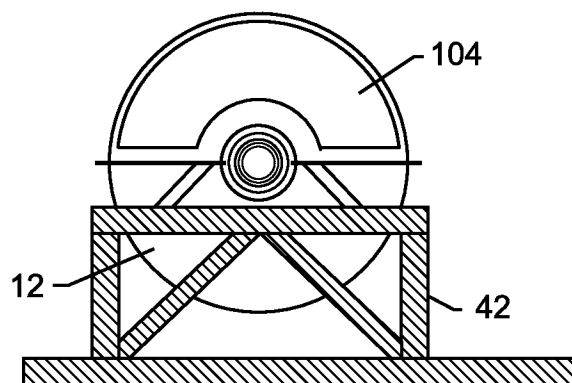
Фиг. 12



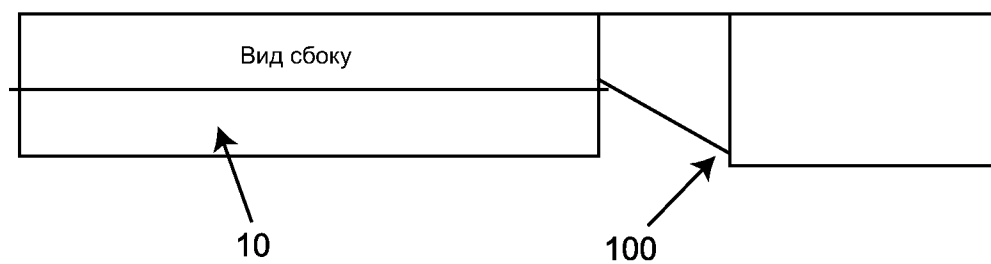
Фиг. 12a

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

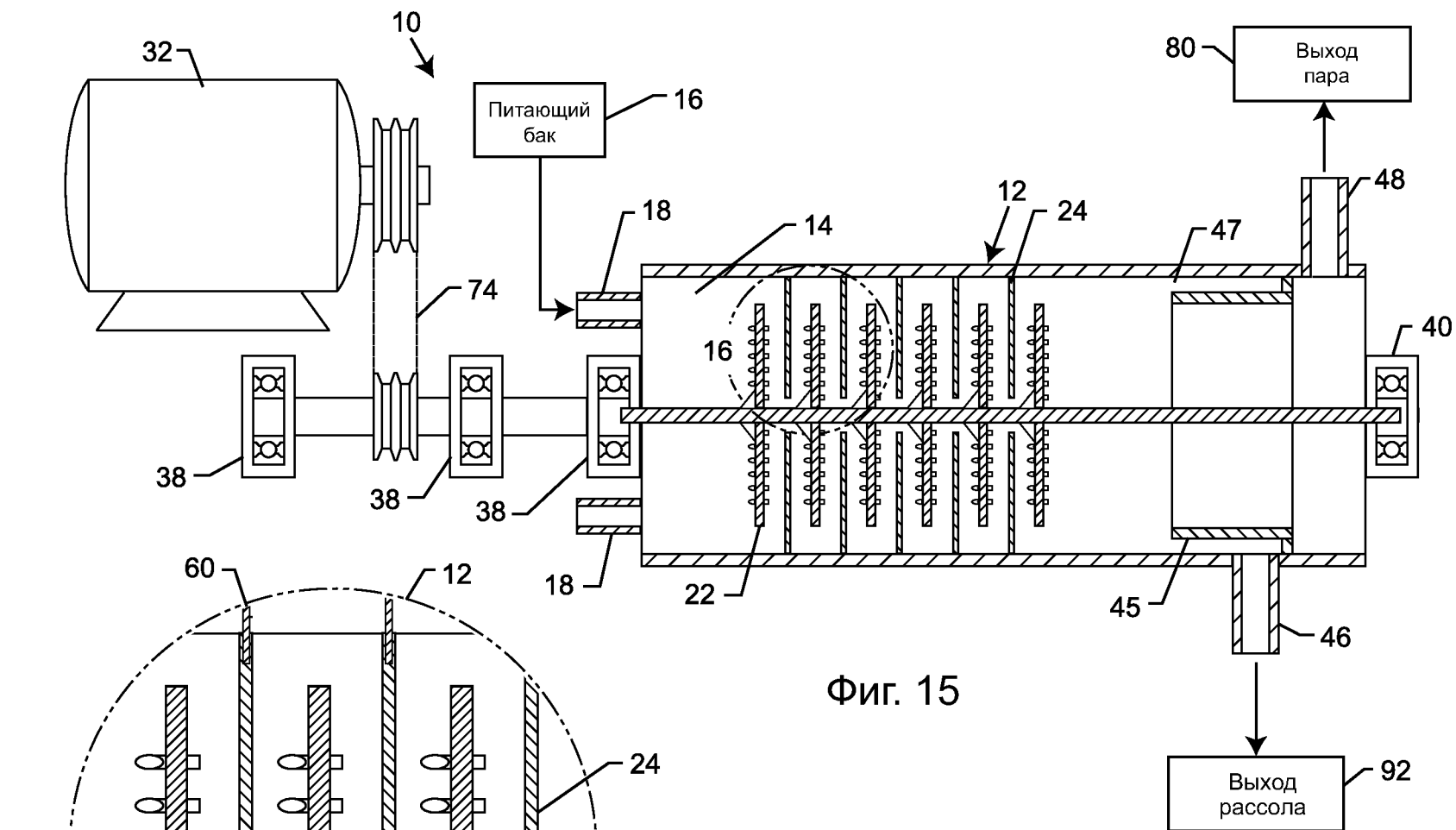
10/32



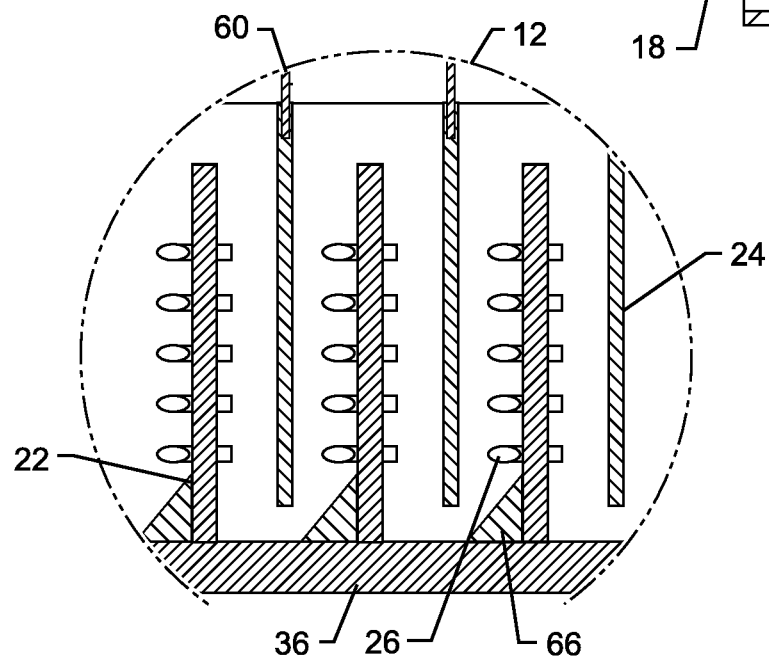
Фиг. 13



Фиг. 14



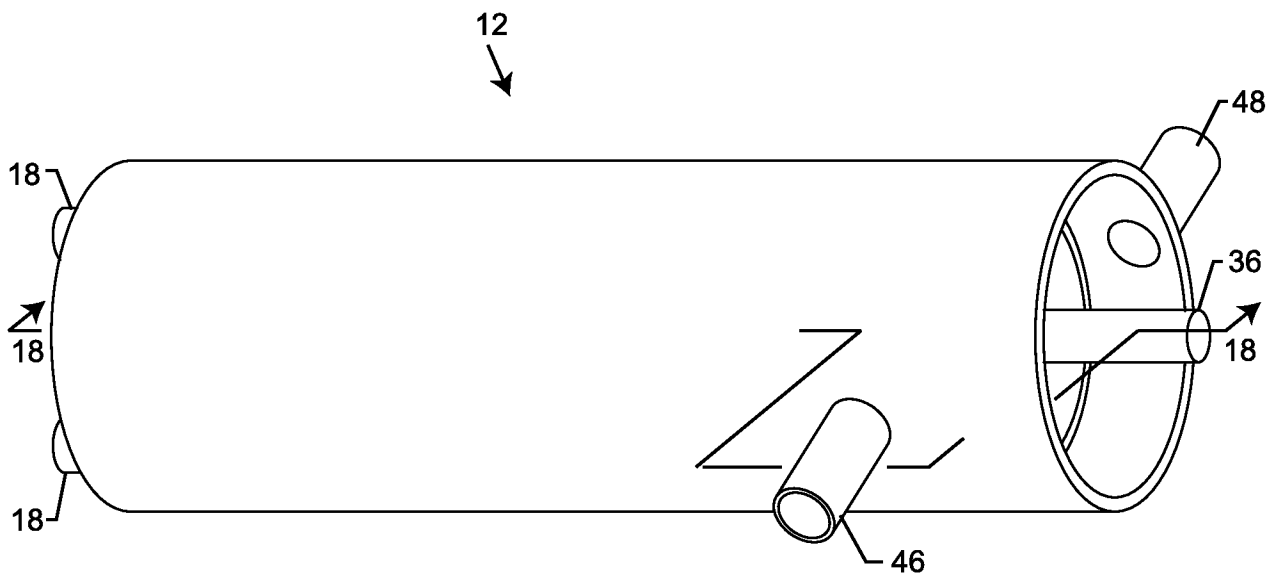
Фиг. 15



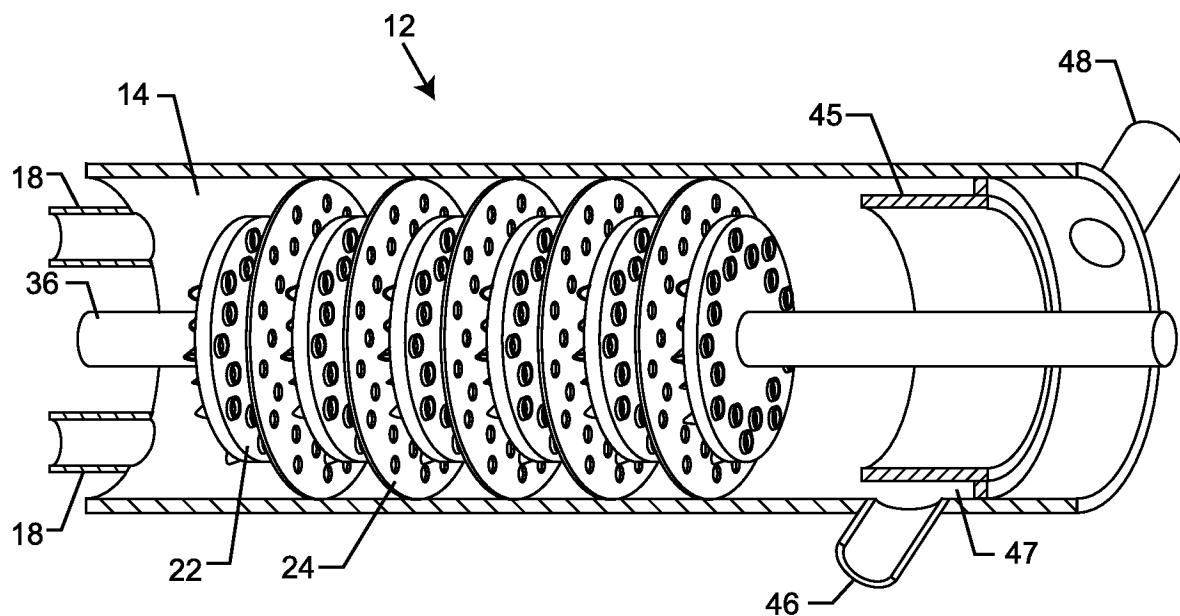
Фиг. 16

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

12/32



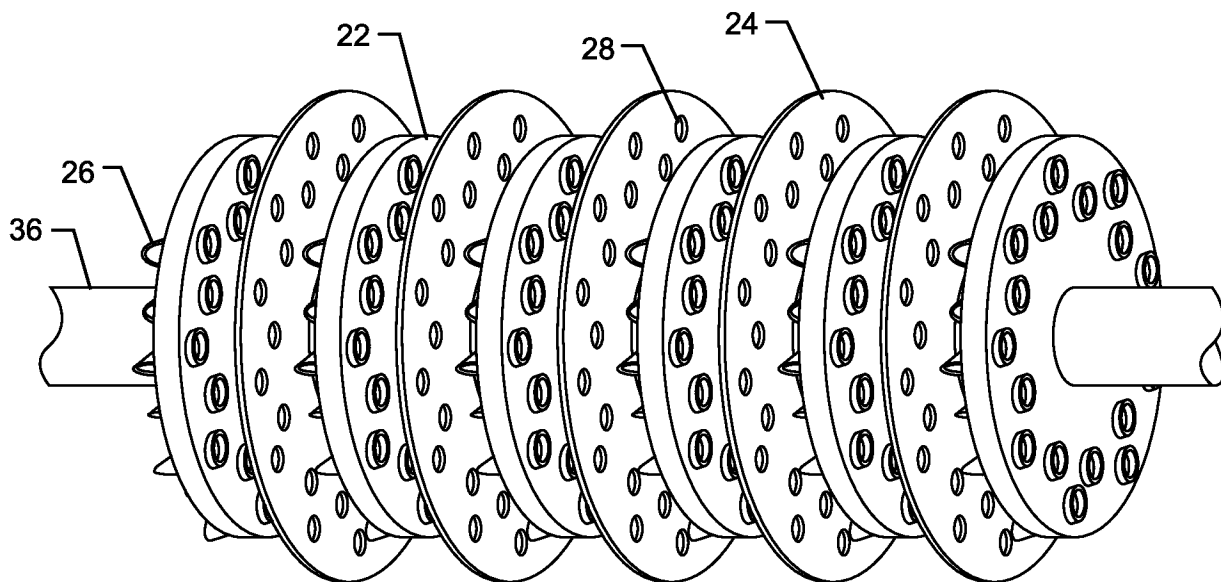
Фиг. 17



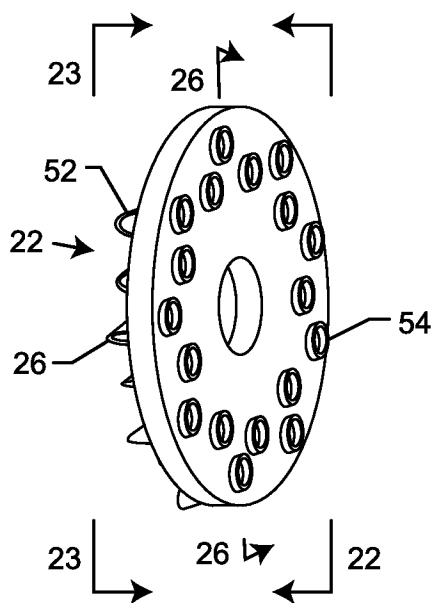
Фиг. 18

Система обработки биологически загрязненных сточных вод и способ очистки сточных вод

