(19) **RU** (11) **2 225 244** (13) **C2**

(51) МПК[7] **B 01 D 24/12, 24/46**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001111331/15 , 04.10.1999

(24) Дата начала действия патента: 04.10.1999

(30) Приоритет: 09.10.1998 US 09/168,864

(43) Дата публикации заявки: 27.05.2003

(46) Дата публикации: 10.03.2004

(56) Ссылки: CA 2105650 A1, 08.03.1995. SU 1836300 A3, 23.08.1993. RU 2036166 C1, 27.05.1995. RU 2124382 C1, 10.01.1999.

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: 10.05.2001

(86) Заявка PCT:
CA 99/00916 (04.10.1999)

(87) Публикация PCT:
WO 00/21635 (20.04.2000)

(98) Адрес для переписки:
101000, Москва, Центр, а/я 732, Агентство ТРИА РОБИТ, пат.пов. Г.М.Вашиной

(72) Изобретатель: МАНЦ Давид Х. (CA)

(73) Патентообладатель:
ЮНИВЕРСИТИ ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНТЕРНЭЙШНЛ ИНК. (CA)

(74) Патентный поверенный:
Вашина Галина Михайловна

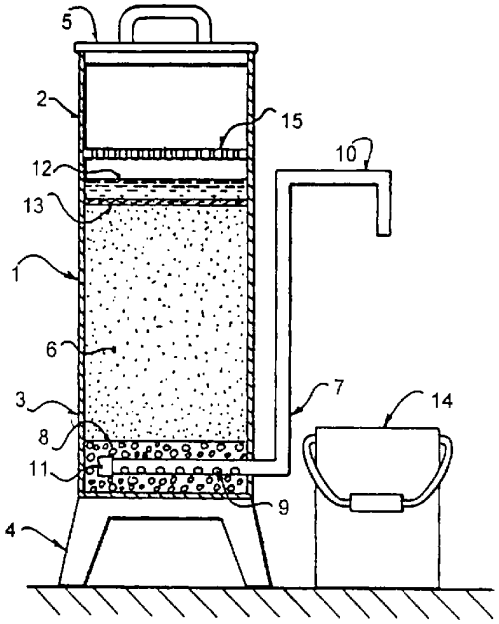
(54) МЕДЛЕННЫЙ ПЕСЧАНЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕРЫВИСТОЙ ПОДАЧИ ПОТОКА ВОДЫ И СПОСОБ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

(57)

Изобретение предназначено для фильтрования и относится к медленному песчаному фильтру для использования в условиях прерывистой подачи потока воды. Медленный песчаный фильтр включает контейнер, имеющий верхнюю часть и нижнюю часть, водовпускное средство, расположенное в верхней части контейнера и соединенное с источником воды, фильтрующий материал, которым заполнена по меньшей мере нижняя часть контейнера и верхняя поверхность которого расположена ниже водовпускного средства, биологический слой, расположенный на верхней поверхности фильтрующего материала, водовыпускное средство, расположенное в нижней части контейнера ниже верхней поверхности фильтрующего материала, устройство поддержания уровня воды, расположенное в верхней части контейнера, с помощью которого осуществлено поддержание уровня воды в верхней части контейнера так, что слой воды над биологическим слоем является достаточно толстым для недопущения существенного взбалтывания биологического слоя, расположенного на верхней поверхности фильтрующего слоя, и в то же время достаточно тонким для диффузионного проникновения в него кислорода из пространства над водой и достижения этим кислородом биологического слоя, чем обеспечено поддержание биологического слоя в живом состоянии даже в отсутствие поступления воды от водовпускного средства, рассеивающую решетку над уровнем воды, чистящий механизм, механизм обслуживания. Технический результат: высокая эффективность в условиях работы с перерывами, периодическая очистка без нарушения работоспособности. 2 с. и 15 з.п.ф-лы, 22 ил.

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2



Фиг. 1

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

(19) **RU** (11) **2 225 244** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **B 01 D 24/12, 24/46**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2001111331/15 , 04 .10 .1999

(24) Effective date for property rights: 04 .10 .1999

(30) Priority: 09 .10 .1998 US 09/168,864

(43) Application published: 27 .05 .2003

(46) Date of publication: 10 .03 .2004

(85) Commencement of national phase: 10.05.2001

(86) PCT application:
CA 99/00916 (04.10.1999)

(87) PCT publication:
WO 00/21635 (20.04.2000)

(98) Mail address:
101000, Moskva, Tsentr, a/ja 732, Agentstvo TRIA ROBIT, pat.pov. G.M.Vashinoj

(72) Inventor: MANTs David Kh. (CA)

(73) Proprietor:
JuNIVERSITI TEKNOLODZhIZ INTERNEhJShNL INK. (CA)

(74) Representative:
Vashina Galina Mikhajlovna

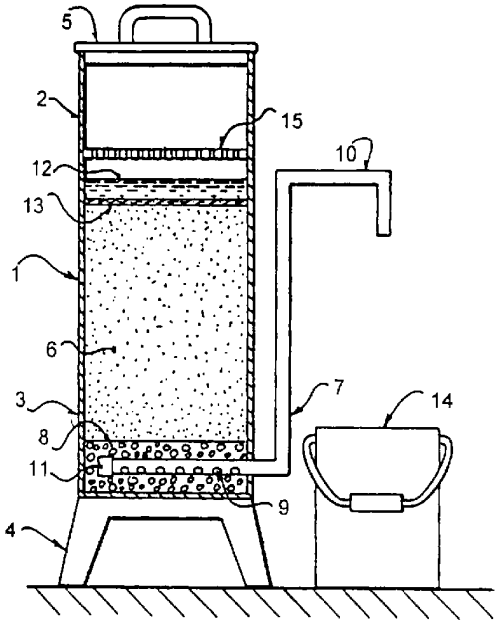
(54) LOW-RATE SAND FILTER FOR USE IN CONDITIONS OF INTERMITTENT SUPPLY OF A WATER STREAM AND A METHOD OF ITS APPLICATION

(57) Abstract:

FIELD: low-rate sand filter for intermittent supply of water. SUBSTANCE: the invention presents a low-rate sand filter for use in conditions of intermittent supply of water stream and a method of its application. The low-rate sand filter includes: a container having an upper part and a lower part; a water inlet tool located in the upper part of the container and linked with a water source; a filtering material, which fills at least the lower part of the container and the top surface of which is located below the water- inlet tool; the biological layer located on the top surface of the filtering material; the water outlet tool located in the lower part of the container below of the top surface of the filtering material; the device of maintaining the water level located in the upper part of the container, which maintains the water level in the upper part of the container, so that a water layer located above the biological layer is thick enough to prevent a considerable shaking of the biological layer located on a top surface of the filtering layer and at the same time to be sufficiently thing for diffusive infiltration into it of oxygen from the space above the water with the oxygen following reaching the biological layer and so to keeping the biological layer alive even in absence of supply of water from the water-inlet tool; a dispersing lattice located above the water level, a cleaning mechanism, a maintenance mechanism. EFFECT: high effectiveness of filtration of water at operation with time breaks and periodic purification of water without malfunctions. 17 cl, 22 dwg

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2



Фиг. 1

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

Изобретение относится к медленному песчаному фильтру нового типа, способному работать в условиях прерывистой подачи потока воды, и к способу применения такого фильтра. В частности, предлагаемое изобретение относится к медленному песчаному фильтру нового типа, который эффективно работает даже в порывистом режиме и который допускает периодическую чистку без нарушения его работоспособности.

Предпосылки создания изобретения

Известно, что медленные песчаные фильтры эффективно удаляют из воды бактерии, паразитов, цист Giardia, ооцист Cryptosporidium и вирусы. Если бактерии, паразиты и вирусы могут быть убиты или приведены в неактивное состояние с помощью дизинфекции, то спящие цисты и ооцисты весьма резистентны к дезинфекции, если только не применять дезинфицирующее средство с повышенной интенсивностью. Прошедшую очистку с помощью медленных песчаных фильтров воду можно подавать непосредственно для потребления или же подвергать последующей обработке, например обратно-осмотической фильтрации или ультрафильтрации - оба этих процесса требуют, чтобы исходная вода была достаточно чистой.

Из уровня техники известны такие медленные песчаные фильтры, которые требуют непрерывной подачи воды и предназначены для использования с непрерывно поступающим потоком воды. Такой медленный песчаный фильтр известного уровня техники описан в патенте США 5032261, выданном Пайперу (Pyper). Этот медленный песчаный фильтр включает емкость, частично заполненную песком. Медленный песчаный фильтр имеет отверстия для впуска и выпуска воды. Вода, содержащая кислород, непрерывно просачивается сквозь песок со скоростью около или несколько более 0,08 м/ч, при этом песок оказывает на эту просачивающуюся воду фильтрующий эффект. Кроме того, когда песок погружен в воду, содержащую кислород, в течение нескольких дней на поверхности песка образуется поначалу едва видимая пленка из полезных аэробных организмов. Эта пленка в данном описании будет далее именоваться "биологический слой", и образуют этот биологический слой различные организмы, такие как водоросли, планктон, диатомовые водоросли, простейшие и бактерии. Этот биологический слой улавливает и частично переваривает и разрушает органические вещества, содержащиеся в сырой воде, непрерывно проходящей сквозь фильтр. Эти органические вещества накапливаются в биологическом слое, при этом образуются простые неорганические соли. А находящиеся в сырой воде инертные взвешенные частицы удаляются механически, задерживаясь в слое песка.

Однако такие медленные песчаные фильтры не могут работать там, где подача воды непостоянна, как в деревенских коттеджах, например. В таких случаях при использовании известных из уровня техники медленных песчаных фильтров вода застаивается (теряет кислород), и организмы биологического слоя по причине недостатка кислорода умирают. Этот недостаток ограничивает применимость медленных песчаных фильтров известного уровня техники.

В патенте США 4765852 от 23 августа 1988 года, выданного Халберту и др. (Hulbert et al.), раскрывается медленная песчаная фильтрующая система, в которой внутри незакрытой емкости фильтра содержится слой песка, а также некоторое, обеспечивающее эффективное повышение фильтрующей способности, количество цеолита. Поверх цеолита нарастает биологический слой, при этом этот биологический слой состоит из организмов, выбранных из следующего перечня: водоросли, планктон, диатомовые водоросли, простейшие, коловратки и бактерии.

В статье Виссхера и др. (Visscher et al.) "Медленное песчаное фильтрование для коммунального водоснабжения" ("Slow Sand Filtration for Community Water Supply"), опубликованной в Technical Paper No. 24 Международным информационным центром по коммунальному водоснабжению и ассенизации (International Reference Center for Community Water Supply and Sanitation), Гаага, Нидерланды, 1987 год, на странице 31 говорится, что прерывистая работа медленных песчаных фильтров недопустима, потому что "установлено, что при возобновлении работы после четырех-пятичасового перерыва происходит недопустимое прорывное проникновение в воду бактериологических загрязнителей". Кроме того, в работе Хуисмана (Huisman) "Медленное песчаное фильтрование" ("Slow Sand Filtration"), Всемирная организация здравоохранения (World Health Organization), Женева, 1974 год, на странице 32 говорится, что медленные песчаные фильтры должны работать в как можно более постоянном режиме фильтрования. Таким образом, общим убеждением в данной отрасли техники было то, что медленные песчаные фильтры не должны работать в прерывистом режиме. При этом под прерывистостью режима работы фильтра следует понимать не временное прекращение его работы для технического обслуживания, как это описано в упоминавшемся выше патенте США 4765892 на имя Халберта, а такой режим, когда медленный песчаный фильтр остается работоспособным, с живым биологическим слоем, в течение периода времени, когда через него не протекает вода. В отличие от предлагаемого изобретения фильтр Халберта во время технического обслуживания подвергается такой чистке, при которой биологический слой не остается в живом состоянии до следующего пуска фильтра в работу.

В случае медленных песчаных фильтров такого типа, который описан в патенте Халберта, работающих при глубине воды над фильтром от 60 см до 2,44 м, биологический слой начинает умирать сразу по прекращении поступления потока воды при начале технического обслуживания, и на следующий день биологический слой уже полностью умирает из-за недостатка кислорода. Это может быть доказано теоретическим расчетом потребности биологического слоя в кислороде.