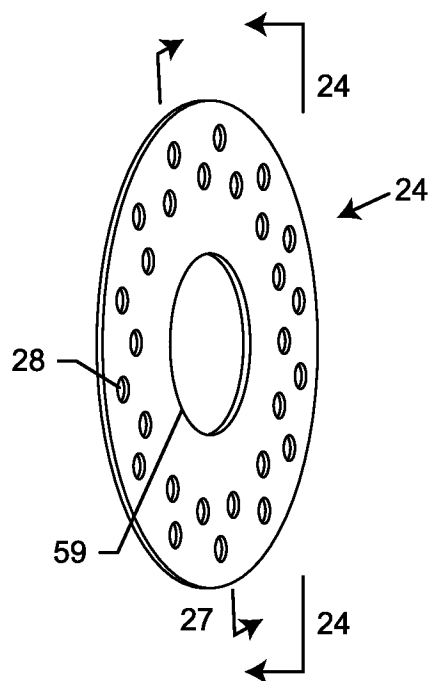
13/32



Фиг. 19



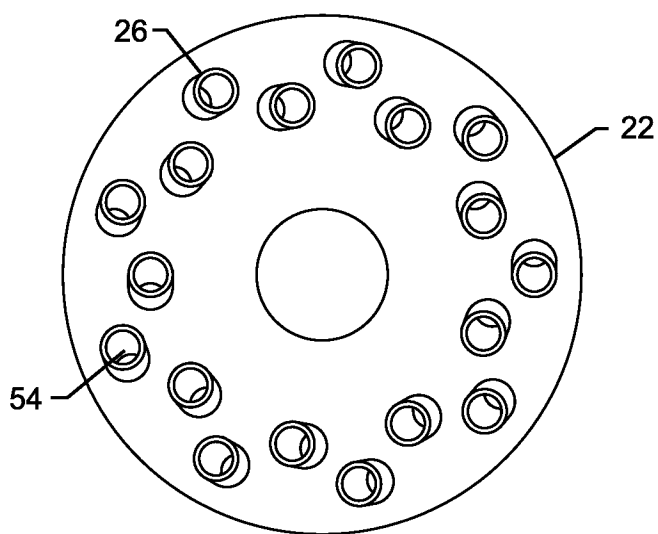
Фиг. 20



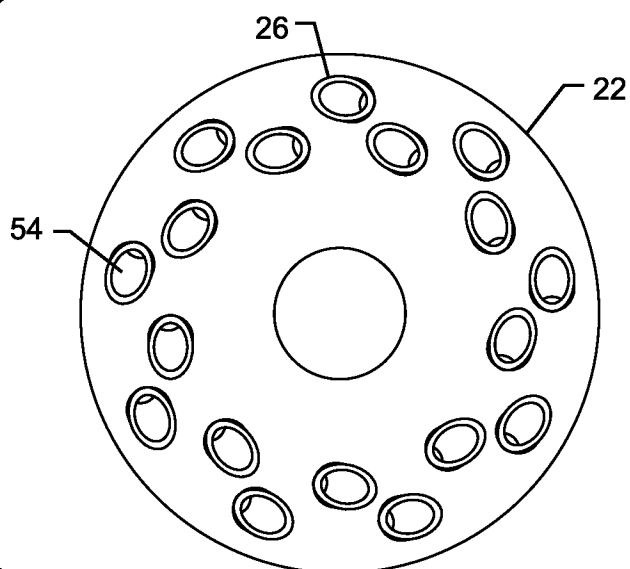
Фиг. 21

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

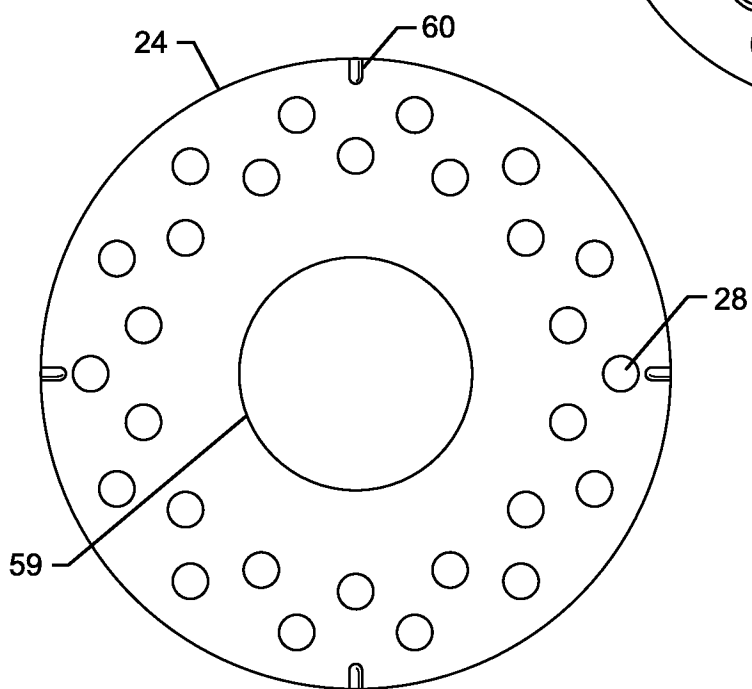
14/32



Фиг. 22



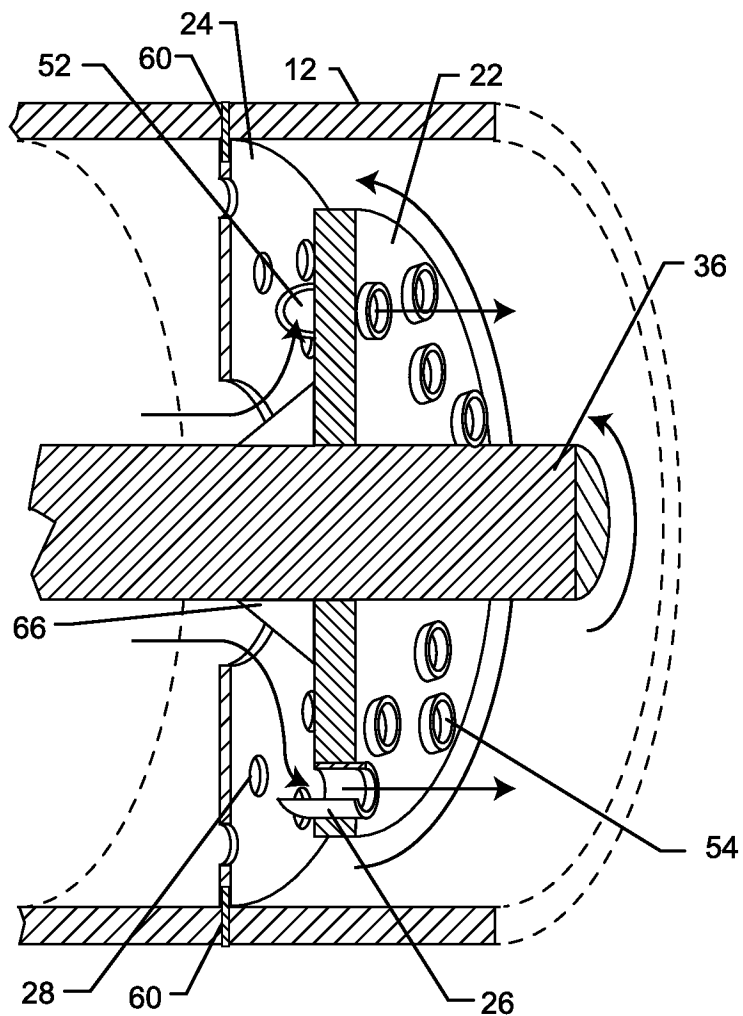
Фиг. 23



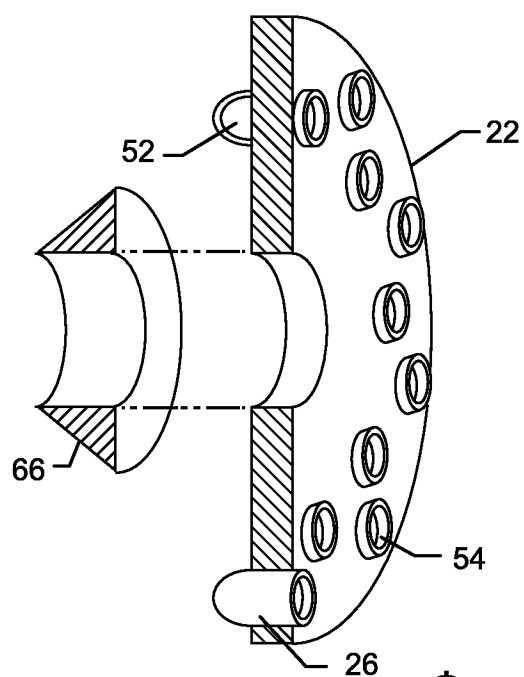
Фиг. 24

Система обработки биологически загрязненных
сточных вод и способ очистки сточных вод