Краткое описание изобретения

Предметом предлагаемого изобретения является медленное песчаное фильтрующее устройство (фильтр), включающее

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

следующие компоненты: контейнер, имеющий верхнюю часть и нижнюю часть; предназначенное для впуска воды, подлежащей фильтрованию (далее именуется также "сырой водой"), впускное отверстие (водовпускное средство), расположенное в верхней части котейнера и соединенное с источником поступления сырой воды; фильтрующий материал, которым заполнена по меньшей мере нижняя часть контейнера, при этом верхняя поверхность фильтрующего материала расположена ниже впускного отверстия; биологический слой, расположенный на верхней поверхности фильтрующего материала; предназначенное для выпуска отфильтрованной воды выпускное отверстие (водовыпускное средство), расположенное в нижней части контейнера ниже верхней поверхности фильтрующего материала; и устройство для поддержания уровня воды, расположенное в верхней части контейнера, которое выполнено с возможностью поддержания уровня воды в верхней части контейнера выше верхней поверхности фильтрующего материала, при этом обеспечено поддержание уровня в пределах между (I) уровнем, при котором толща воды над верхней поверхностью фильтрующего материала достаточна для недопущения существенного повреждения биологического слоя вследствие падения воды из впускного отверстия на поверхность воды в контейнере, и (II) уровнем, при котором толща воды над верхней поверхностью фильтрующего материала достаточно невелика для того, чтобы было обеспечено диффузионное проникновение кислорода воздуха из пространства над поверхностью воды сквозь толщу воды и достижение им биологического слоя так, чтобы было обеспечено поддержание биологического слоя в живом состоянии даже в отсутствие поступления потока воды из впускного отверстия, чистящий механизм, выполненный с возможностью очистки с его помощью верхней поверхности фильтрующего материала, механизм обслуживания, выполненный с возможностью использования его для введения воды в выпускное отверстие и обеспечения протекания воды в обратном направлении сквозь фильтрующий материал, и отводной механизм, выполненный с возможностью использования его для отвода этой пропускаемой в обратном направлении воды в область верхней поверхности фильтрующего материала.

Медленное песчаное фильтрующее устройство по предлагаемому изобретению может включать расположенную выше поддерживаемого эксплуатационного уровня воды рассеивающую решетку, выполненную с возможностью прохождения сквозь нее воды из впускного отверстия до достижения верхнего предела поддерживаемого эксплуатационного уровня воды и нижележащего фильтрующего материала.

Устройство для поддержания уровня воды может включать трубу, соединенную с выпускным отверстием и расположенную с простиранием вверх по направлению к поддерживаемому эксплуатационному уровню воды. Устройство для поддержания уровня воды выполнено с возможностью поддержания уровня воды на расстоянии между приблизительно 1 см и 8 см выше верхней поверхности фильтрующего материала или на расстоянии между приблизительно 1 см и 5 см выше верхней поверхности фильтрующего материала. В качестве фильтрующего материала может быть использован кварцевый песок. Медленное песчаное фильтрующее устройство по предлагаемому изобретению может включать впускной водовод, соединенный с впускным отверстием, и средство управления впуском воды для обеспечения контролируемой подачи воды во впускной водовод.

Медленное песчаное фильтрующее устройство по предлагаемому изобретению может включать первый воспринимающий элемент, выполненный с возможностью определения верхнего предела поддерживаемого эксплуатацуионного уровня воды в контейнере, второй воспринимающий элемент, выполненный с возможностью определения нижнего предела поддерживаемого эксплуатационного уровня воды в контейнере, и соединенное с ними управляющее устройство, выполненное с возможностью приема сигналов уровня воды от первого воспринимающего элемента и второго воспринимающего элемента и подачи сигналов на средство управления впуском воды так, чтобы было обеспечено поддержание эксплуатационного уровня воды в контейнере в желаемых пределах.

Медленное песчаное фильтрующее устройство по предлагаемому изобретению может включать также воспринимающий элемент аварийно превышенного уровня воды, выполненный с возможностью подачи на управляющее устройство сигнала об избыточно высоком уровне воды в емкости.

Рассеивающая решетка может содержать отдельные отверстия, выполненные с возможностью пропускания сквозь рассеивающую решетку воды, скапливающейся выше рассеивающей решетки, на поверхность воды в контейнере.

Медленное песчаное фильтрующее устройство по предлагаемому изобретению может включать резервуар питьевой воды, соединенный с выпускным отверстием, первый и второй воспринимающие элементы уровня воды в этом резервуаре питьевой воды, а также средство регулирования потока, выполненное с возможностью регулирования потока воды из выпускного отверстия контейнера в резервуар питьевой воды. Медленное песчаное фильтрующее устройство по предлагаемому изобретению может включать также резервуар сырой воды, соединенный с впускным отверстием фильтрующего устройства, и средство регулирования, выполненное с возможностью регулирования потока воды из резервуара сырой воды в песчаное фильтрующее устройство.

Медленное песчаное устройство по предлагаемому изобретению может включать механизм, выполненный с возможностью чистки с его помощью верхней поверхности фильтрующего материала. Этот чистящий механизм может представлять собой механическую мешалку с ручным приводом. Эта механическая мешалка может включать перемешивающую лопасть, выполненную с возможностью вступления в контакт с верхней поверхностью фильтрующего материала, и вращаемый приводной вал с ручкой, выполненной с возможностью приведения с ее помощью в действие мешалки вручную.

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

Перемешивающая лопасть может включать что-либо из следующего перечня: скребковая пластина, скребковые зубья, лопаткообразные скребковые элементы, вилкообразные скребковые элементы, L-образные скребковые элементы, Т-образные скребковые элементы. Механическая мешалка может иметь привод с обеспечением ее вращения при прохождении приводного вала сквозь рассеивающую решетку, которая может быть расположена в верхней части контейнера.

Еще одним предметом предлагаемого изобретения является способ применения медленного песчаного фильтра, при этом фильтр включает следующие компоненты: контейнер, фильтрующий материал, которым частично заполнен контейнер, предназначенное для впуска воды впускное отверстие (водовпускное средство), расположенное выше верхней поверхности фильтрующего материала, и предназначенное для выпуска воды выпускное отверстие (водовыпускное средство), расположенное внутри фильтрующего материала, при этом способ включает следующие стадии: поддержание уровня воды в контейнере выше верхней поверхности фильтрующего материала в пределах между (I) уровнем, при котором толща воды над верхней поверхностью фильтрующего материала достаточна для недопущения существенного повреждения биологического слоя вследствие падения воды из впускного отверстия на поверхность воды в контейнере, и (II) уровнем, при котором толща воды над верхней поверхностью фильтрующего материала достаточно невелика для того, чтобы было обеспечено диффузионное проникновение кислорода воздуха из пространства над поверхностью воды сквозь толщу воды и достижение им биологического слоя так, чтобы было обеспечено поддержание биологического слоя в живом состоянии даже в отсутствие поступления потока воды из впускного отверстия и в условиях периодической очистки фильтра с помощью подачи прерывистого потока воды в обратном направлении, пропускаемого сквозь слой фильтрующего материала вверх, перемешивания воды у верхней поверхности фильтрующего материала для приведения загрязняющих частиц во взвешенное состояние в толще воды над фильтрующим материалом, и отвод воды со взвешенными в ней загрязняющими частицами за пределы фильтрующего устройства.

Краткое описание прилагаемых чертежей

На прилагаемых чертежах иллюстрируется конкретный вариант осуществления предлагаемого изобретения, но этим вариантом никоим образом не ограничивается суть предлагаемого изобретения или его объем.

На фиг.1 показан в продольном разрезе медленный песчаный фильтр с ручным управлением, выполненный с возможностью работы в услових прерывистой подачи потока воды, в состоянии перерыва в работе, вид спереди;

на фиг. 2 - верхняя часть устройства, показанного на фиг.1, в состоянии работы, вид спереди, продольный разрез;

на фиг.3 - медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением, выполненный с возможностью работы в условиях прерывистой подачи воды, вид спереди, продольный разрез;

на фиг.4 - часть узла держателя рассеивающей решетки, выполненной в виде пластины, предназначенная для использования в устройстве, показанном на фиг. 3;

на фиг. 5 - рассеивающая решетка, выполненная в виде пластины, предназначенная для использования в устройстве, показанном на фиг.3, вид сверху;

на фиг. 6 - рассеивающая решетка, изображенная на фиг.5, выполненная в виде пластины, в разрезе, вид сбоку;

на фиг.7 - схема водоводов устройства, показанного на фиг.3, в комбинации с резервуаром сырой воды и резервуаром питьевой воды;

на фиг. 8 - схема управляющей системы для использования с устройством, показанным на фиг. 3, в комбинации с резервуаром сырой воды и резервуаром питьевой воды;

на фиг.9 - вариант медленного песчаного фильтра с автоматическим управлением, выполненного с возможностью работы в условиях прерывистой подачи потока воды, вид спереди;

на фиг.10 - медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением, выполненный с возможностью работы в условиях прерывистой подачи потока воды, изображенный на фиг.9, вид сбоку;

на фиг.11 - медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением, выполненный с возможностью работы в условиях прерывистой подачи потока воды, изображенный на фиг.9, вид спереди в продольном разрезе;

на фиг.12 - медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением, выполненный с возможностью работы в условиях прерывистой подачи потока воды, вид сбоку, в продольном разрезе, вместе с чистящим механизмом, согласно предлагаемому изобретению.

на фиг. 13 - рассеивающая решетка, предназначенная для использования в устройстве, показанном на фиг.12, вид сверху;

на фиг.14 - рассеивающая решетка, показанная на фиг.13, вид сбоку;

на фиг. 15 - узел дренирующего подстилающего слоя, предназначенного для использования в донной части устройства, показанного на фиг.12, вид сверху;

на фиг. 16 - рассеивающая решетка и чистящий механизм согласно предлагаемому изобретению, вид сбоку;

на фиг. 17 - первый вариант конструкции механической мешалки, используемой для чистки в устройстве, показанном на фиг.16, вид сбоку;

на фиг.18-фиг.22 показаны другие различные варианты конструкции механической мешалки, используемой для чистки в фильтрующем устройстве по предлагаемому изобретению.

Подробное описание конкретных вариантов осуществления предлагаемого изобретения

Как известно среднему специалисту, имеющему дело с охраной окружающей среды, медленные песчаные фильтры, которые не предназначены для работы в режиме прерывистой подачи потока воды, не обеспечивают удовлетворительной

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

производительности в случае, когда их работа имеет вынужденные перерывы (см. статью Виссхера, Парамасивана, Рамана и Хейнйена (Visscher, Paramasivan, Raman and Heinjen) "Slow Sand Filtration for Community Water Supply" ("Медленная песчаная фильтрация для коммунального водоснабжения"), опубликованной в издании Technical Paper, Serial No. 24 Международным информационным центром по коммунальному водоснабжению и ассенизации (International Reference Center for Community Water Supply and Sanitation), Гаага, Нидерланды, а также доклад "Slow Sand Filtration" ("Медленная песчаная фильтрация"), подготовленный Рабочим комитетом по медленной песчаной фильтрации отделения по технике моделирования эксплуатационных условий Американского общества гражданских инженеров (Task Committee on Slow Sand Filtration of the Environmental Engineering Division of the American Society of Civil Engineers), 1991 год). Как отмечается в источниках информации, падение производительности медленных песчаных фильтров при перерывах в работе связано с уменьшением концентрации растворенного кислорода в толще воды над поверхностью песка (см. статью Парамасивана, Джоши, Дхадже и Тайджне (Paramasivan, Joshi, Dhage and Taijne) "Effect of Intermittent Operation of Slow Sand Filters on Filtered Water Quality" ("Влияние перерывов в работе медленных песчаных фильтров на качество отфильтрованной воды"), опубликованную в 1980 году в Indian Journal of Environment and Health (Индийский журнал по охране окружающей среды и здоровью), том 22, 2, страницы 136-150). Эти результаты были получены после обследования предназначенных для непрерывной работы медленных песчаных фильтров, с помощью которых осуществлялась обработка воды из естественных источников.

Изобретатель предлагаемого изобретения обнаружил, что при поддержании статического уровня воды над верхней поверхностью песка (или другого фильтрующего материала)

(I) от некоторой минимальной глубины, при которой слой, в котором осуществляется биологическая обработка воды (называемый здесь биологическим слоем), не высыхает или не оказывается потревоженным поступающей водой, в результате чего биологический слой получал бы пробоины и пропускал бы сырую воду без биологической обработки; и

(II) до некоторой максимальной глубины, при которой кислород воздуха достигает биологического слоя, который благодаря этому не погибает от пребывания в застойной воде с недостаточным содержанием кислорода,

биологический слой может сохраняться в живом состоянии даже в условиях прерывистой работы, и эффективность медленного песчаного фильтра может поддерживаться на удовлетворительном уровне даже при наличии перерывов в его работе. Под вышеупомянутым статическим уровнем воды, который может быть назван поддерживаемым эксплуатационным уровнем, понимается уровень воды в медленном песчаном фильтре, когда он не работает, то есть не используется для водоснабжения.

Биологический слой медленного песчаного фильтра, работающего в условиях прерывистой подачи воды, по предлагаемому изобретению обычно остается в живом состоянии по меньшей мере в течение еженедельных выходных дней (уик-энда), и может оставаться в живом состоянии в условиях отсутствия подачи потока вода по меньшей мере в течение недели после окончания одного периода подачи воды до начала следующего периода подачи воды. Такие условия могут возникнуть, когда житель коттеджа покидает на время свой коттедж. И если, в конце концов, при продолжительном отсутствии подачи воды биологический слой погибает, то не по причине недостатка кислорода, а по причине недостатка питания. Будучи способным обеспечить выживание биологического слоя в течение более 48 часов в отсутствие подачи потока воды, медленный песчаный фильтр по предлагаемому изобретению представляет собой значительный шаг вперед по сравнению с известным уровнем техники.

Это неожиданное открытие, так как до сих пор в этой отрасли техники считалось, что биологический слой в медленных песчаных фильтрах быстро погибает при отсутствии подачи потока воды.