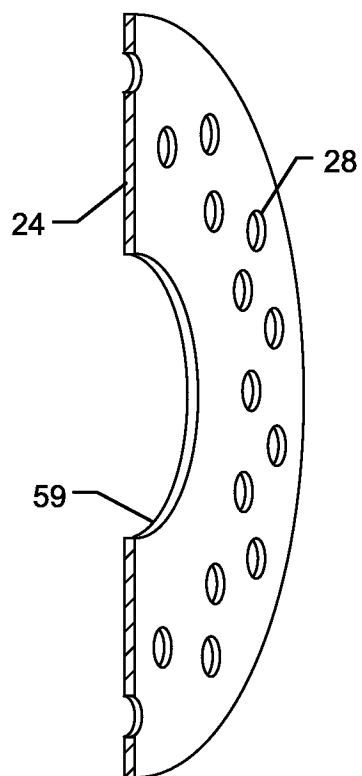
15/32



Фиг. 25

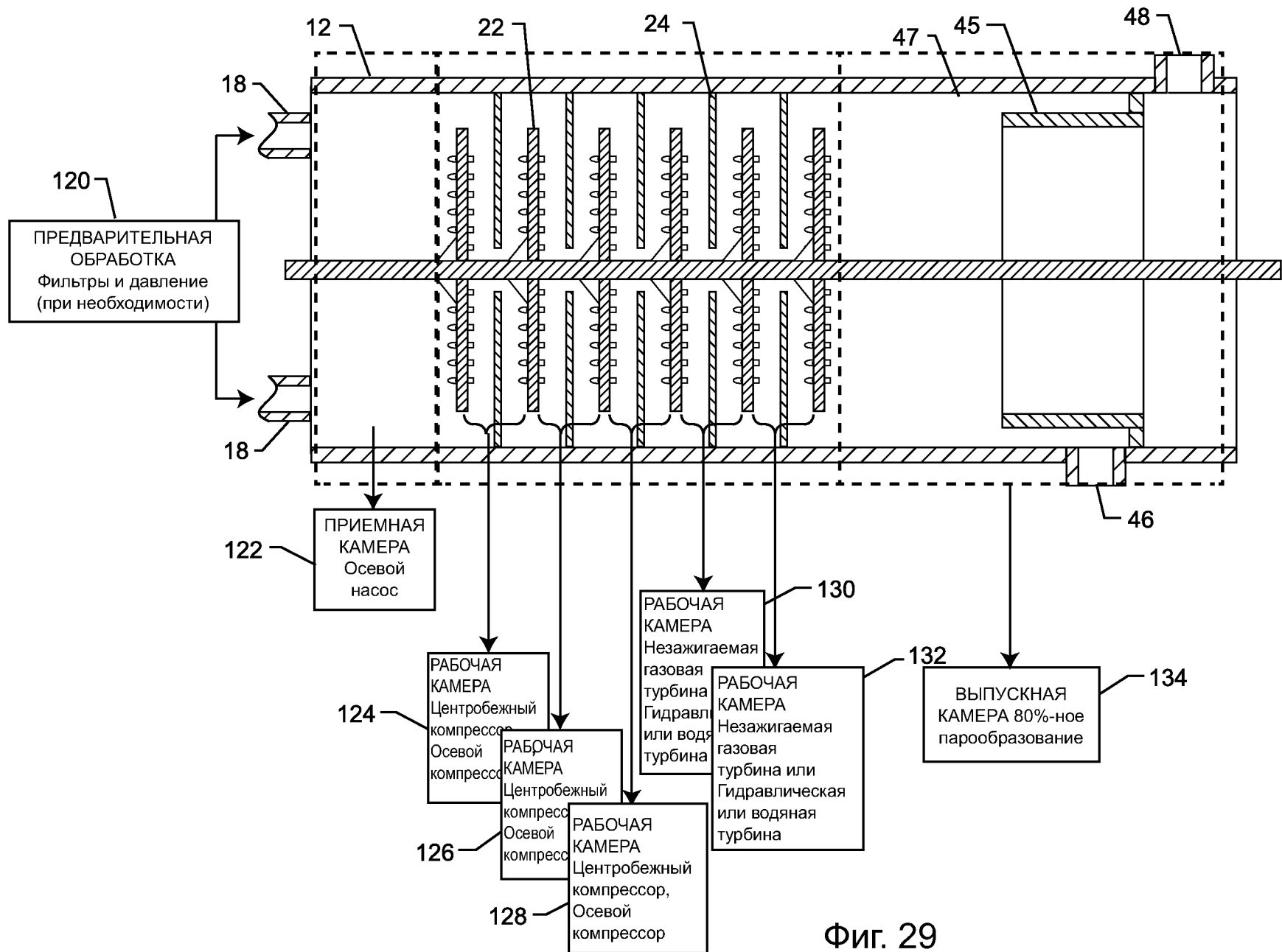


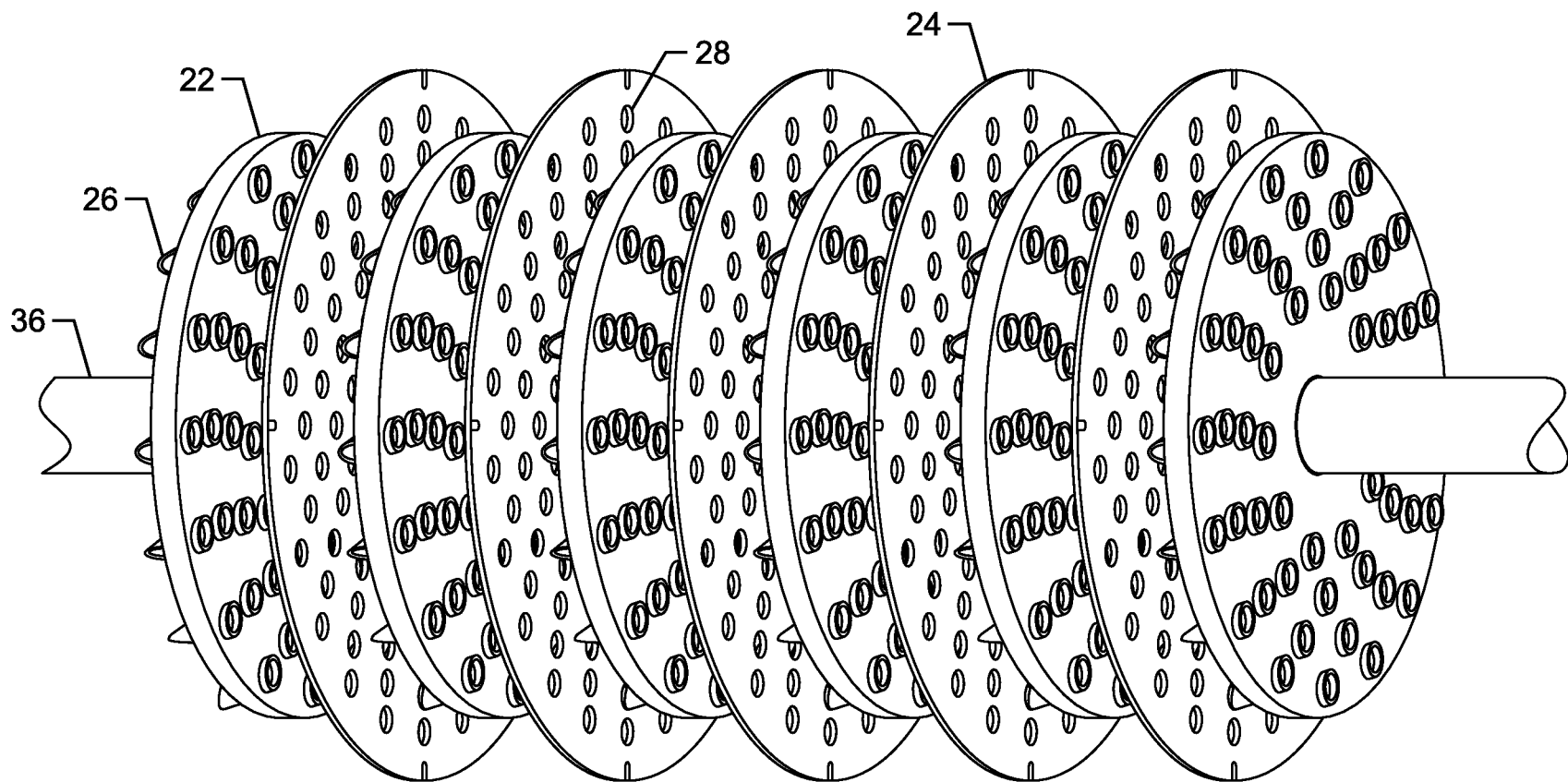
Фиг. 26



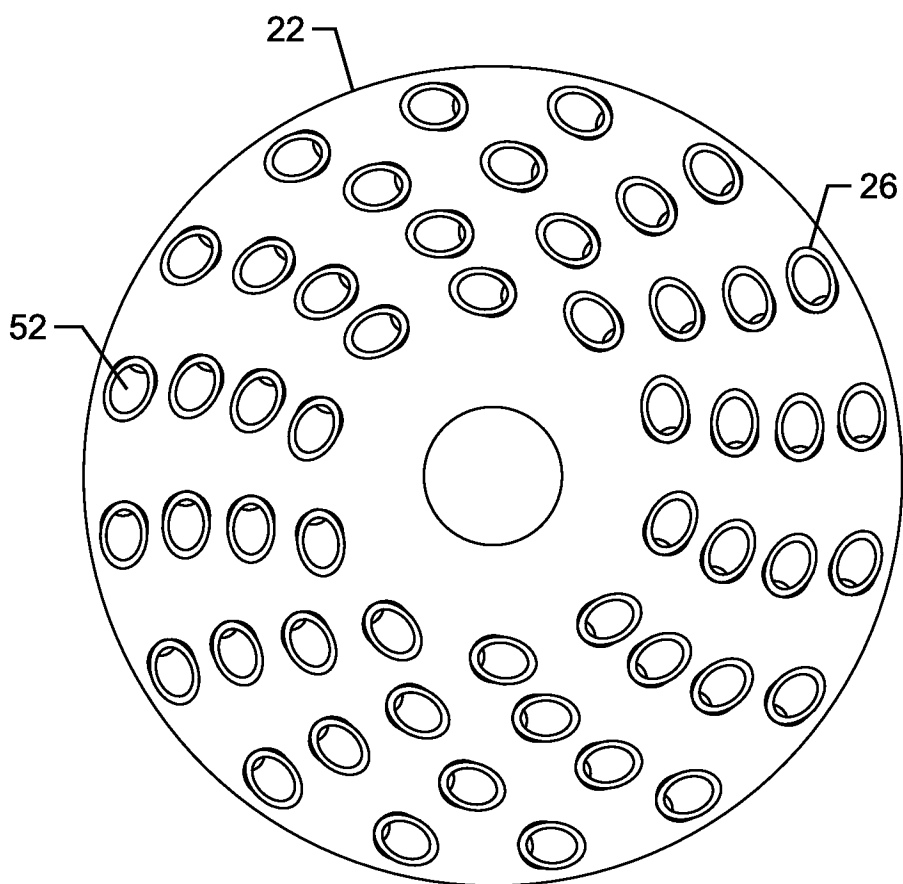