При нормальной непрерывной работе медленного песчаного фильтра биологический слой наращивает свою толщину. Это приводит к снижению пропускной способности фильтра, то есть к тому, что протекание воды сквозь него замедляется. Поэтому в таких непрерывно работающих фильтрующих системах необходимо время от времени прерывать работу и физически уменьшать толщину биологического слоя, соскребая какую-то его часть. В связи с этим можно говорить о еще одном, побочном, преимуществе рассчитанного на работу в условиях прерывистой подачи потока воды медленного песчаного фильтра по предлагаемому изобретению, так как благодаря некоторому отмиранию и уменьшению толщины биологического слоя в периоды отсутствия подачи воды пропускная способность фильтра поддерживается на должном уровне.

В одном из вариантов осуществления медленного песчаного фильтра по предлагаемому изобретению для подержания постоянного уровня воды в контейнере медленного песчаного фильтра используется создание подпора воды в вертикально ориентированной трубе. Этот контейнер включает впускное и выпускное отверстия, предназначенные для впуска и выпуска воды соответственно, и частично заполнен песком или другим фильтрующим материалом. От выпускного отверстия медленного песчаного фильтра выведена вверх труба, простирающаяся до желаемого уровня воды над верхней поверхностью песка. В трубе и контейнере обеспечен подпор воды на желаемом уровне выше верхней поверхности песка, даже когда поток поступающей воды имеет непостоянный характер. Биологический слой образуется на верхней поверхности фильтрующего материала автоматически и естественным образом. В предпочтительном варианте уровень воды в таком управляемом вручную медленном песчаном фильтре, в котором в

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

качестве фильтрующей среды используется кварцевый песок и который работает при комнатной температуре (примерно 21°C), поддерживается на уровне выше, чем примерно 1 см над верхней поверхностью фильтрующего материала, но ниже, чем примерно 8 см над верхней поверхностью фильтрующего материала медленного песчаного фильтра.

В другом варианте осуществления медленного песчаного фильтра по предлагаемому изобретению уровень воды во время перерыва в использовании фильтра поддерживается автоматически на желаемом минимальном статическом уровне, а во время работы поддерживается в желаемых пределах выше верхней поверхности песка (или другого фильтрующего материала) в частично заполненном контейнере. Автоматическое регулирование уровня осуществляется с помощью системы воспринимающих элементов, выполненной с возможностью определения минимального и максимального уровней воды в контейнере медленного песчаного фильтра. Подача воды может осуществляться от насоса или самотеком (гравитационное течение) через регулируемый клапан. В течение тех периодов, когда забор воды из медленного песчаного фильтра не производится, уровень воды поддерживается на желаемом статическом уровне примерно в тех же пределах, которые были указаны выше для медленного песчаного фильтра с ручным управлением.

Вода из медленного песчаного фильтра с автоматическим управлением для использования в условиях прерывистой подачи потока воды по предлагаемому изобретению преимущественно подается в резервуар питьевой воды. Уровень воды в этом резервуаре питьевой воды может регулироваться в желаемых пределах также с помощью комбинации воспринимающих элементов верхнего и нижнего предельных уровней и клапана на выпускной трубе, проведенной из контейнера к резервуару питьевой воды.

При разработке конструкции медленных песчаных фильтров для использования в условиях прерывистой подачи воды по предлагаемому изобретению и управления ими уделялось внимание тому, чтобы были устранены проблемы, возникающие в медленных песчаных фильтрах, предназначенных для работы в условиях непрерывной подачи потока воды, при остановке их работы. Медленный песчаный фильтр для использования в условиях прерывистой подачи потока воды был также подвергнут интенсивным испытаниям как в лабораторных, так и в полевых условиях при подаче природной воды (см. M. Eng. Thesis by B. Buzunis, "Intermittently Operated Slow Sand Filtration: A New Water Treatment Process" ("Медленная песчаная фильтрация при прерывистой работе - Новый способ обработки воды"). University of Calgary (Университет Калгари), 1995 год). Пилотное испытание медленного песчаного фильтра для использования в условиях прерывистой подачи воды при подаче воды из естественных источников показало, что концентрация растворенного кислорода у поверхности песка могла поддерживаться на достаточно высоком уровне для того, чтобы производительность медленного песчаного фильтра не уменьшалась даже в условиях работы с перерывами. В противоположность этому, в работе Парамасивана и др., упоминавшейся выше, сообщается о неудовлетворительной работе различных медленных песчаных фильтров, предназначенных для работы в условиях непрерывной подачи потока воды, при работе с такими же перерывами.

Скорость, с которой растворенный кислород потребляется живым биологическим слоем на поверхности песка, является функцией величины накопленного на поверхности песка биологического слоя (под которым понимается совокупность микроорганизмов, органических веществ и неорганических веществ), но не зависит от того, как происходило накопление этого биологического слоя (то есть от того, в каком режиме работал фильтр - в непрерывном или с перерывами). Из этого следует, что в фильтре, работавшем в условиях непрерывной подачи потока воды с большой глубиной толщи воды над верхней поверхностью песка, при его остановке имеет место потребление растворенного кислорода подобное тому, которое имеет место в фильтре, работавшем в условиях прерывистой подачи потока воды с той же глубиной толщи воды над верхней поверхностью песка, при его остановке или при перерыве в его работе, при условии, что оба эти фильтра двух разных типов имеют сходные биологические слои и сходны также периоды остановок или перерывов в работе обоих фильтров. Из этого следует, что результаты, полученные Парамасиваном и др. (Paramasivan et al.) для медленных песчаных фильтров, предназначенных для использования в условиях непрерывной подачи потока воды, применимы также в отношении медленных песчаных фильтров, предназначенных для использования в условиях прерывистой подачи потока воды.

На фиг.1 и фиг.2 проиллюстрирован представляющий собой один из вариантов осуществления предлагаемого изобретения медленный песчаный фильтр с ручным управлением, предназначенный для использования в условиях прерывистой подачи потока воды. Такой фильтр может быть установлен, например, в отдельно расположенном жилище. Рассматриваемый медленный песчаный фильтр включает водонепроницаемый контейнер 1, имеющий верхнюю часть 2 и нижнюю часть 3. Контейнеру 1 служит поддержкой основание (станина) 4. Контейнер 1 имеет высоту преимущественно в пределах примерно от 1 м до 1,2 м, что же касается его поперечного сечения, то оно может быть различной величины, хотя для домашнего использования может быть порекомендован диаметр около 40 см. Контейнер 1 может быть выполнен из пластмассы, например из поливинилхлорида, или же из бетона или другого материала, подходящего для использования с питьевой водой. Верхняя часть 2 контейнера 1 покрыта крышкой 5, которая преимущественно должна покрывать открытый верх контейнера 1 полностью для предотвращения попадания внутрь контейнера 1 пыли и прочего мусора или посторонних предметов.

Открытый верх контейнера 1 образует отверстие для впуска воды (водовпускное средство), сквозь которое обеспечена

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

возможность вливания воды в контейнер 1. Нижняя часть 3 контейнера 1 на глубину 40 см или более заполнена промытым кварцевым песком 6 или другим фильтрующим материалом, подходящим для использования в медленных песчаных фильтрах (как описано, например, в патенте США 5032261, выданном Пайперу (Piper)). В основании нижней части 3 контейнера 1 берет начало водовыпускное средство 7. Это водовыпускное средство 7 включает дренирующий подстилающий слой, состоящий из природного крупнозернистого каменного материала 8, который расположен ниже песка 6, и перфорированную дренажную трубу 9, которая расположена в толще природного крупнозернистого каменного материала 8, имеет продолжение наружу уже в неперфорированном виде через отверстие в нижней части 3 контейнера 1 и вверх с образованием на конце водовыпускного горизонтального участка 10. Дренажная труба 9 представляет собой перфорированную трубу, выполненную из поливинилхлорида, с диаметром около 12 мм, как и все описываемые здесь трубы, перфорация трубы 9 осуществлена путем выполнения вдоль нее внизу ряда отверстий диаметром 3 мм с расстоянием между центрами соседних отверстий 25 мм. Расположенный в толще природного крупнозернистого каменного материала 8 конец дренажной трубы 9 герметично закрыт выполненной из поливинилхлорида 12-миллиметровой заглушкой 11. Природный крупнозернистый каменный материал 8 преимущественно представляет собой промытый 19-миллиметровый кварцевый галечник или другой подобный материал. Перфорированная часть дренажной трубы 9 погружена в толщу природного крупнозернистого каменного материала 8 на глубину около 5 мм, считая от верха перфорированной дренажной трубы 9.

Уровень воды 12 в контейнере 1 должен поддерживаться в пределах между некоторыми минимальным и максимальным допустимыми значениями выше верхней поверхности песка 6 с расположенным на ней биологическим слоем 13, преимущественно в пределах от 1 см до 8 см над верхней поверхностью песка 6. Поддержанию уровня в нужных пределах способствует наличие соответствующих меток на контейнере 1. Вода в контейнере имеет температуру помещения (то есть не подогрета), например 21 °С, и находится в условиях давления помещения (то есть при атмосферном давлении). Минимально допустимый уровень, то есть 1 см, выбран из тех соображений, чтобы глубина была достаточной для недопущения высыхания биологического слоя 13, что убило бы его, а также для недопущения взбалтывания биологического слоя 13 водой, падающей на поверхность воды 12, находящейся в контейнере 1.

Верхний допустимый уровень воды 12 выбран из тех соображений, чтобы глубина не была слишком большой во избежание застоя по причине необеспечения переноса кислорода из воздуха, находящегося в пространстве над поверхностью воды 12, к биологическому слою 13 в периоды отсутствия поступления свежей сырой воды. Термином "застой" здесь обозначается такое состояние, при котором толща воды выше биологического слоя 13, находящегося на верхней поверхности песка 6, так глубока, что в ней оказывается недостаточно растворенного кислорода, из-за чего биологический слой погибает. Биологический слой 13 потребляет растворенный в воде кислород, и если толща воды над биологическим слоем 13 так глубока, что кислород из воздуха над поверхностью воды 12 не может достичь биологического слоя 13, биологический слой 13 погибает. Считается, что реальный максимально допустимый уровень воды 12 отчасти зависит от типа фильтрующего материала, а также от температуры помещения, и потому он может быть легко определен экспериментальным путем. Упомянутый выше диапазон от 1 см до 8 см известен изобретателю предлагаемого изобретения как благоприятный при использовании в качестве фильтрующего материала мелкозернистого кварцевого песка при окружающей температуре 21°С. В общем случае, чем ниже минимальный уровень воды 12 (но выше, чем 1 см), тем лучше. Поэтому предпочтительным диапазоном колебания уровня воды следует считать диапазон от 1 см до 5 см.

Поддержание уровня воды может быть осуществлено путем придания трубе 9 после ее выхода из контейнера направления вверх с ограничением на желаемом уровне с образованием водовыпускного горизонтального участка 10, как это показано на рассматриваемых чертежах. При этом обеспечивается поддержание указанного уровня воды 12. Этот уровень воды 12 поддерживается не ниже минимально допустимомого предела даже в те периоды, когда песчаный фильтр не работает, то есть когда не происходит поступления в фильтр сырой воды. Это называется состоянием покоя фильтра. На фиг.2 в продольном разрезе на виде спереди показана верхняя часть 2 контейнера 1 в состоянии начала работы фильтра. Во время работы, при начальном поступлении сырой воды уровень воды поначалу высок, как это можно видеть на фиг.2, а затем постепенно снижается до желаемого уровня, то есть до показанного на фиг.1 уровня воды 12, по мере того как фильтруемая вода просачивается вниз сквозь слой песка 6 и слой природного крупнозернистого каменного материала 8 и попадает в перфорированную трубу 9. Профильтрованную воду можно собирать в бадью или другой подходящий резервуар 14 для питьевой воды или же откачивать в переносный водный резервуар, как показано на других чертежах. При таких условиях эксплуатации биологический слой 13 нарастает на верхней поверхности песка естественным образом.

Вода, поступающая во время работы в верхнюю часть контейнера 1, может вызвать взбалтывание нежного биологического слоя 13, если только не позаботиться о том, чтобы поступление воды обеспечивалось с должной осторожностью. Для предотвращения взбалтывания чувствительного биологического слоя 13 рекомендуется включать в конструкцию фильтра рассеивающую решетку 15, крепление которой к стенке контейнера 1 выше биологического слоя 13, находящегося на верхней поверхности песка 6, может быть осуществлено с помощью любых подходящих средств, например, как показано на фиг.4.

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

Рассеивающая решетка 15 должна обладать способностью равномерного рассеивания воды и пропускной способностью, превышающей расход сырой воды, подаваемой в фильтр. Рассеивающая решетка 15 показана отдельно на фиг.5 и фиг.6. Она проставляет собой пластину, в которой выполнены отверстия диаметром 2 мм, расположенные на расстоянии около 1 см друг от друга, и расположена на высоте примерно 10 см выше биологического слоя 13, расположенного на верхней поверхности песка 6, и по меньшей мере не ниже желаемого уровня воды 12, показанного на фиг.1. Вода, поступающая в контейнер 1 во время работы фильтра, первоначально собирается поверх рассеивающей решетки 15, постепенно просачиваясь сквозь нее, не вызывая взбалтывания биологического слоя 13.

При работе фильтра контейнер 1 обычно заполнен водой до желаемого уровня, показанного на фиг.1 (уровень воды 12), между максимальным и минимальным допустимыми предельными уровнями, при этом биологический слой 13 поддерживается в живом состоянии. В простейшем случаем работа с фильтром заключается в том, что с контейнера 1 снимают крышку 5 и в него через верх заливают воду. Через некоторое время профильтрованная вода питьевого качества начинает течь в резервуар 14. Профильтрованная вода продолжает выходить из фильтра до тех пор, пока уровень воды 12 (см. фиг.1) над биологическим слоем 13 не станет ниже нижнего уровня водовыпускного горизонтального участка 10 дренажной трубы. При работе фильтра толщина живого биологического слоя 13 со временем увеличивается. И когда толщина биологического слоя 13 достигает величины, при которой пропускная способность фильтра падает ниже допустимого, возникает необходимость в проведении технического обслуживания. Это техническое обслуживание обычно заключается в чистке, которая, в свою очередь, заключается в удалении биологического слоя 13, а вместе с ним и поверхностного слоя песка толщиной примерно от 1 см до 2 см. Считается, что такой фильтр с ручным управлением снова готов к работе через день после такого технического обслуживания.

На фиг.3-фиг.8 иллюстрируется медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением, предназначенный для использования в условиях прерывистой подачи потока сырой воды. С помощью системы автоматического управления может быть обеспечена, например, подача всегда имеющейся в наличии, но используемой с частыми перерывами питьевой воды в домашние водопроводные краны без участия домовладельца. Показанный на фиг. 3 медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением включает водонепроницаемый цилиндрический контейнер 16, имеющий верхнюю часть 17 и нижнюю часть 18, конструкция и размеры которых подобны таковым у контейнера 1 фильтра, показанного на фиг.1, а также подобную крышку 19. Сквозь стенку верхней части 17 контейнера 16 проведена предназначенная для впуска сырой воды впускная труба 20, на конце которой образован направленный вниз наконечник. Нижняя часть 18 контейнера 16 на глубину не менее 40 см (например, на 61 см) заполнена фильтрующим материалом 21, в качестве какового может быть использован кварцевый песок, подобный фильтрующему материалу 6, показанному на фиг.1.

В нижней части 18 контейнера 16 выполнен водоотводный слой 22. Этот водоотводный слой 22, находящийся в придонной области контейнера 16, содержит подстилающий дренирующий слой из природного крупнозернистого каменного материала 23, расположенного ниже слоя фильтующего песка 21, и перфорированную трубу 24, находящуюся в контакте с природным крупнозернистым каменным материалом 23. Труба 24 имеет концевую заглушку 25. Труба 24 находится внутри слоя природного крупнозернистого каменного материала 23 и выведена наружу сквозь отверстие в нижней части 18 контейнера 16. Слой природного крупнозернистого каменного материала 23 и слой фильтрующего песка 21 преимущественно разделены посредством дренажного покрытия из геоткани (геомембраны) 26. Труба 24 выведена в предназначенный для приема питьевой воды резервуар 27 (показан на фиг.7 и фиг.8). Труба 24 погружена в слой природного крупнозернистого каменного материала 23 по меньшей мере на 20 см. Для обеспечения возможности поддержания уровня воды выше верхней поверхности фильтрующего песка 21, и поддержания, тем самым, биологического слоя 28 в живом состоянии пропускная способность впускной трубы 20, через которую поступает сырая вода, должна превышать максимальный расход воды, протекающей сквозь слой фильтрующего песка 21.

Уровень воды 29 должен быть в пределах от 1 см до 8 см, предпочтительно - в пределах от 1 см до 5 см, выше биологического слоя 28. Для обеспечения возможности поддержания уровня воды 29 в указанных выше предпочтительных пределах на уровнях 1 см и 5 см выше биологического слоя могут быть установлены воспринимающие элементы (датчики).

В процессе работы фильтра при добавлении сырой воды в контейнер 16 через впускную трубу 20 может произойти взбалтывание или пробивание биологического слоя 28, если только не позаботиться о том, чтобы это добавление воды производилось с надлежащей осторожностью. Для предотвращения взбалтывания биологического слоя 28 и для обеспечения прохождения сырой воды сквозь биологический слой 28, а не в обход его (например, через сделанные в нем пробоины), рекомендуется включать в состав фильтра рассеивающую решетку 30, которая отдельно показана на фиг.5 и фиг.6. Рассеивающая решетка 30, подобно рассеивающей решетке 15, показанной на фиг.1, снабжена равномерно распределенными отверстиями 31. Рассеивающая решетка 30 прикреплена к контейнеру 16, как показано на фиг. 4, с помощью крепежных узлов, каждый из которых включает болт 32, гайку 33 и шайбу 34, на уровне выше биологического слоя 28, расположенного на верхней поверхности песка 21, и выше уровня воды 29. В предпочтительном варианте осуществления

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

рассеивающая решетка 30 расположена на высоте приблизительно 8 см над биологическим слоем 28, который расположен на верхней поверхности песка 21, и на 5 см выше минимально допустимого уровня воды 29 (называется также поддерживаемым эксплуатационным уровнем (ПЭУ)), и должна обладать пропускной способностью, превышающей расход сырой воды, поступающей в контейнер 16 через впускную трубу 20. Во время работы фильтра поступающая в контейнер 16 сырая вода проходит через выполненные в решетке 30 отверстия 31, попадает на поверхность воды 29 и постепенно проникает вниз, достигая биологического слоя 28, находящегося на верхней поверхности фильтрующего песка, без взбалтывания этого биологического слоя или создания в нем нежелательных пробоин.

В верхней части 17 контейнера 16 выполнена отводная труба 35, которая выведена наружу через стенку контейнера 16 и снабжена дренажным отводом 36 и воздухоотводом 37. Отводная труба 35 расположена на том же уровне, что и впускная труба 20. Отводная труба 35 с дренажным отводом 36 работает как аварийная дренажная система и должна иметь такую же водопропускную способность, что и впускная труба 20. Воздухоотвод 37 обеспечивает отведение воздуха из полости контейнера 16, и его воздухопропускная способность должна быть достаточной для свободного отведения в атмосферу воздуха, находящегося в верхней части фильтра, во время заполнения контейнера 16 сырой водой, и наоборот, для свободного пропускания атмосферного воздуха в пространство в верхней части фильтра при выпускании воды из фильтра. Воздух в верхней части 17 фильтра должен находиться под атмосферным давлением.

Теперь обратимся к фиг.7 и фиг.8, на которых иллюстрируются соответственно схема протекания воды и схема управления. Расход воды, поступающей из контейнера 16 медленного песчаного фильтра в резервуар питьевой воды 27 через трубу 24, осуществляется под управлением подходящего средства, например, с помощью шарового обратного клапана 38 и соленоидного клапана 39. Труба 24 имеет три участка, представляющих собой 12-миллиметровые трубные секции, выполненные из поливинилхлорида, соединенные между собой с помощью сочленений 40, при этом соленоидный клапан 39 расположен на центральном участке. Конечный участок трубы 24 выведен в резервуар питьевой воды 27. Размер резервуара питьевой воды 27 выбран таким, чтобы было обеспечено вмещение им объема воды, достаточного для нормального использования. Поток воды из резервуара питьевой воды 27 может быть проведен через дренажную трубу 41, в которой имеется шаровый обратный клапан 42, или в водораспределительную систему 43 (показана как область, ограниченная пунктиром на фиг.7) через выпускную трубу 44. Водораспределительная система 43 изолирована от резервуара питьевой воды 27 посредством шарового обратного клапана 45, установленного в выпускной трубе 44, и выполнена с возможностью обеспечения подачи питьевой воды для использования потребителем в соответствии с его потребностями или возвращения воды в резервуар сырой воды 46. Подача питьевой воды через выпускную трубу 44 осуществляется с помощью насоса 47, установленного в линии выпускной трубы 44 между двумя ее сочленениями 48. От насоса 47 питьевая вода может быть возвращена в резервуар сырой воды 46 по трубе 49 под управлением соленоидного клапана 50, установленного в трубе 49, когда требуется чистая вода для освежения фильтрующего материала в контейнере 16, или же может быть подана через продолжение выпускной трубы 44 в трубы 51 и 52, из которых питьевая вода может использоваться на различные нужды через ручные клапаны (например, краны) 53, обычно устанавливаемые в жилище.

Вода подается из резервуара сырой воды 46 в содержащий фильтрующий материал контейнер 16 с помощью насоса 54, установленного в линии впускной трубы 20. Если резервуар сырой воды 46 расположен выше контейнера 16, то подача сырой воды может быть осуществлена под действием сил гравитации (самотеком), и в этом случае вместо насоса 54 может быть использован соленоидный клапан. Используемый для подачи сырой воды насос 54 или соленоидный клапан представляет собой средство управления впуском воды, предназначенное для осуществления регулируемой подачи сырой воды во впускную трубу 20. Дренажный отвод 36 (см. также фиг.3) может быть направлен непосредственно в резервуар сырой воды 46, а может и просто куда-то вовне.

Регулирование уровней воды в контейнере 16 и в резервуаре питьевой воды 27 осуществляется с помощью описанных выше средств регулирования водного потока и воспринимающих элементов уровней воды в контейнере 16 и резервуаре питьевой воды 27. Как можно видеть на фиг.8, с помощью воспринимающих элементов уровней воды, установленных в контейнере 16, определяются следующие уровни воды: (I) поддерживаемый эксплуатационный уровень воды 29 (ПЭУ) (см. фиг. 3); (II) аварийно высокий уровень воды в контейнере (АВУК), находящийся на расстоянии 18 см выше биологического слоя 28, расположенного на верхней поверхности песка 21 (для предотвращения переполнения); (III) уровень остановки подающего насоса (УОПН), находящийся на расстоянии 15 см выше биологического слоя 28; и (IV) уровень запуска подающего насоса (УЗПН), находящийся на расстоянии 50 мм выше биологического слоя 28, расположенного на верхней поверхности песка 21. Эти уровни с их сокращенными обозначениями показаны на фиг.8. Для поддержания биологического слоя в живом состоянии даже в отсутствие подачи потока воды необходимо во время периодов неиспользования фильтра поддерживать уровень воды 29 в приемлемых пределах около поддерживаемого эксплуатационного уровня (ПЭУ). Поддерживаемый эксплуатационный уровень (ПЭУ) выбирается согласно условиям поддержания биологического слоя в живом состоянии, описанным выше при описании медленного песчаного фильтра с ручным управлением. За общее правило можно принять, что уровень воды 12 (см. фиг. 1) или уровень воды 29 (см. фиг.3) должен

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

находиться на высоте от 1 см до 8 см, а предпочтительно - от 1 см до 5 см, над верхней поверхностью фильтрующего песка 6 или 21 соответственно.

Как можно видеть на фиг.8, определение уровней воды в резервуаре питьевой воды 27 осуществляется с помощью воспринимающих элементов, которые воспринимают следующие уровни: (I) аварийно высокий уровень воды в резервуаре питьевой воды (АВУР), находящийся на расстоянии 2,5 см ниже верха 55 резервуара питьевой воды 27; (II) уровень прекращения наполнения резервуара питьевой воды (УПНР), находящийся на расстоянии 7,5 см ниже верха 55 резервуара питьевой воды 27; (III) уровень возобновления наполнения резервуара питьевой воды (УВНР), находящийся на расстоянии 20,0 см ниже верха 55 резервуара питьевой воды 27; и (IV) уровень отключения насоса питьевой воды (УОН), находящийся на расстоянии 5,0 см над поверхностью дна 56 резервуара питьевой воды 27, выше труб 41 и 44. Эти воспринимающие элементы, обозначенные их сокращенными обозначениями, схематично показаны на соответствующих уровнях на фиг.8.

Когда питьевая вода потребляется из трубопроводных линий 51 и 52, обычно через краны 53 (см. фиг.7), она должна накачиваться из резервуара питьевой воды 27, который при этом должен пополняться. Поэтому в дальнейшем описывается цикл заполнения питьевой водой резервуара питьевой воды 27. Когда потребляется вода из трубопроводных линий 51 и 52, автоматически включается распределительный насос 47, откачивающий питьевую воду из резервуара питьевой воды 27 и направляющий ее по трубопроводной линии 44 к одной из трубопроводных линий 51 или 52 (при необходимости могут быть также другие трубопроводные линии, подобные трубопроводным линиям 51 и 52). При этом уровень воды в резервуаре питьевой воды понижается. Как только уровень воды в резервуаре питьевой воды понизится до уровня УВНР, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, соленоидный клапан 50 включается, и запускается подающий насос 54, с помощью которого осуществляется подача сырой воды. С помощью подающего насоса 54 осуществляется снабжение сырой водой контейнера 16 медленного песчаного фильтра с расходом, превышающим расход отфильтрованной воды через выпускную трубу 24, вызывая тем самым повышение уровня воды 29 (см. фиг.3) в контейнере 16. Когда уровень воды в контейнере 16 повышается до уровня УОПН, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, подающий насос 54 выключается, в результате чего прекращается подача сырой воды в контейнер 16 через впускную трубу 20. В контейнере 16 вода продолжает просачиваться вниз сквозь слой фильтрующего песка 21, затем вытекает через выпускную трубу 24 и в конечном счете попадает в резервуар питьевой воды 27. В контейнере 16 уровень сырой воды при этом понижается, и по достижении уровня УЗПН, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, снова происходит включение подающего насоса 54. Этот цикл повторяется до тех пор, пока не произойдет наполнение резервуара питьевой воды 27.