Фиг. 27



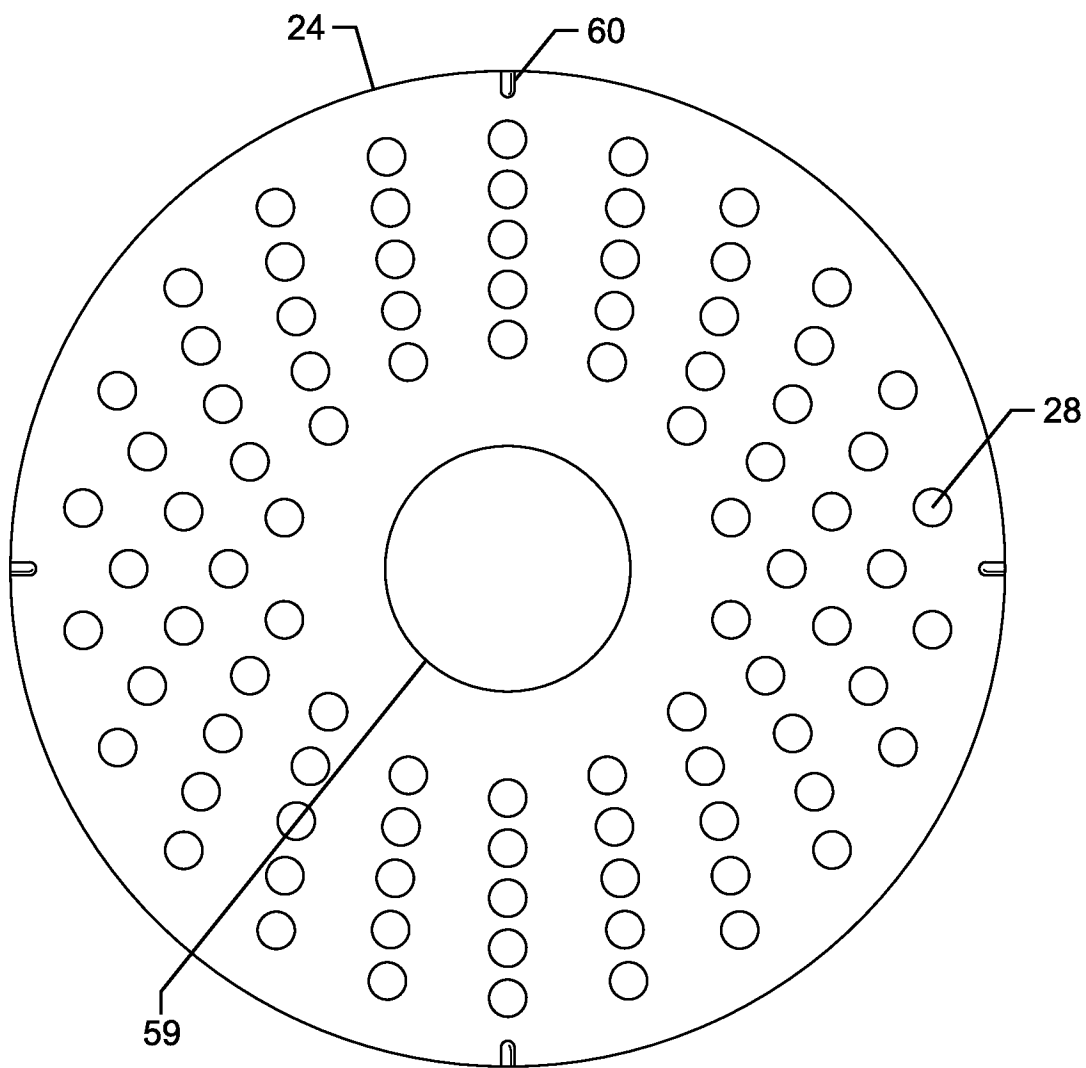




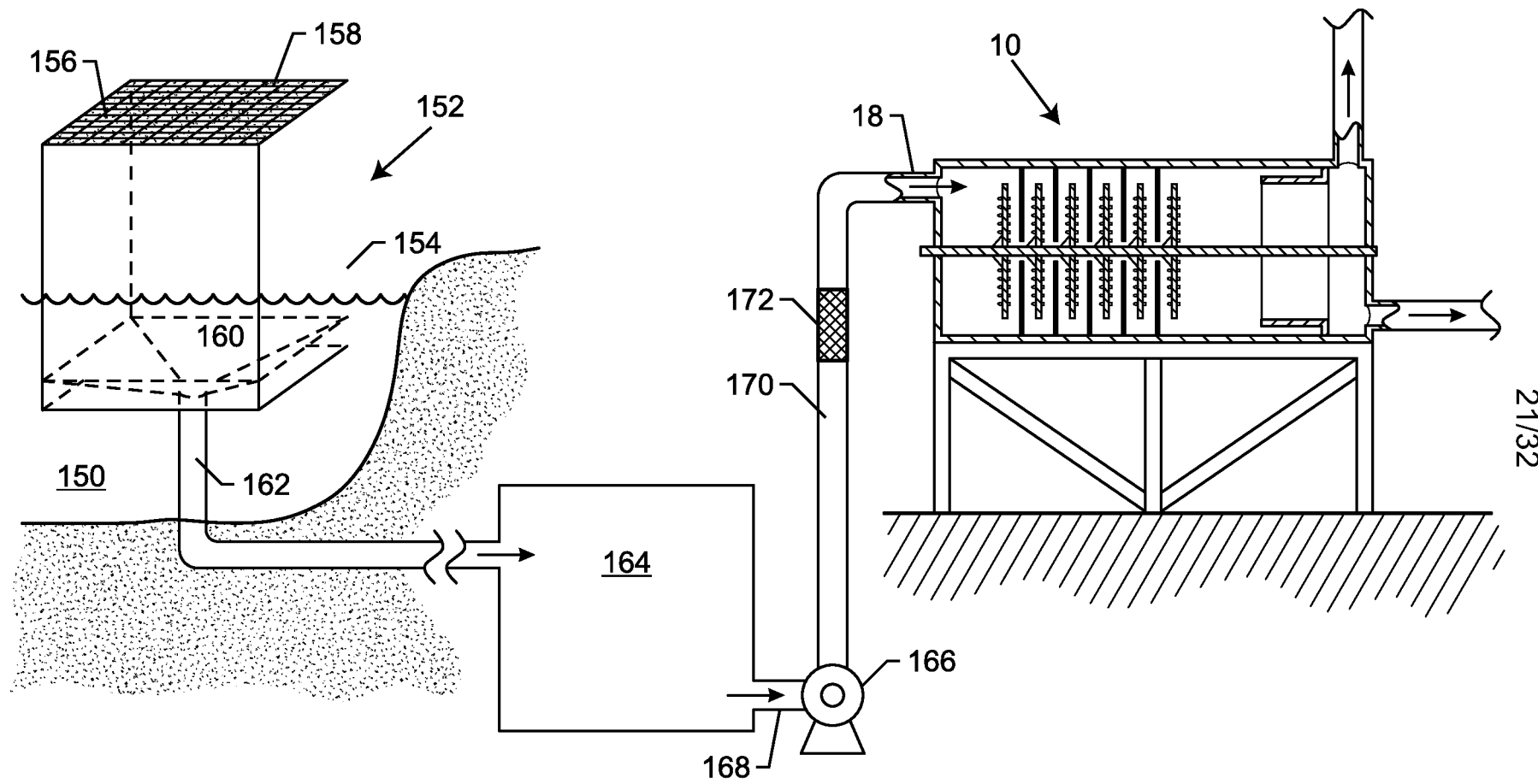
Фиг. 30



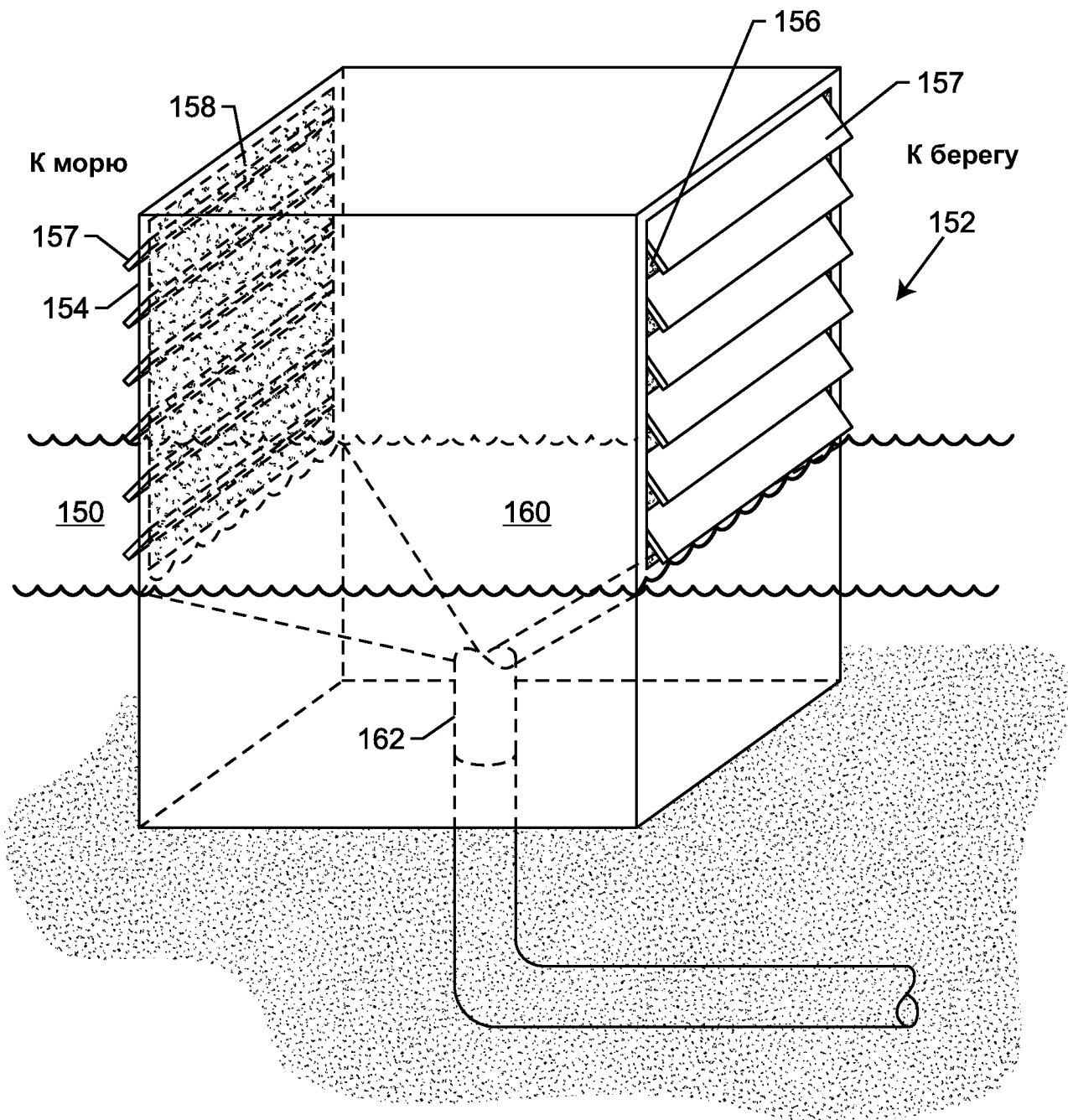
Фиг. 31



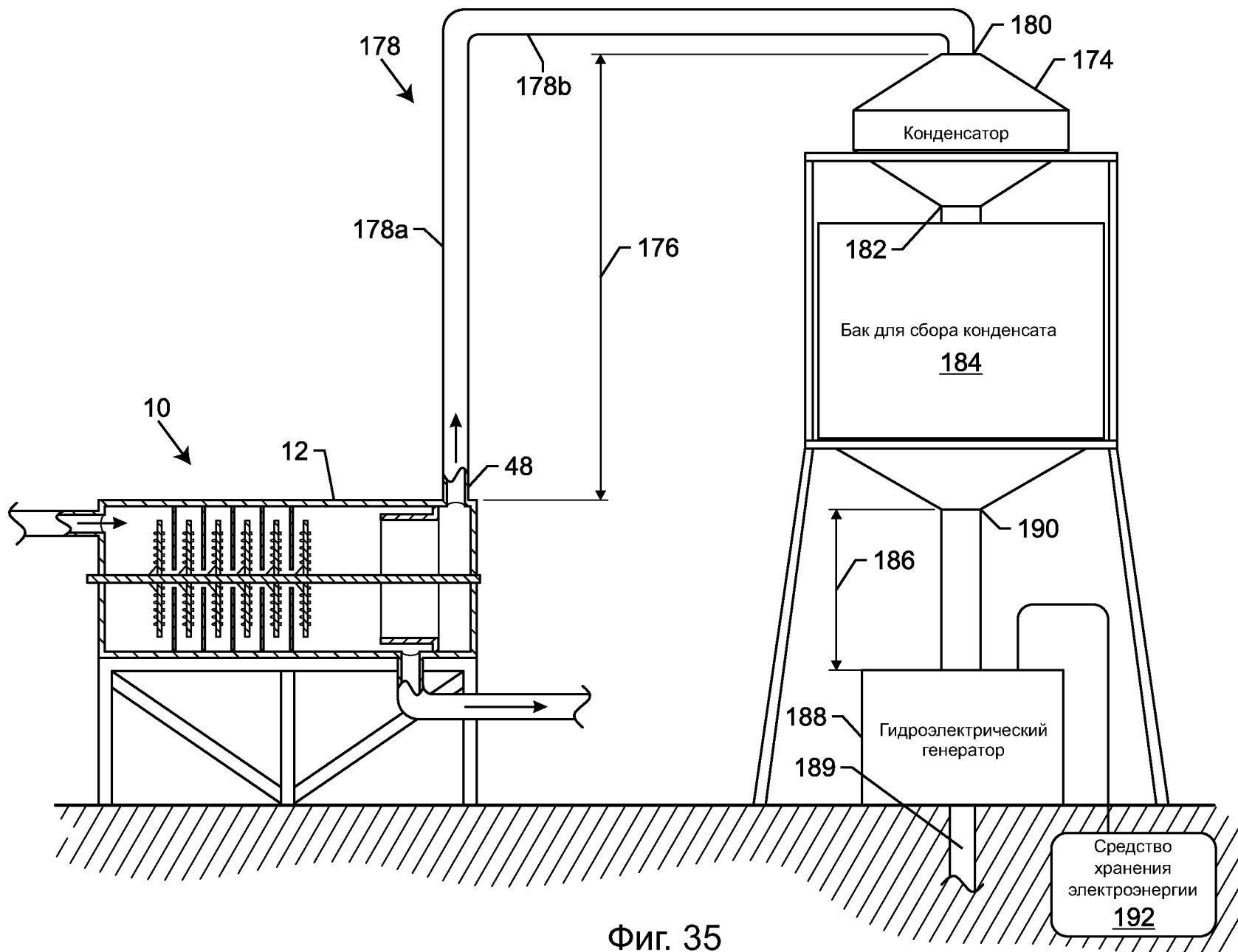