Когда в результате поступления воды из контейнера 16 через трубу 24 питьевая вода в резервуаре питьевой воды 27 достигает уровня УПНР, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, подающий насос 54 останавливается, однако соленоидный клапан 39 остается открытым. Благодаря этому обеспечивается возможность стока питьевой воды из контейнера 16 через трубу 24.

Желательно, чтобы в течение периодов времени, когда питьевая вода из резервуара питьевой воды 27 не потребляется, вода в контейнере 16 опускалась до уровня ПЭУ (поддерживаемый эксплуатационный уровень, предпочтительно на высоте в пределах от 1 см до 5 см выше биологического слоя), определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, так как это оптимальный уровень с точки зрения поддержания биологического слоя в живом состоянии. Это сопровождается следующей процедурой, которая представляет собой часть цикла наполнения резервуара питьевой воды. Допустимым верхним пределом уровня воды в резервуаре питьевой воды 27 является уровень АВУР, определяемый с помощью соответствующего воспринимающего элемента, наполнение до этого уровня происходит благодаря поступлению из контейнера 16 отфильтрованной воды через трубу 24, и когда этот уровень оказывается достигнутым, открывается соленоидный клапан 50, через который вода из резервуара питьевой воды 27 начинает выпускаться в резервуар сырой воды 46. Когда в резервуаре питьевой воды 27 уровень воды опускается до уровня УПНР, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, соленоидный клапан 50 закрывается. Затем в резервуар питьевой воды 27 возобновляется поступление отфильтрованной воды из контейнера 16 через трубу 24, и так эти действия повторяются многократно до тех пор, пока уровень воды в контейнере 16 не достигнет поддерживаемого эксплуатационного уровня ПЭУ, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, и тогда соленоидный клапан 39 закрывается. Этим завершается цикл наполнения резервуара питьевой воды 27. При необходимости вышеописанный процесс повторяется.

Если вода из резервуара питьевой воды не потребляется в течение 24 часов, то желательно освежить воду в резервуаре питьевой воды 27 (временно-обусловленный цикл освежения). Соленоидный клапан 50 открывается, в результате чего питьевая вода получает возможность вытекать из резервуара питьевой воды 27 в резервуар сырой воды 46 до тех пор, пока вода в резервуаре питьевой воды не опустится до уровня УВНР, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, и тогда соленоидный клапан 50 закрывается. А в резервуар питьевой воды 27 при этом будет поступать через трубу 24 свежая питьевая вода.

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

Если вода в контейнере 16 поднимется до уровня АВУК, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, то это значит, что уровень воды в контейнере 16 слишком высок, и он подлежит понижению с помощью цикла понижения аварийно высокого уровня воды в резервуаре питьевой воды. Подающий насос 54, качающий сырую воду, выключается и остается выключенным до тех пор, пока вода в контейнере 16 не опустится до поддерживаемого эксплуатационного уровня ПЭУ, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, и соленоидный клапан 50 удерживается открытым до тех пор, пока вода в резервуаре питьевой воды 27 не опустится до уровня УВНР, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента. После этого уровень воды в контейнере 16 будет соответствовать поддерживаемому эксплуатационному уровню ПЭУ, определяемому с помощью соответствующего воспринимающего элемента, и путем открывания соленоидного клапана 39 может быть начат цикл наполнения резервуара питьевой воды 27.

Если вода в резервуаре питьевой воды 27 опускается до уровня УОН, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента, то это значит, что уровень воды в резервуаре питьевой воды 27 слишком низок, и он подлежит повышению. Это повышение осуществляется простым выключением распределительного насоса 47, подающего воду в трубопроводные линии 51 и 52, и оставлением его выключенным до тех пор, пока вода в резервуаре питьевой воды 27 не поднимется до уровня УВНР, определяемого с помощью соответствующего воспринимающего элемента.

Алгоритмы описанных выше процедур запрограммированы в управляющем устройстве, в качестве которого использован микроконтроллер 57, включенный в схему управления с возможностью приема сигналов от каждого из воспринимающих элементов, выполненных с возможностью определения уровней АВУК, УОПН, УЗПН, ПУ, АВУР, УПНР, УВНР и УОН (см. фиг.8), и управления насосами 47 и 54 и каждым из соленоидных клапанов 39 и 50. Микроконтроллер 57 может представлять собой программируемый логический микроконтроллер, например микроконтроллер модели 1747-L20C/F 12-DC SNK 8-RLY, который выпускается на рынок компанией Аллен Брэдли Ко. (Alien Bradley Co.), запрограммированный в соответствии с определенной программой. В другом варианте в качестве управляющего устройства может быть использован микропроцессор, например, типов Microchip PIC16C55/57, запрограммированный таким же образом. Программа выполняет описываемые здесь шаги процесса, программирование может быть осуществлено любым квалифицированным программистом на основании приводимого здесь описания процесса. Микроконтроллер 57 включен в схему управления с возможностью подачи управляющих сигналов на насосы 47 и 54 и на соленоидные клапаны 39 и 50, работой которых обеспечивается поддержание желаемых уровней воды.

Далее мы переходим к описанию еще одного варианта осуществления предлагаемого изобретения, который проиллюстрирован на фиг.9-фиг.22. На фиг.9 показан на виде спереди предназначенный для использования в условиях прерывистой подачи потока воды медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением по предлагаемому изобретению (второй вариант осуществления), в котором осуществлена возможность его чистки на месте (имеется встроенный чистящий механизм). Как можно видеть из фиг.9, этот медленный песчаный фильтр включает сужающийся книзу контейнер 58, на котором сверху имеется крышка 59. Сужающаяся книзу форма полезна из соображений удобства перевозки, так как при этом можно с экономией пространства загрузить много контейнеров, помещая их частично друг в друга. В верхней части контейнера 58 по периферии образована полка 60. Снаружи контейнера 58 расположена вертикальная труба 61. Вертикальная труба 61 содержит дренажный клапан 62, клапанодержатель 63, выпускной узел 64, антисифонный клапан 65 и соединительную втулку 66, расположенную в нижней части этой вертикальной трубы, над днищем 67. Назначение вышеуказанных деталей будет объяснено ниже.

На фиг. 10 показан на виде сбоку медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением по предлагаемому изобретению (второй вариант осуществления), показанный на фиг. 9. У днища контейнера 58 вертикальная труба 61 подсоединена посредством соединительной втулки 66. На клапанодержателе 63 (см. фиг.9) установлен эксплуатационный клапан 68. В магистраль вертикальной трубы 61 включен также выпускной кран 69, на котором сверху имеется винт калибровочного средства 70. Вверху вертикальная труба 61 соединена с верхней частью контейнера 58 через антисифонную трубку 71.

На фиг. 11 показан на виде спереди в разрезе предназначенный для использования в условиях прерывистой подачи потока воды медленный песчаный фильтр по предлагаемому изобретению (второй вариант осуществления), показанный на фиг.9 и фиг.10. Как можно видеть из фиг.11, содержимое контейнера 58 представляет собой несколько слоев, расположенных один поверх другого, а именно: первый песчаный слой 72 (самый верхний), расположенный под ним второй песчаный слой 73, расположенный под этим вторым слоем третий песчаный слой 74 и придонный слой природного крупнозернистого каменного материала 75. Гранулометрический состав и размеры частиц песка, из которого образованы первый песчаный слой 72, второй песчаный слой 73 и третий песчаный слой 74, могут быть различными и выбираются из соображений обеспечения желаемой производительности и других характеристик предназначенного для работы в условиях прерывистой подачи потока воды медленного песчаного фильтра с автоматическим управлением по предлагаемому изобретению (второй вариант осуществления). Поддерживаемый эксплуатационный уровень воды 76, как уже говорилось выше, должен быть таким, чтобы обеспечивался некоторый компромисс: с одной стороны, глубина воды над биологическим слоем не должна быть

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

слишкой большой, для того чтобы кислород из пространства над поверхностью воды выше поддерживаемого эксплуатационного уровня 76 достигал в достаточном количестве биологического слоя 77, расположенного на верхней поверхности первого песчаного слоя 72, а с другой стороны, эта глубина должна быть достаточно большой, для того чтобы под действием турбулентности, вызываемой поступающей в контейнер 58 сырой водой, не происходило взбалтывания или пробивания биологического слоя. Наиболее удовлетворительные условия работы фильтра с этой точки зрения обеспечиваются при поддерживаемом эксплуатационном уровне воды 76 от 1 см до 8 см выше верхней поверхности первого песчаного слоя 72, при этом предпочтительный диапазон составляет от 1 см до 5 см.

На фиг.12 показан на виде сбоку в разрезе предназначенный для использования в условиях прерывистой подачи потока воды медленный песчаный фильтр с автоматическим управлением по предлагаемому изобретению (второй вариант осуществления), снабженный встроенным чистящим механизмом. Как можно видеть из фиг.12, контейнер 58 содержит в своей верхней части выше верхней поверхности первого песчаного слоя 72 механическую мешалку 78, приводимую в работу вручную, приводной вал которой проходит через центр тазообразной рассеивающей решетки 79. Выполненная по периферии этой тазообразной рассеивающей решетки 79 закраина 80 опирается на полку 60, которая выполнена по периферии верхней части контейнера 58. Вертикальная труба 61, о которой подробно говорилось выше при рассмотрении фиг.9 и фиг.10, подсоединена у днища контейнера 58 через посредство соединительной втулки 66. Вертикальная труба 61, как говорилось выше, содержит в своей магистрали эксплуатационный клапан 68, выпускной кран 69, калибровочное средство 70 и антисифонный клапан 65. Этот антисифонный клапан 65 играет важную роль, так как с его помощью обеспечено предотвращение отсасывания сырой воды из верхней части контейнера 58 и попадания ее в выпускной кран 69, через который выпускается отфильтрованная питьевая вода.

На фиг.13 на виде сверху показана тазообразная рассеивающая решетка 79. По периферии этой тазообразной рассеивающей решетки 79 с возможностью опирания на полку 60, выполненную по периферии в контейнере 58, как можно видеть из фиг. 12, выполнена закраина 80. Тазообразная рассеивающая решетка 79 снабжена множеством отверстий 81, которые выполнены в днище тазообразной рассеивающей решетки 79, образуя решетчатую структуру. Размеры и количество отверстий 81 в днище тазообразной рассеивающей решетки 79 выбираются из таких соображений, чтобы было обеспечено снижение влияния турбулентности воды на поддерживаемом эксплуатационном уровне 76 под тазообразной рассеивающей решеткой 79 (см. фиг.11) до пренебрежимо малого значения, и в то же время чтобы было обеспечено протекание воды сквозь эту тазообразную рассеивающую решетку без накопления.

В центре днища тазообразной рассеивающей решетки 79 расположена втулка 82, относящаяся к чистящему механизму. Втулка 82 предназначена для прохождения сквозь нее вала механической мешалки 78 с обеспечением возможности вращения механической мешалки 78 относительно тазообразной рассеивающей решетки 79. На фиг.14 тазообразная рассеивающая решетка, показанная на фиг.13, изображена на виде сбоку в разрезе. На фиг.14 можно видеть закраину 80, которая расположена по периферии в верхней части тазообразной рассеивающей решетки, и втулку 82, расположенную в центре днища тазообразной рассеивающей решетки.

На фиг. 15 показан на виде сверху дренирующий узел для использования в придонном слое природного крупнозернистого каменного материала 75 медленного песчаного фильтра, показанного на фиг.11. Конструкция дренирующего узла 83 включает центральную соединительную крестовину 84, с которой соединены расположенные под углом 90° друг к другу четыре отходящие от нее радиально перфорированные трубы 85. Три из этих перфорированных труб 85 имеют на своих свободных концах заглушки 86. А свободный конец четвертой перфорированной трубы 85 (на фиг.15 - труба, отходящая вниз) соединен с соединительной втулкой 66, которую можно видеть также на фиг.9, фиг.10 и фиг.12. Дренирующий узел 83 погружен в придонный слой природного крупнозернистого каменного материала 75 (см. фиг.11) на небольшом расстоянии от днища 67 контейнера 58. Дренирующий узел 83 выполнен с возможностью сбора в нем отфильтрованной воды, просочившейся сквозь песчаные слои 72, 73 и 74, при этом обеспечена также возможность откачивания этой отфильтрованной воды из дренирующего узла 83 через соединительную втулку 66. Количество и размер отверстий в стенках перфорированных труб 85 выбираются из тех соображений, чтобы для отфильтрованной воды была обеспечена возможность беспрепятственного попадания в дренирующий узел 83 и беспрепятственного вытекания через соединительную втулку 66 без накопления отфильтрованной воды в дренирующем узле. В то же время отверстия в стенках перфорированных труб должны быть достаточно малы, чтобы внутрь дренирующего узла 83, во избежание его забивания, не проникали частицы природного крупнозернистого каменного материала и песка.

На фиг. 16 на виде сбоку в разрезе показана тазообразная рассеивающая решетка 79 в комбинации с чистящим механизмом, реализованным в виде механической мешалки 78. Конструкция тазообразной рассеивающей решетки 79, которая включает закраину 80, расположенную по периферии в верхней части тазообразной рассеивающей решетки, и втулку 82, расположенную в центре днища тазообразной рассеивающей решетки, была рассмотрена ранее. Как можно видеть из фиг. 16, конструкция механической мешалки 78 включает горизонтальную перемешивающую лопасть 87, которая расположена в нижней части конструкции, вертикальный вал 88, расположенный с простиранием вверх от центра перемешивающей лопасти 87 и с прохождением через втулку 82,

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

расположенную в центре днища тазообразной рассеивающей решетки 79, и ручку 89, соединенную с верхним концом вертикального вала 88 и предназначенную для ручного привода этого чистящего механизма. Вертикальный вал 88 установлен во втулке 82 с возможностью его вращения. Таким образом, перемешивающая лопасть 87 может быть приведена во вращение с помощью ручки 89 по часовой стрелке или против часовой стрелки. Сквозь вертикальный вал 88 в поперечном направлении пропущена шпилька настройки высоты 90, которая расположена с упором на втулку 82 для поддержания перемешивающей лопасти 87 на требуемом уровне. С помощью такой конструкции высоту механической мешалки 78 и уровень перемешивающей лопасти 87 в нормальном режиме работы фильтра можно поддерживать в положении выше верхней поверхности первого песчаного слоя 72 и биологического слоя 77 (см. фиг. 11). А когда верхняя поверхность первого песчаного слоя 72 и биологический слой 77 потребуют чистки, шпилька настройки высоты 90 из вертикального вала 88 может быть вынута. В результате перемешивающая лопасть 87 получит возможность занять более низкий уровень и опуститься до верхней поверхности первого песчаного слоя 72. Затем, путем вращения ручки 89 в горизонтальной плоскости по часовой стрелке или против часовой стрелки, оператор приводит во вращение перемешивающую лопасть 87, которая соскребает некоторую порцию материала с верхней поверхности первого песчаного слоя 72. С течением времени происходит нарастание биологического слоя 77, его толщина увеличивается, в результате чего прохождение воды замедляется. Поэтому для поддержания приемлемого расхода воды, просачивающейся сквозь биологический слой 77 и песчаные слои 72, 73 и 74, медленный песчаный фильтр, предназначенный для использования в условиях прерывистой подачи потока воды, следует подвергать периодическому техническому обслуживанию в виде чистки, описанной выше.

На фиг.17-фиг.22 проиллюстрированы различные варианты осуществления перемешивающей лопасти 87. На фиг.17 детально показана конструкция перемешивающей лопасти, показанной на фиг.12 и фиг.16. К перемешивающей лопасти 87 снизу прикреплен резиновый скребок 91. Этот резиновый скребок 91 по конструкции похож на те скребки из резины, которые применяются для мытья окон, и имеет достаточно большую жесткость для того, чтобы соскребать верхнюю порцию материала с верхней поверхности первого песчаного слоя 72, но в то же время он должен быть достаточно гибким для того, чтобы создавать некоторое подпружинивание.

На фиг.18 показана перемешивающая лопасть 87, снабженная рядом скребковых зубьев 92, расположенных с отхождением от тела перемешивающей лопасти вертикально вниз с образованием гребнеобразной структуры. Такая конструкция обеспечивает эффект прочесывания верхней поверхности первого песчаного слоя 72, а не сосребания с него части материала. Прочесывание вместо соскребания может быть предпочтительным в тех случаях, когда необходимо, чтобы остались нетронутыми некоторые участки материала на верхней поверхности первого песчаного слоя 72 и биологического слоя 77.

На фиг. 19 показана еще одна конструкция перемешивающей лопасти 87, которая снабжена рядом лопаткообразных скребков 93, расположенных по нижнему краю перемешивающей лопасти. В некоторых случаях такая конструкция с лопаткообразными скребками 93 оказывается предпочтительной, так как с помощью лопаткообразных скребков 93 обеспечивается соскребание большей части верхней поверхности первого песчаного слоя 72, и в то же время обеспечивается возможность прохождения некоторого количества воды между лопаткообразными скребками 93. Для изменения размеров промежутков между лопаткообразными скребками 93 угол поворота лопаткообразных скребков 93 в плане может быть настраиваемым.

На фиг. 20, фиг.21 и фиг.22 иллюстрируются еще три варианта конструкции перемешивающей лопасти 87. Конструкция, показанная на фиг.20, включает ряд вилкообразных скребков 94, расположенных вдоль нижнего края перемешивающей лопасти. Конструкция, показанная на фиг.21, включает ряд L-образных скребков 95, расположенных вдоль нижнего края перемешивающей лопасти 87. Конструкция, показанная на фиг. 22, включает ряд Т-образных скребков 96, расположенных вдоль нижнего края перемешивающей лопасти. Для изменения расстояний между сребками 94, 95 или 96 горизонтальные углы этих скребков могут быть настраиваемыми. В зависимости от требований конкретной ситуации для обеспечения оптимального режима чистки фильтра можно выбрать перемешивающую лопасть соответствующей конструкции из рассмотренных выше.

Установка перемешивающей лопасти встроенного чистящего механизма

Для установки перемешивающей лопасти 87 встроенного чистящего механизма следует проделать следующие действия:

(1) Прекратить подачу потока воды в контейнер 58, для чего необходимо поднять верхний поплавковый переключатель в резервуаре питьевой воды 27 (или закрыть шаровой клапан на впускной трубе контейнера 16 или 58).

(2) Разъединить соединение внутри контейнера 16 или 58 и снять механический поплавковый узел и воспринимающие элементы, выполненные с возможностью определения уровней АВУК, УОПН, УЗПН и ПУ.

(3) Снять рассеивающую решетку 30 или 79.

(4) Приготовить для сборки новую рассеивающую решетку. К нижнему концу вертикального вала 88 присоединить перемешивающую лопасть 87. Соединить резьбовое соединение. Аналогично присоединить ручку 89.

(5) Установить новую тазообразную рассеивающую решетку 79 вместе с перемешивающей лопастью 87 и вертикальным валом 88. Потянуть вертикальный вал 88 вверх до предела и вставить сквозь вертикальный вал 88 шпильку

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

настройки высоты 90 в нижнее положение. Этим будет обеспечено удержание перемешивающей лопасти 87 выше верхней поверхности первого песчаного слоя 72.

(6) Вернуть в прежнее положение в верхнюю часть фильтра механический поплавковый узел, соединить.

(7) Вернуть в рабочее положение верхний поплавковый переключатель в резервуаре питьевой воды. Для этого открыть шаровый клапан на впускной трубе контейнера 58. Этот клапан должен быть установлен в положении, обеспечивающем уменьшение избыточного потока воды, поступающей в контейнер 58.

Выполнение технического обслуживания фильтра (очистки) с использованием перемешивающей лопасти встроенного чистящего механизма

(1) При использовании механической мешалки 78 встроенного чистящего механизма положение клапанов должно соответствовать показанному на фиг.9, фиг. 10 и фиг. 11. Процедуру чистки рекомендуется проводить при наивысшем рабочем уровне воды в резервуаре питьевой воды 27 и при неработающем контейнере 58.

(2) Процедура чистки начинается с закрытия соленоидного клапана 39 у резервуара питьевой воды 27.

(3) Клапан калибровочного средства 70 и антисифонный клапан 71 должны быть закрыты.

(4) Шланг от эксплуатационного клапана 68 должен быть соединен с выпускной трубой резервуара питьевой воды 27. После этого клапан у резервуара питьевой воды 27 медленно открывают. Эксплуатационный клапан 68 используется для управления потоком воды, поступающей в контейнер 58. Напор этого потока, имеющего обратное рабочему направление, не должен быть слишком сильным. При слишком сильном напоре может произойти взбалтывание и перемешивание песчаных слоев 73 и 74.

(5) Шпилька настройки высоты 90 вынимается из вертикального вала 88 механической мешалки 78. Перемешивающая лопасть 87 опускается на верхнюю поверхность первого песчаного слоя 72. После этого шпилька настройки высоты 90 устанавливается в верхнее отверстие в вертикальном валу 88.

(6) Механическая мешалка приводится во вращение в любом направлении, одновременно с этим медленно подается вода снизу. В результате этого действия механического перемешивания частицы материала с верхней поверхности первого песчаного слоя 72 будут переходить во взвешенное состояние.

(7) С помощью выпускного клапана 69, расположенного на уровне верхней поверхности песка, с верхней части первого песчаного слоя 72 удаляется несколько ведер воды.

(8) Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет удалена большая часть взвешенных частиц.

(9) Затем клапаны закрываются в следующем порядке: выпускной клапан 69, соленоидный клапан 39 у резервуара питьевой воды, эксплуатационный клапан 68.

(10) Затем открываются следующие клапаны в следующем порядке: шаровой клапан на впускной трубе контейнера 58, клапан 42 у резервуара питьевой воды 27, клапан калибровочного средства 70.

(11) Клапан калибровочного средства 70 устанавливается на расход 4 литра в минуту. Это делается с использованием калибровочного ведерка. Клапан калибровочного средства 70 регулируется таким образом, чтобы в течение одной минуты в калибровочном ведерке собиралось 4 литра воды или пропорциональное количество воды за другой период времени.

(12) Теперь контейнер 58 должен быть приведен в первоначальное состояние. Такая процедура чистки проделывается так часто, как это необходимо для поддержания фильтра, выполненного на основе контейнера 58, на оптимальном уровне производительности.

Эксперимент и его результаты

В мае 1997 года были собраны и установлены три медленных песчаных фильтра, которые были изготовлены в качестве опытных образцов и были предназначены для работы в условиях прерывистой подачи потока воды. Эти фильтры были выполнены таким образом, что во время перерывов в работе толща воды над верхней поверхностью песка составляла 5 см (рекомендуемая глубина), 30 см и 100 см. Фильтры использовались каждый день по меньшей мере один раз в день до сентября 1997 года. Предполагалось, что те фильтры, которые использовались в режимах больших глубин воды над песком во время перерывов, по своим характеристикам будут похожи на фильтры, описываемые Парамасиваном и др. (Paramasivan et al.), а те фильтры, которые использовались в режимах малых глубин воды над песком во время перерывов, по своим характеристикам будут похожи на фильтры, описанные Бузинисом и др. (Buzinis et al.). Всякий раз при испытаниях фильтров требовалось приблизительно четыре часа технического времени.

Вода, подлежащая фильтрованию (это была искусственно загрязненная вода, взятая взамен натуральной неочищенной воды), приготовлялась в лаборатории с помощью технологий, разработанных в течение трех предшествующих лет. Эта вода хранилась в больших баках, в ней были поселены тропические рыбы и водные растения, кроме того, в эту воду периодически добавлялись в небольших, строго определенных количествах собачьи фекалии. Такая искусственно загрязненная вода, имитирующая сточные воды, была использована потому, что у нее были очень хорошие биологические характеристики, и ее было легко получать в желаемых количествах.

Медленные песчаные фильтры, изготовленные в качестве опытных образцов, использовались таким образом, что каждый раз вода, находившаяся над верхней поверхностью песка, полностью заменялась. Делались попытки отслеживать концентрацию кислорода, растворенного в толще воды над песком, непосредственно перед добавлением свежей порции сырой воды. Было установлено, что для того чтобы могло быть отмечено какое-то влияние на концентрацию растворенного кислорода, в каждом фильтре на верхней поверхности песка должно накопиться достаточное количество органического материала. И в конце концов было установлено, что технологии, использованные для измерения

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

концентрации растворенного кислорода, не обеспечивали достаточную чувствительность. Хотя с помощью использованных технологий можно было точно измерить концентрацию кислорода, они явно не были пригодны для определения концентрации растворенного кислорода в воде непосредственно над песком. К определенным заключениям оказалось возможно прийти только после того как продолжительность эксперимента достигла нескольких месяцев. В данном случае для непосредственного определения концентрации растворенного кислорода требовалось миниатюрное и специализированное оборудование. Полученные результаты не позволяли сделать определенные выводы с точки зрения целей эксперимента. Тем не менее, мы можем с уверенностью показать, что нам удалось использовать вышеуказанные медленные песчаные фильтры, изготовленные в качестве опытных образцов, в режиме прерывистой подачи потока воды, обеспечивая поддержание биологического слоя в живом состоянии.

Конструкция медленного песчаного фильтра. Конструкционная деталь - пластинообразная рассеивающая решетка.

Вышеуказанные три медленных песчаных фильтра, изготовленных в качестве опытных образцов, были собраны из следующих компонентов:

- контейнер фильтра;
- крышка контейнера фильтра;
- пластинообразная решетка;
- трубопроводный коллектор;
- подстилающий дренирующий слой из промытого 19-миллиметрового кварцевого галечника;
- промытый кварцевый песок (подобный тому, который используется в медленных песчаных фильтрах, используемых в условиях непрерывной подачи потока воды);
- мембрана, разделяющая песок и природный крупнозернистый каменный материал (галечник);
- впускное устройство подачи сырой воды;
- воздухоотводное устройство;
- устройство аварийного дренирования.