Фиг. 32



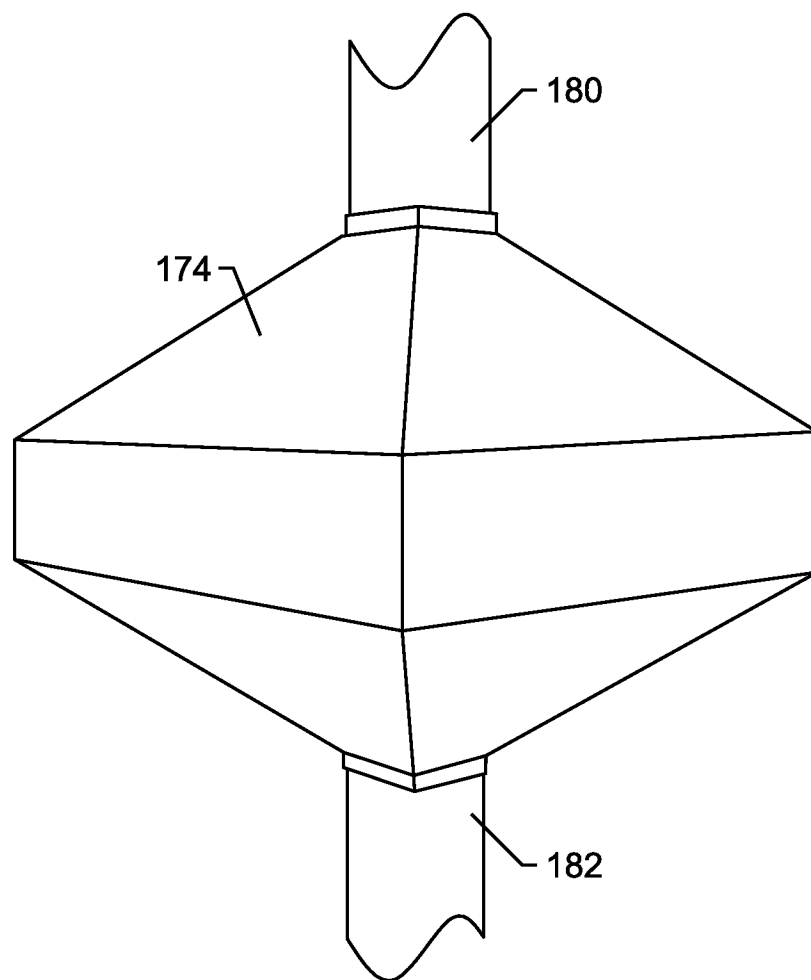
Фиг. 33



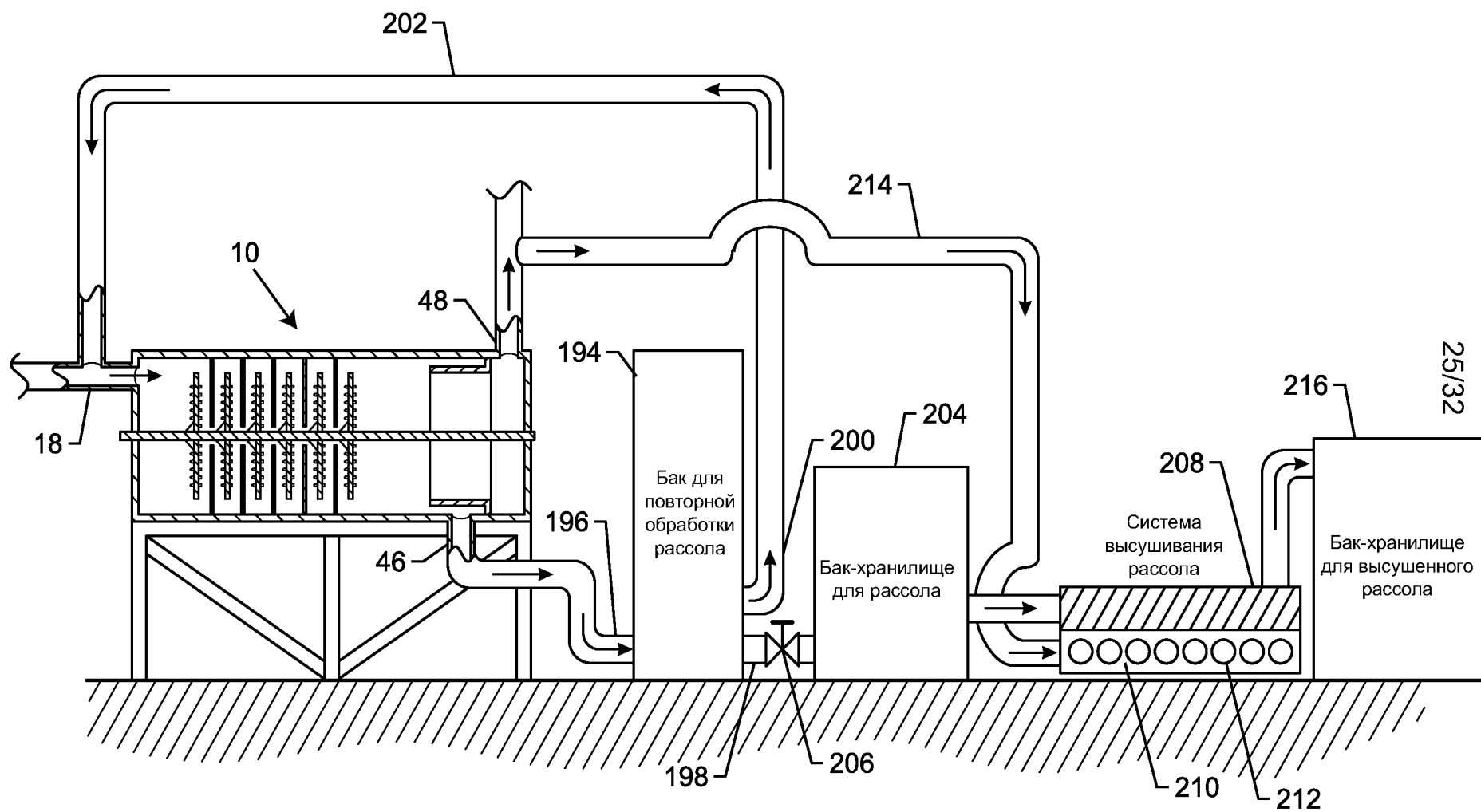
Фиг. 34



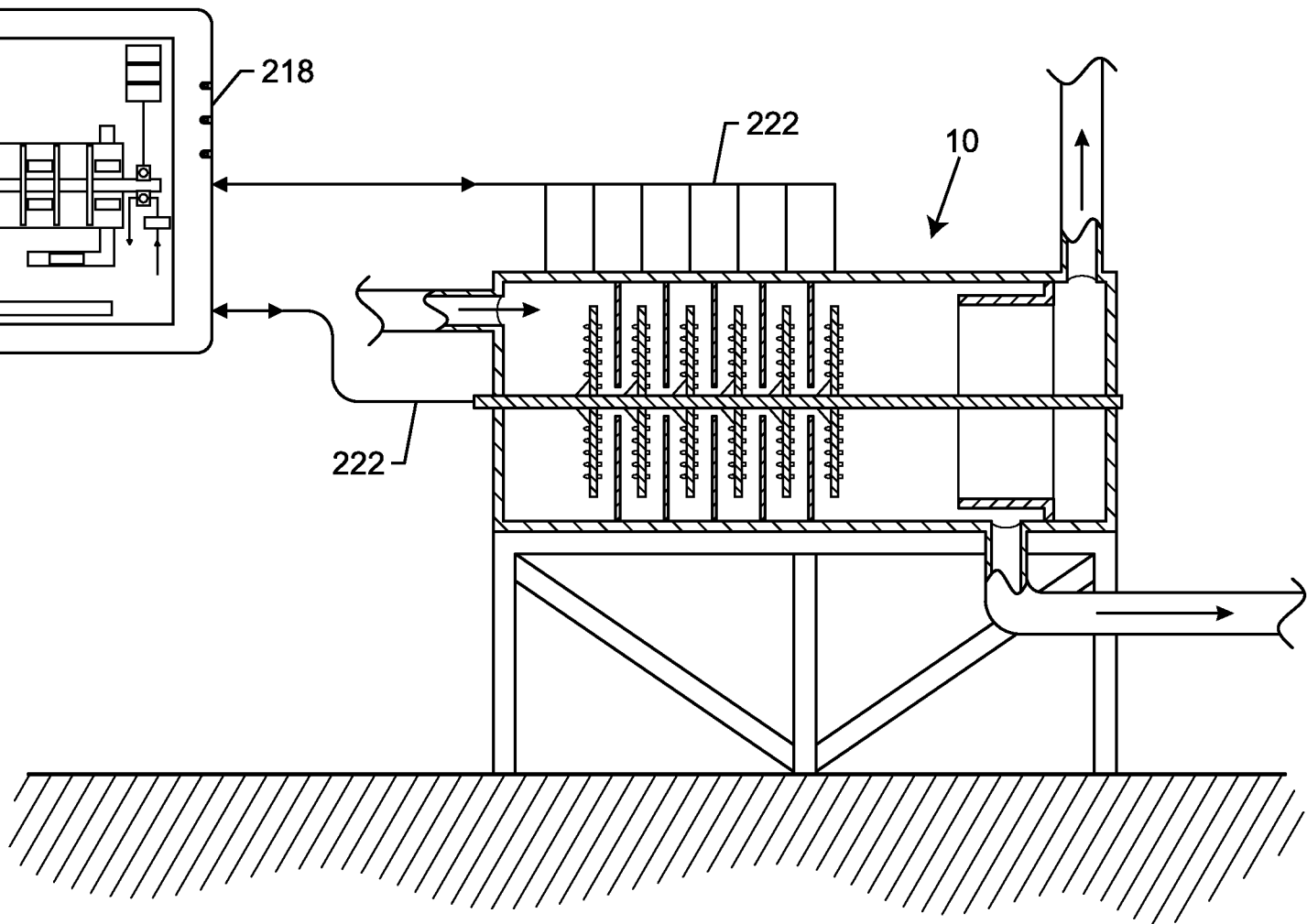
Фиг. 35



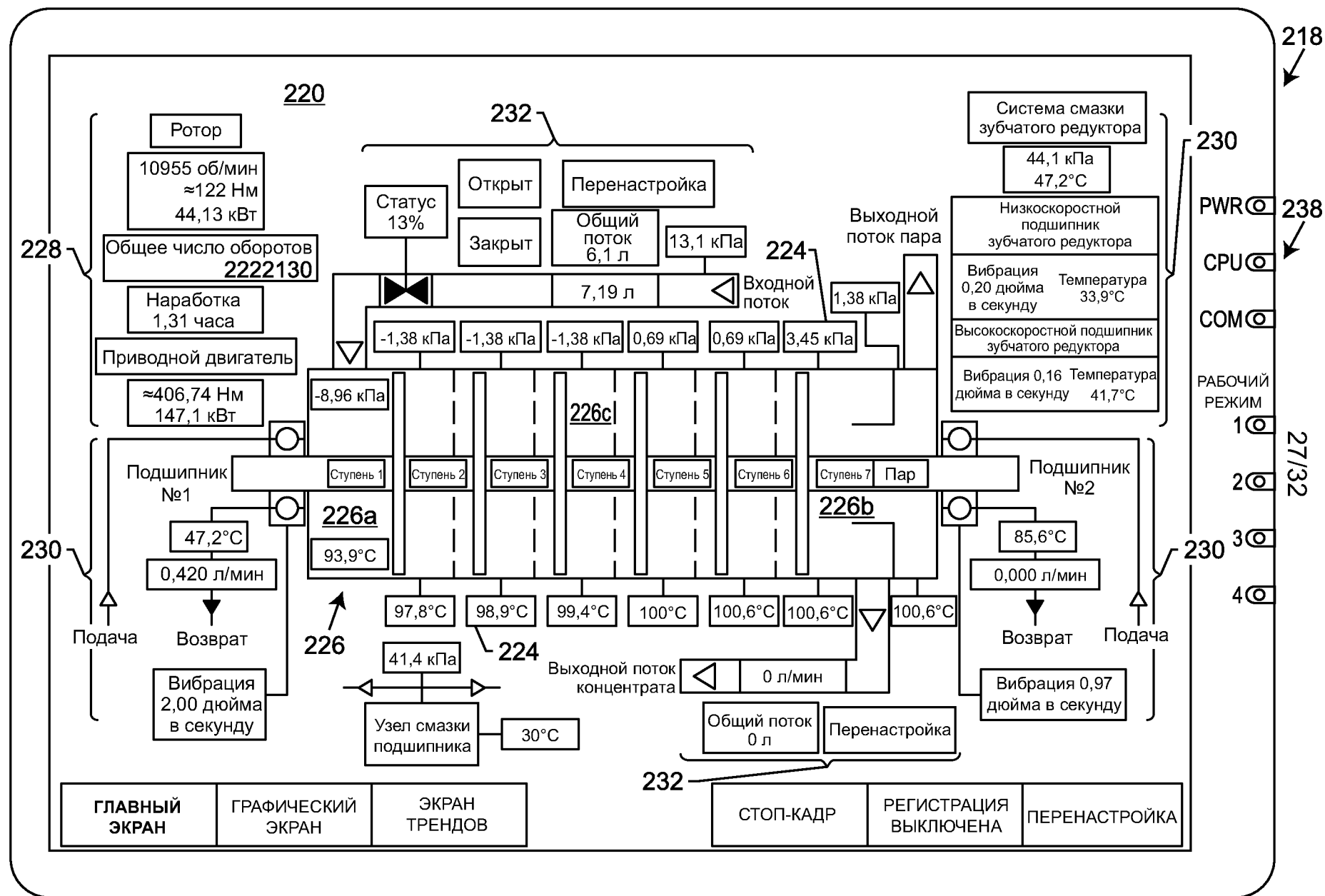
Фиг. 35а



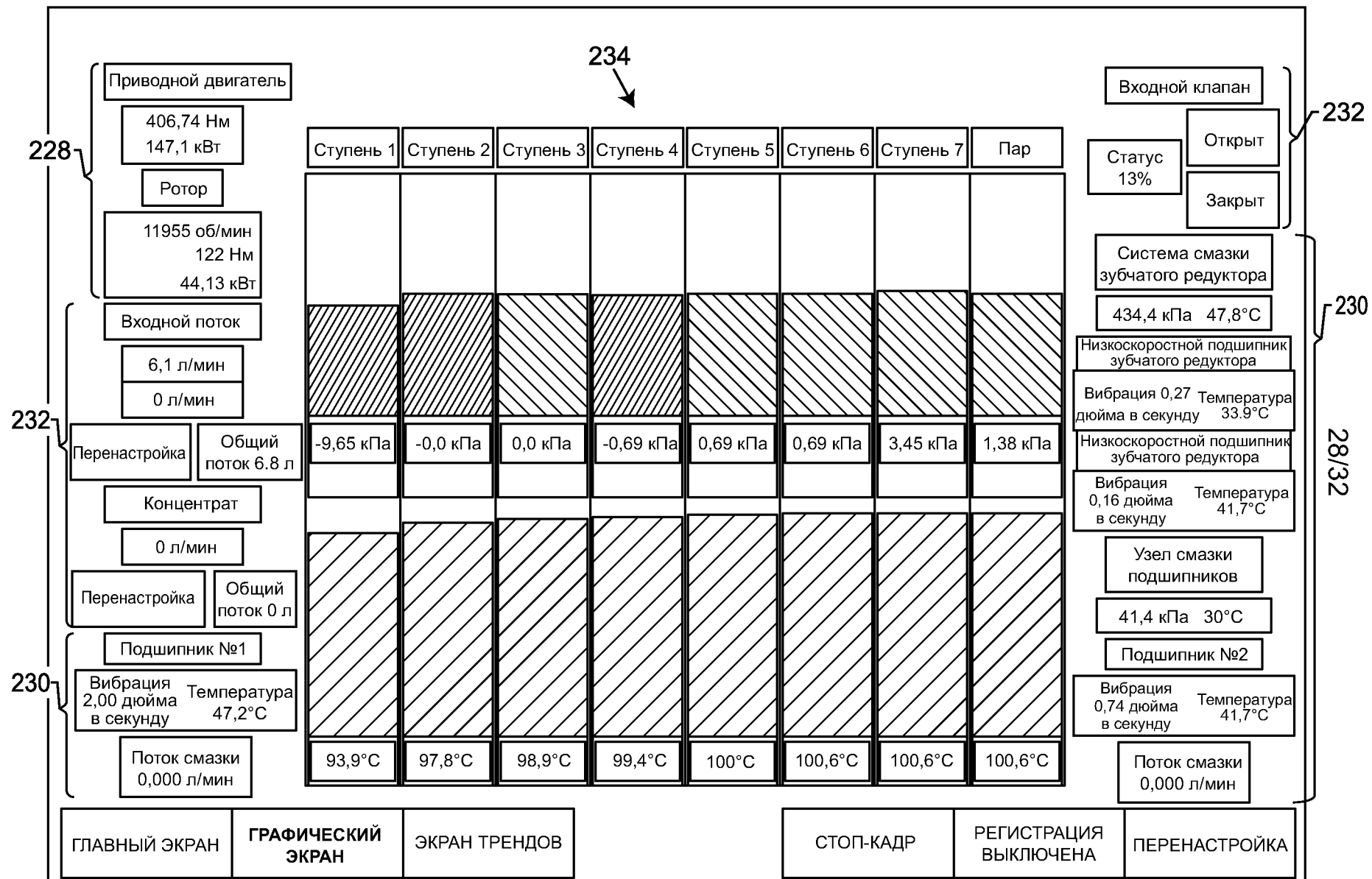
Фиг. 36



Фиг. 37

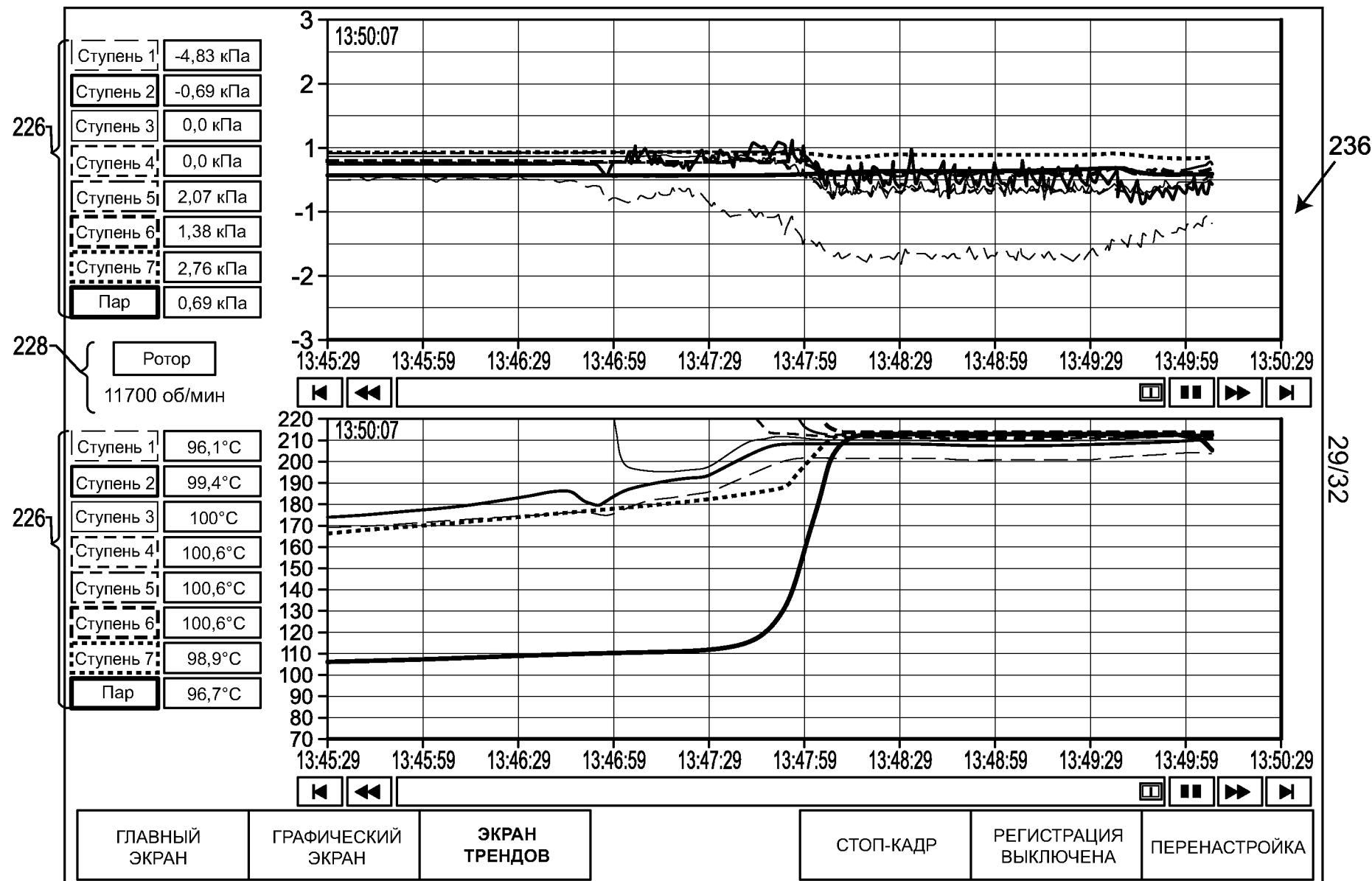


Фиг. 38



Система обработки биологически