У вышеуказанных трех медленных песчаных фильтров, изготовленных в качестве опытных образцов, высота контейнеров составляла приблизительно 1000 мм, а поперечное сечение было переменным, так что поперечные размеры контейнера сужались книзу (для сравнения заметим, что фильтр для использования в отдельном доме может иметь диаметр 400 мм). Контейнеры фильтров были выполнены из поливинилхлорида, бетона или любого другого материала, подходящего для содержания в нем питьевой воды.

Крышки контейнеров фильтров были достаточно большими, чтобы контейнеры были полностью закрыты сверху, и чтобы было предотвращено попадание внутрь контейнеров пыли и других загрязнений и посторонних предметов извне.

Для равномерного распределения подаваемой сырой воды по площади над водой в контейнере, находящейся на поддерживаемом эксплуатационном уровне, нужны были рассеивающие пластинообразные решетки, которые сводили бы турбулентность к минимуму, чтобы поступающей водой не взбалтывалась верхняя поверхность песка и биологический слой. Эти рассеивающие пластинообразные решетки имели пропускную способность, превышающую расход сырой воды, подаваемой в контейнер фильтра.

Узел дренирования в придонной области каждого из этих медленных песчаных фильтров, изготовленных в качестве опытных образцов, состоял из слоя промытого кварцевого галечника, уложенного вокруг трубопроводного коллектора из перфорированных труб, выполненных из поливинилхлорида.

В каждом из этих медленных песчаных фильтров, изготовленных в качестве опытных образцов, трубопроводный коллектор состоял из перфорированных 12-миллиметровых труб из поливинилхлорида, установленных сквозь стенку контейнера фильтра. Диаметр отверстий в стенках этих труб из поливинилхлорида составлял 3 мм, и они были выполнены по низу труб. В каждом из фильтров трубопроводный коллектор был погружен в приблизительно 100-миллиметровый слой 19-мимллиметрового промытого кварцевого галечника.

Фильтрующий материал в этих медленных песчаных фильтрах, изготовленных в качестве опытных образцов, представлял собой промытый кварцевый песок, подобный тому, который обычно используется в медленных песчаных фильтрах, работающих в условиях непрерывной подачи воды. Толщина песчаного слоя составляла приблизительно 610 мм. При этом выполнялось требование эффективности функционирования, заключающееся в том, чтобы пропускная способность фильтрующего песчаного слоя (то есть максимальный расход воды, просачивающейся сквозь фильтрующий песчаный слой) была меньше, чем минимальный расход сырой воды, поступающей в фильтр.

Песчаный слой и слой природного крупнозернистого каменного материала (галечника) в этих трех медленных песчаных фильтрах, изготовленных в качестве опытных образцов, были разделены посредством дренажного покрытия из геоткани (геомембраны).

В каждый из этих медленных песчаных фильтров вода подавалась через резервуар сырой воды, из которого сырая вода доставлялась к верхней поверхности пластинообразной рассеивающей решетки. При этом выполнялись требования эффективности функционирования, заключающиеся в том, что впускное отверстие водовода сырой воды было расположено на высоте приблизительно 150 мм выше пластинообразной рассеивающей решетки, пропускная способность впускного водовода сырой воды была меньше, чем пропускная способность пластинообразной рассеивающей решетки, но больше, чем пропускная способность (максимальный расход воды) фильтрующего песчаного слоя.

Воздухоотводное устройство и устройство аварийного дренирования в каждом из этих медленных песчаных фильтров, изготовленных в качестве опытных образцов, были выполнены в верхней части контейнера фильтра на том же уровне, что и впускное отверстие сырой воды. Для удовлетворительной работы устройство

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

аварийного дренирования должно иметь ту же пропускную способность, что и впускной водовод сырой воды. Воздухоотводное устройство должно иметь пропускную способность, достаточную для того чтобы обеспечивался выпуск воздуха из фильтра во время заполнения фильтра водой и впуск воздуха в фильтр во время выпуска из фильтра воды, так чтобы в пространстве верхней части фильтра всегда поддерживалось атмосферное давление.

Типичные связи между медленным песчаным фильтром, резервуаром сырой воды и резервуаром питьевой воды схематично показаны на фиг.7. Вода накачивается в фильтр из резервуара сырой воды с помощью насоса. Но если резервуар сырой воды расположить выше фильтра, то насос можно заменить соленоидным клапаном.

Отфильтрованная вода поступает из фильтра в резервуар сырой воды через трубопроводную систему, которая включает шаровой клапан, сочленение, соленоидный клапан и еще одно сочленение. В аварийном случае вода из фильтра может выпускаться в резервуар сырой воды или наружу через устройство аварийного дренирования. Размеры резервуара питьевой воды выбирались из тех соображений, чтобы обеспечивался запас сырой воды, достаточный для нормального использования такого медленного песчаного фильтровального устройства, изготовленного в качестве опытного образца. Питьевая вода подавалась в систему рапределения питьевой воды с помощью распределительного насоса питьевой воды.

В вышеуказанных медленных песчаных фильтрах, изготовленных в качестве опытных образцов, система распределения питьевой воды, включая насос, изолирована от резервуара питьевой воды с помощью шарового клапана и сочленения. Еще одно сочленение расположено сразу после насоса. Далее после этого сочленения трубопровод разветвляется через посредство тройника. Через один отвод от этого тройника вода подается по мере необходимости в распределительную систему питьевой воды. Другой отвод от тройника находится под управлением соленоидного клапана, который приводится в действие, когда необходимо провести операцию освежения фильтра. Этот соленоидный клапан нормально закрыт, а когда он открывается, вода из резервуара питьевой воды подается в резервуар сырой воды.

В свете изложенного выше раскрытия предлагаемого изобретения среднему специалисту соответствующего профиля должно быть ясно, что на практике возможны различные варианты и модификации предлагаемого изобретения, в соответствии с его сутью. В соответствии с этим, объем предлагаемого изобретения должен определяться его сущностью, определяемой формулой изобретения.

Формула изобретения:

1. Медленный песчаный фильтр, включающий контейнер, имеющий верхнюю часть и нижнюю часть, водовпускное средство, расположенное в верхней части контейнера и соединенное с источником воды, фильтрующий материал, которым заполнена по меньшей мере нижняя часть контейнера, при этом верхняя поверхность фильтрующего материала расположена ниже водовпускного средства, биологический слой, расположенный на верхней поверхности фильтрующего материала, водовыпускное средство, расположенное в нижней части контейнера ниже верхней поверхности фильтрующего материала, и устройство поддержания уровня воды, расположенное в верхней части, выполненное с возможностью поддержания уровня воды в верхней части контейнера в эксплуатационных пределах выше верхней поверхности фильтрующего материала, при этом при поддерживаемых эксплуатационных пределах уровня воды обеспечен слой воды над верхней поверхностью фильтрующего материала (I) достаточной толщины для недопущения существенного взбалтывания биологического слоя, расположенного на верхней поверхности фильтрующего слоя, и в то же время (II) достаточно тонкий для диффузионного проникновения в него кислорода из пространства над водой и достижения этим кислородом биологического слоя, благодаря чему обеспечено поддержание биологического слоя в живом состоянии даже в отсутствие поступления воды от водовпускного средства, рассеивающую решетку, расположенную выше поддерживаемого эксплуатационного уровня воды с возможностью прохождения через нее воды при ее поступлении от водовпускного средства до достижения подаваемой водой поддерживаемого эксплуатационного уровня воды в контейнере и низлежащего фильтрующего материала, чистящий механизм, выполненный с прохождением его приводного вала сквозь рассеивающую решетку и с возможностью вращения для чистки верхней поверхности фильтрующего материала, и механизм обслуживания, выполненный с возможностью его использования для введения воды в водовыпускное средство и создания прохождения воды сквозь слой фильтрующего материала в направлении, обратном рабочему.

2. Медленный песчаный фильтр по п.1, в котором устройство поддержания уровня воды включает трубу, соединенную с водовыпускным средством и расположенную с простиранием вверх до поддерживаемого эксплуатационного уровня воды.

3. Медленный песчаный фильтр по п.1, в котором устройство поддержания уровня воды выполнено с возможностью поддержания уровня воды в пределах от 1 до 8 см выше верхней поверхности фильтрующего материала.

4. Медленный песчаный фильтр по п.1, в котором фильтрующий материал представляет собой кварцевый песок.

5. Медленный песчаный фильтр по п.1, включающий водовпускную трубу, соединенную с водовпускным средством и средством управления впуском воды для осуществления контролируемой подачи воды в водовпускную трубу.

6. Медленный песчаный фильтр по п.5, включающий первый воспринимающий элемент уровня воды, предназначенный для определения верхнего уровня воды в контейнере, второй воспринимающий элемент уровня воды, предназначенный для определения нижнего уровня воды в контейнере, управляющее устройство, подсоединенное с возможностью приема

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2

сигналов от первого и второго воспринимающих элементов уровней воды в контейнере и подачи сигналов на средство управления впуском воды для обеспечения поддержания уровня воды в контейнере в желаемых пределах.

7. Медленный песчаный фильтр по п.1, в котором рассеивающая решетка содержит отдельные отверстия, выполненные с возможностью пропускания сквозь решетку воды в случае ее накопления поверх решетки вниз по направлению к поверхности воды в контейнере.

8. Медленный песчаный фильтр по п.5, дополнительно включающий воспринимающий элемент повышенного уровня воды, подсоединенный с возможностью подачи сигнала на управляющее устройство в случае аварийно высокого уровня воды в контейнере.

9. Медленный песчаный фильтр по п.1, дополнительно включающий резервуар для питьевой воды, соединенный с водовыпускным средством, первый и второй воспринимающие элементы уровня воды в резервуаре для питьевой воды, предназначенные для определения низкого и высокого уровней воды в резервуаре для питьевой воды, и средство регулирования, предназначенное для регулирования потока воды от водовыпускного средства контейнера в резервуар для питьевой воды.

10. Медленный песчаный фильтр по п.9, включающий резервуар сырой воды, соединенный с водовпускным средством устройства, и средство регулирования, предназначенное для регулирования потока воды из резервуара сырой воды в контейнер песчаного фильтра.

11. Медленный песчаный фильтр по п.1, в котором чистящий механизм представляет собой ручную механическую мешалку.

12. Медленный песчаный фильтр по п.11, в котором механическая мешалка включает перемешивающую лопасть, которая установлена с возможностью вступления в контакт с верхней поверхностью фильтрующего материала, и выполненный с возможностью вращения вал, снабженный ручкой, выполненной с возможностью приведения механической мешалки во вращение вручную.

13. Медленный песчаный фильтр по п.11, в котором перемешивающая лопасть содержит что-либо одно из следующего перечня: скребковая пластина, скребковые зубья, лопаткообразные скребковые элементы, вилкообразные скребковые элементы, L-образные скребковые элементы, Т-образные скребковые элементы.

14. Медленный песчаный фильтр по п.13, в котором механическая мешалка выполнена с возможностью приведения во вращение сквозь рассеивающую решетку, предназначенную для рассеивания воды и расположенную в верхней части контейнера.

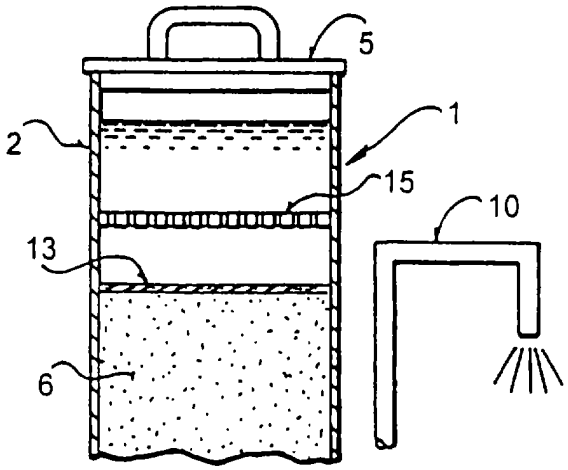
15. Способ применения медленного песчаного фильтра, описанного в пп.1-14, включающий следующие стадии: поддержание уровня воды в контейнере выше верхней поверхности фильтрующего материала таким образом, чтобы слой воды над верхней поверхностью фильтрующего материала был (I) достаточно толстым для недопущения существенного взбалтывания биологического слоя, расположенного на верхней поверхности фильтрующего слоя, и в то же время (II) достаточно тонким для диффузионного проникновения в него кислорода из пространства над водой и достижения этим кислородом биологического слоя, так что обеспечено поддержание биологического слоя в живом состоянии даже в отсутствие поступления воды от водовпускного средства, и периодическую чистку фильтра путем прерывистого пропускания воды сквозь слой фильтрующего материала в направлении, обратном рабочему, и перемешивания поверхностного слоя фильтрующего материала с помощью механической мешалки, которая выполнена с возможностью приведения ее во вращение сквозь рассеивающую решетку для приведения засоряющих фильтр частиц во взвешенное состояние в толще воды выше верхней поверхности фильтрующего материала.

16. Способ по п.15, в котором уровень воды поддерживают в пределах от 1 до 8 см выше верхней поверхности фильтрующего материала.