загрязнённых сточных вод и способ очистки сточных вод

Фиг. 39

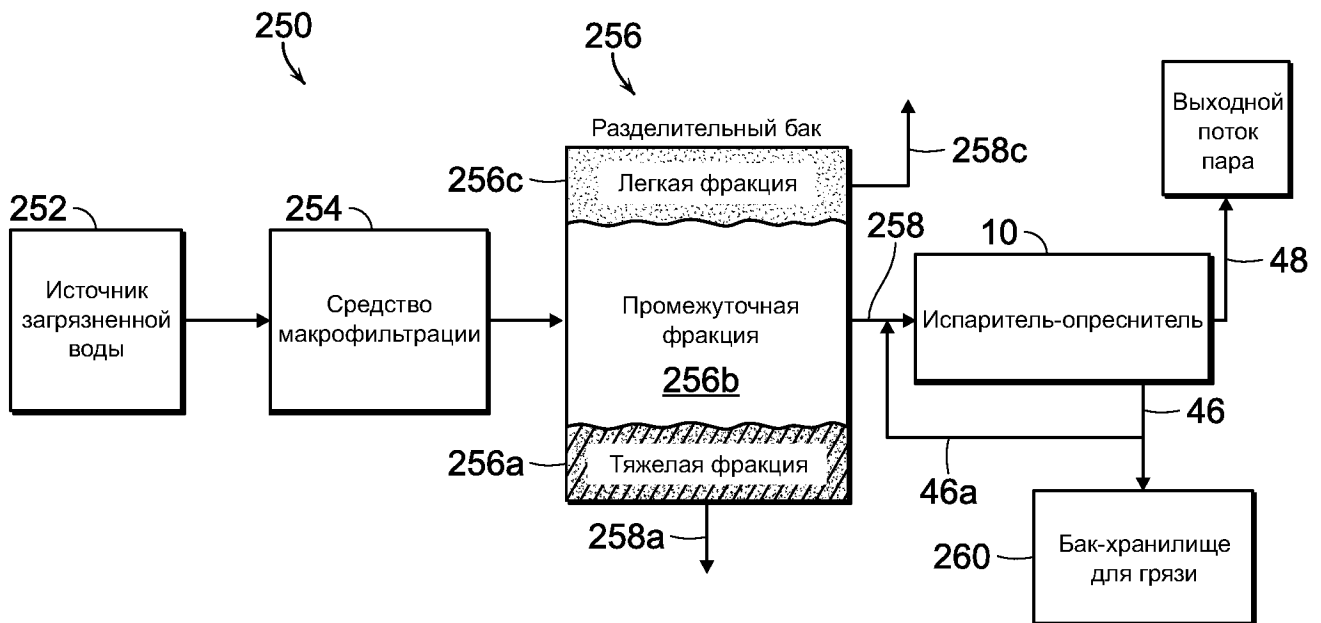


Система обработки биологически загрязнённых
сточных вод и способ очистки сточных вод

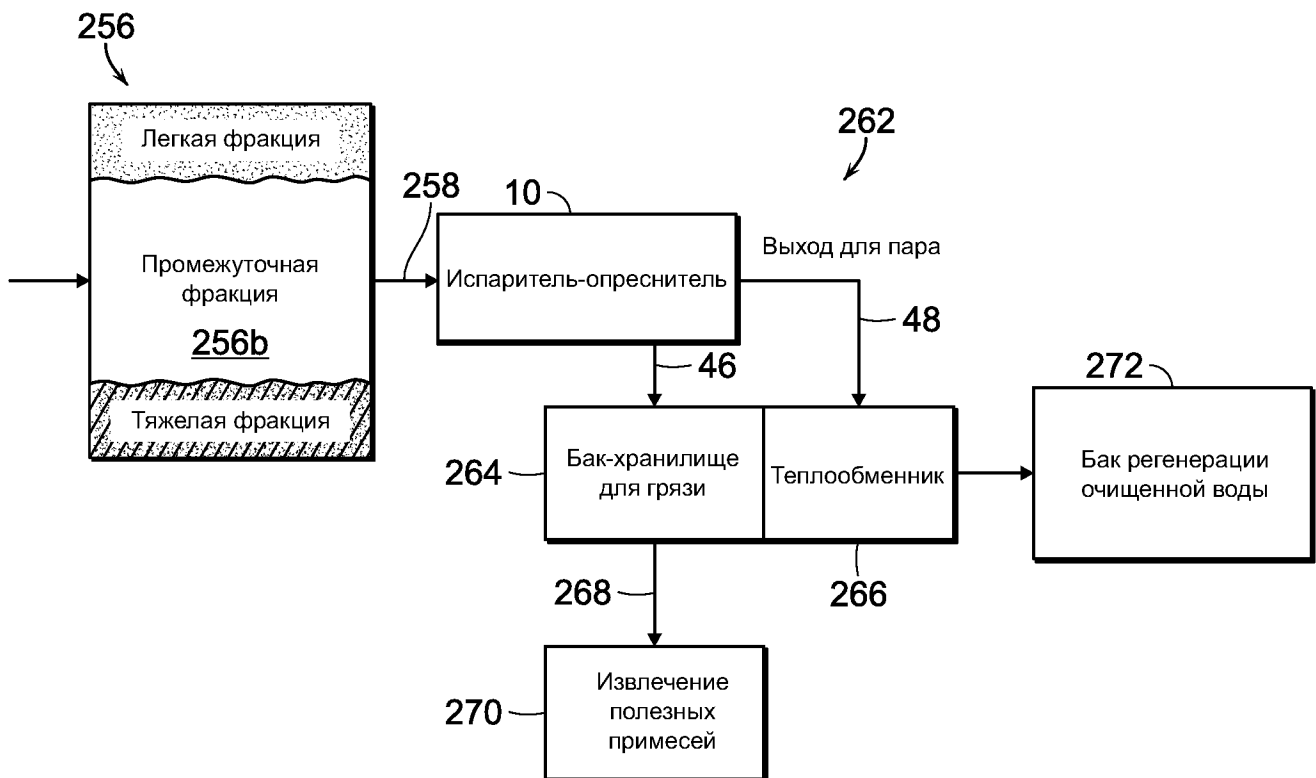
Фиг. 40

Система обработки биологически загрязненных сточных вод и способ очистки сточных вод

30/32



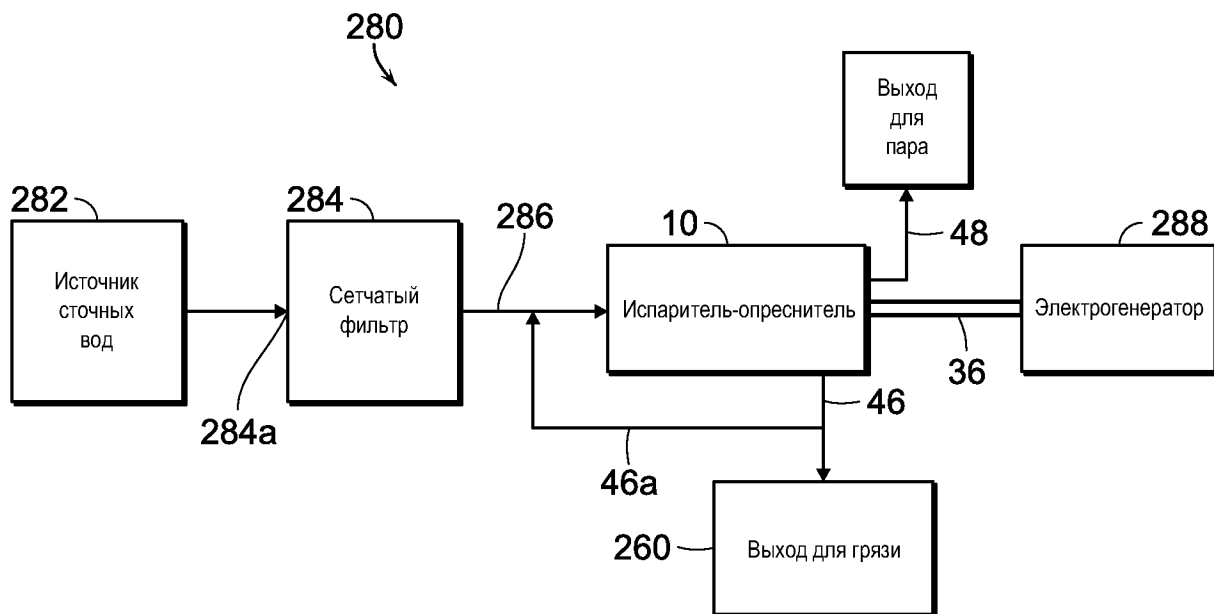
Фиг. 41



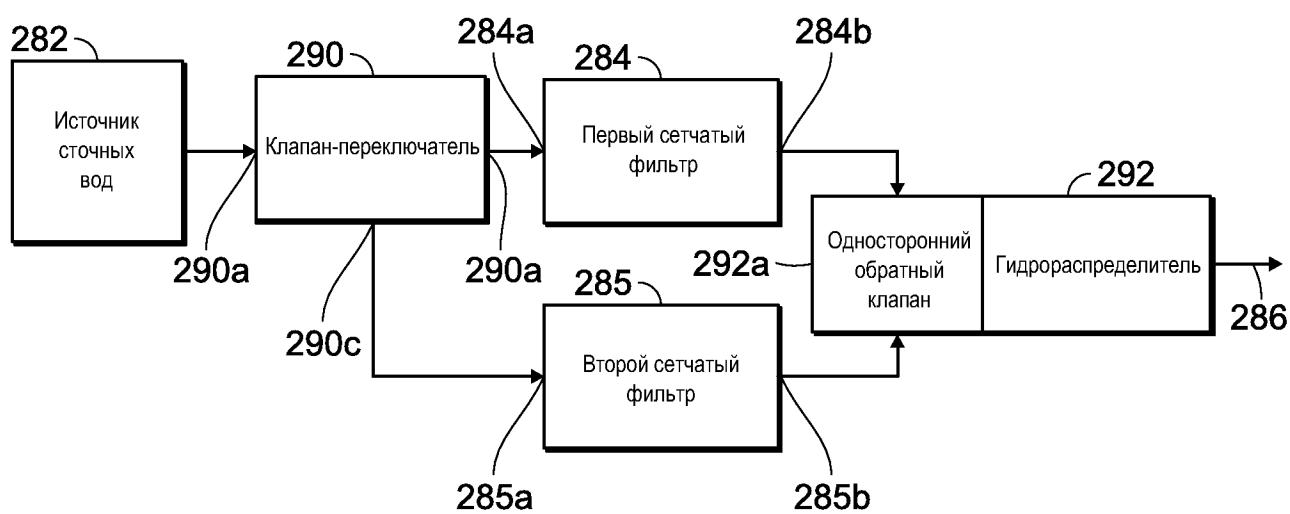
Фиг. 42

Система обработки биологически загрязненных сточных вод и способ очистки сточных вод

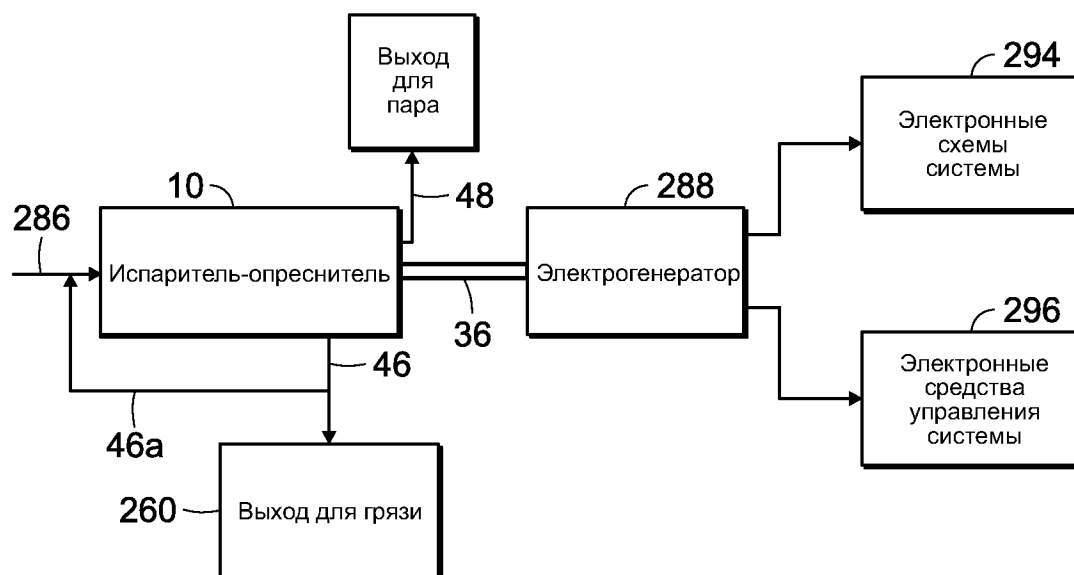
31/32



Фиг. 43



Фиг. 44



Фиг. 45