17. Способ по п.15, в котором воду, подлежащую фильтрованию с помощью медленного песчаного фильтра, пропускают сквозь рассеивающую решетку, расположенную в верхней части фильтра, и приповерхностный слой фильтрующего материала во время пропускания воды сквозь слой фильтрующего материала в направлении, обратном рабочему, перемешивают с помощью механической мешалки, конструктивно связанной с рассеивающей решеткой.

RU 2225244 C2

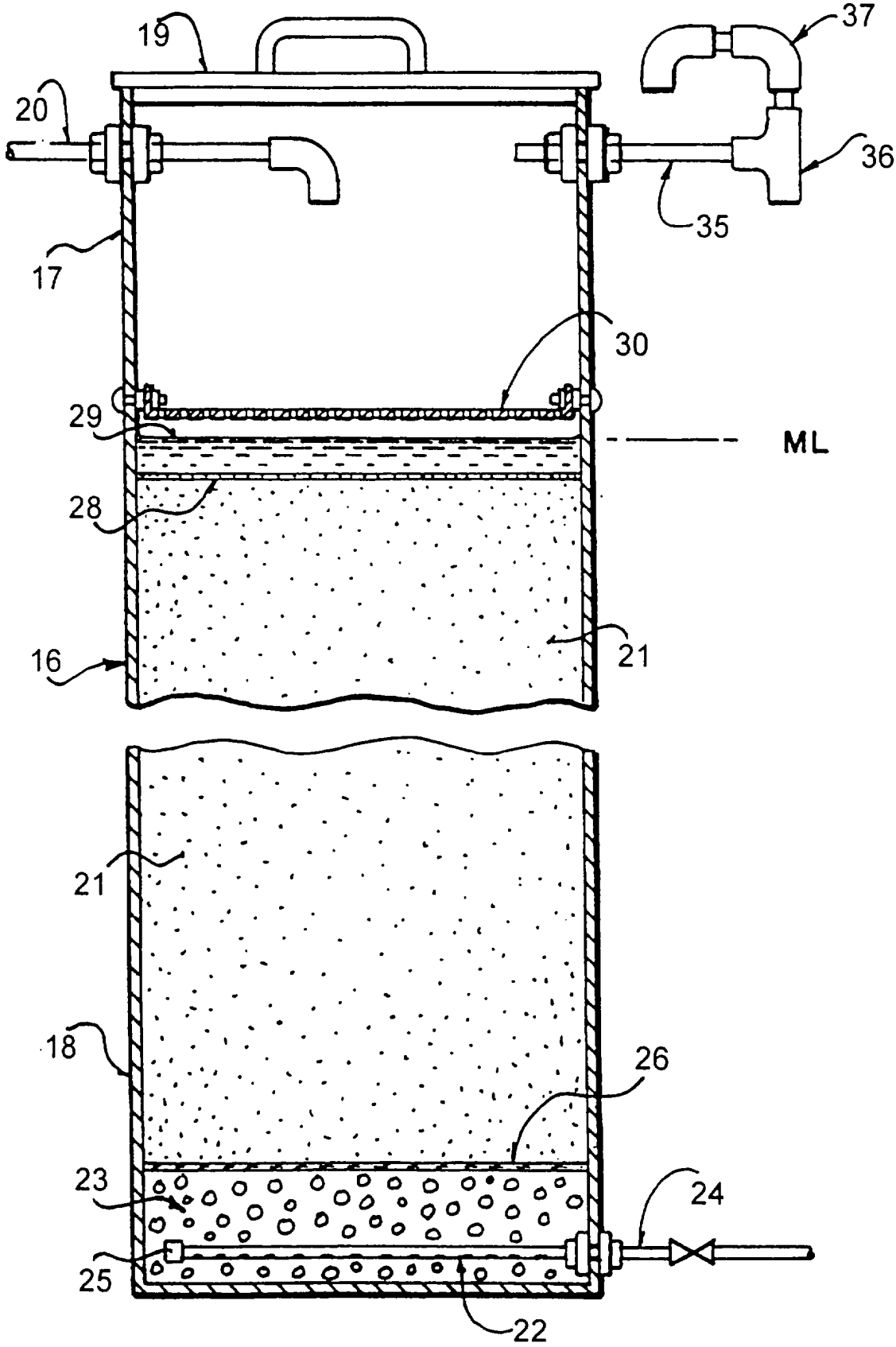
RU 2225244 C2



Фиг. 2

RU 2225244 C2

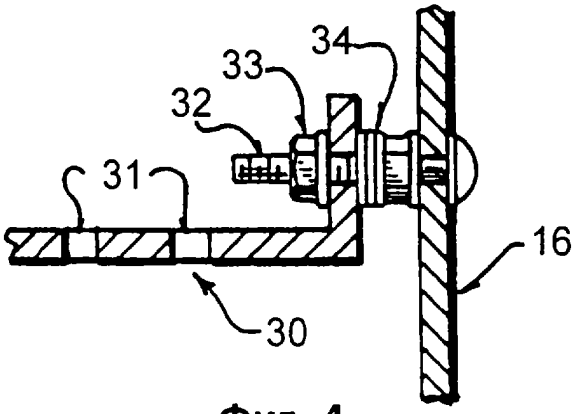
RU 2225244 C2



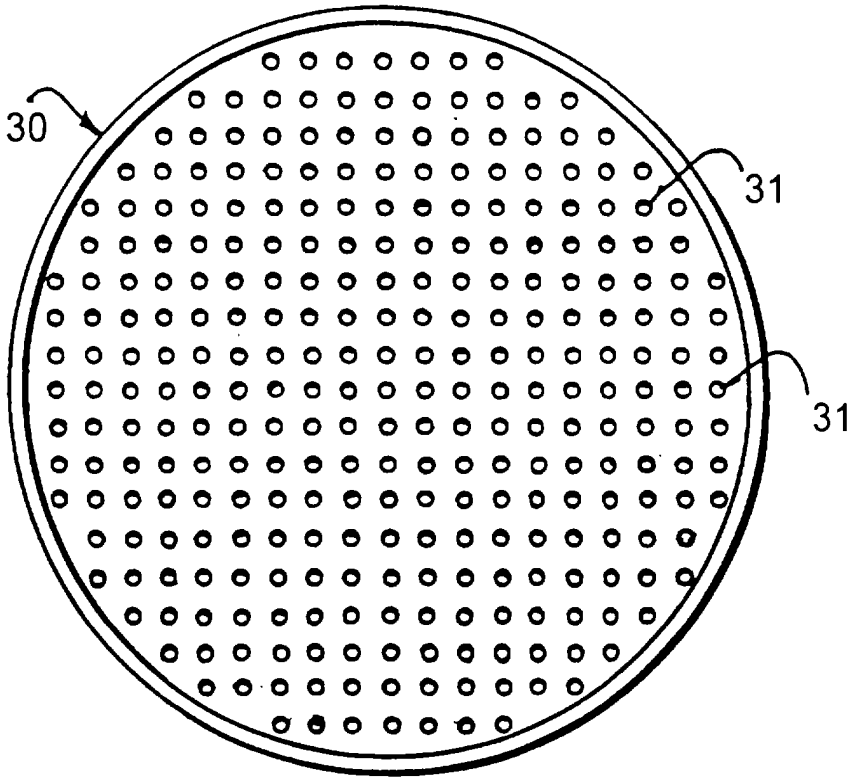
Фиг. 3

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2



Фиг. 4



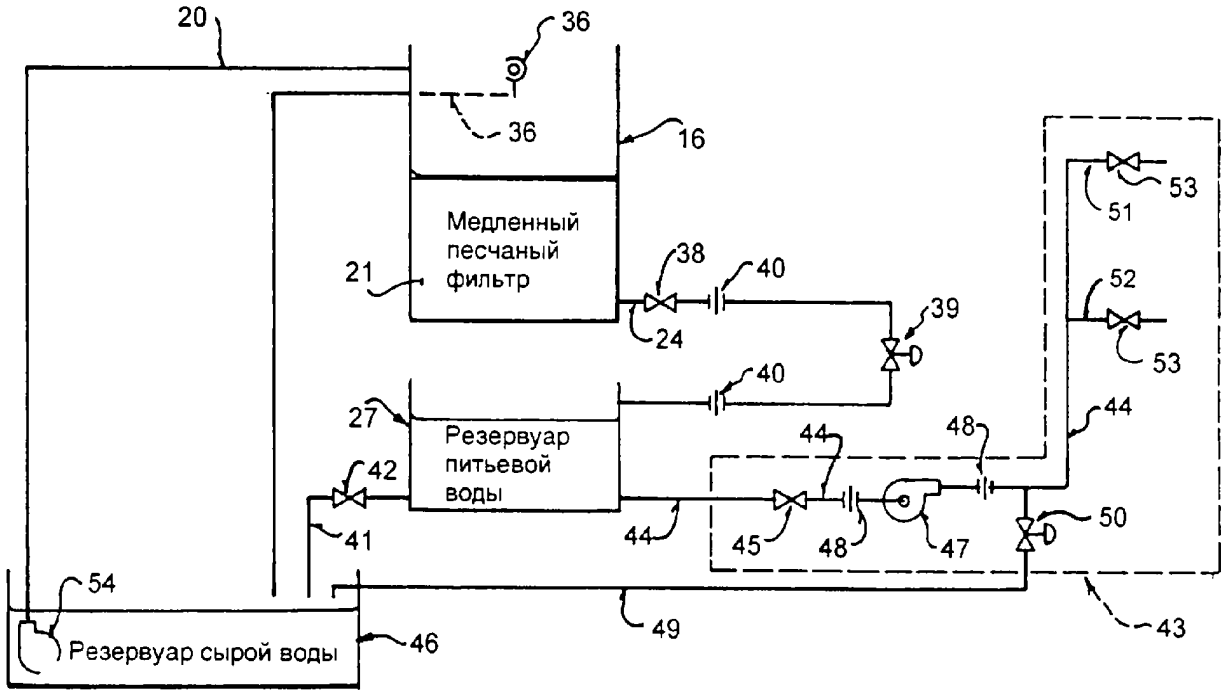
Фиг. 5



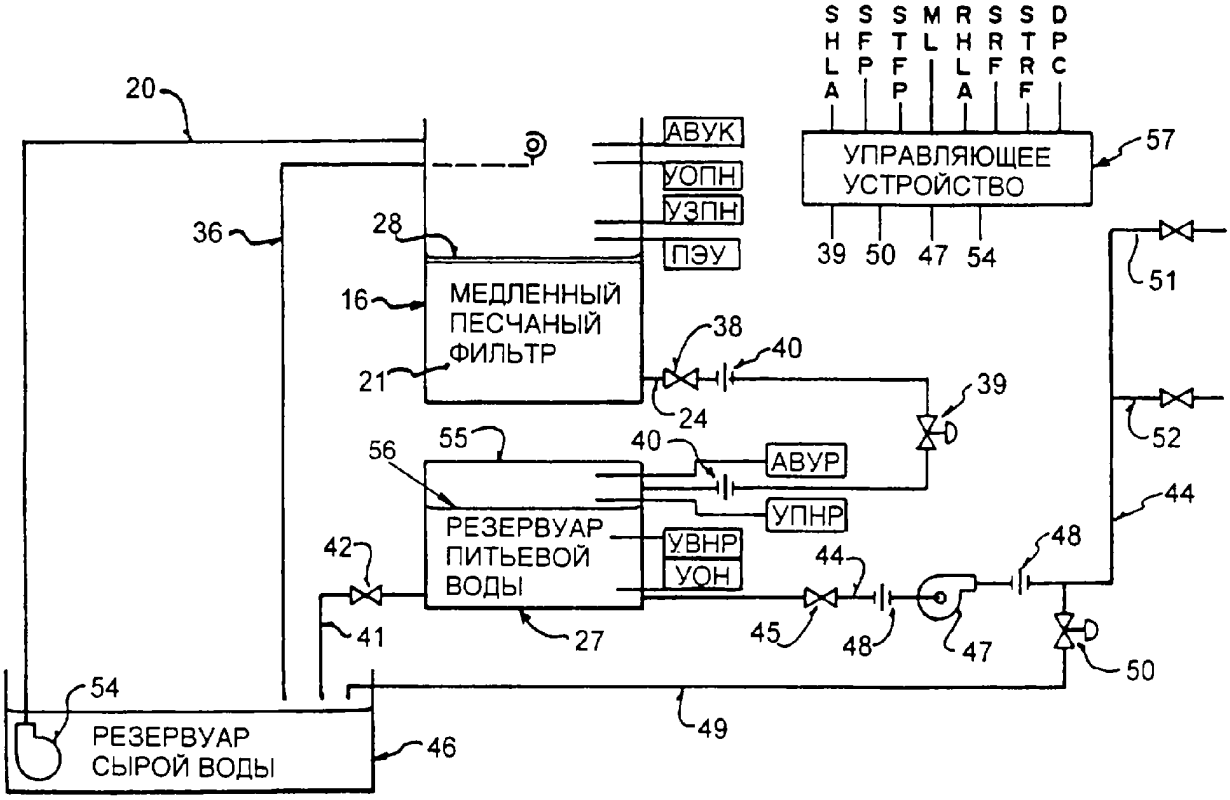
Фиг. 6

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2



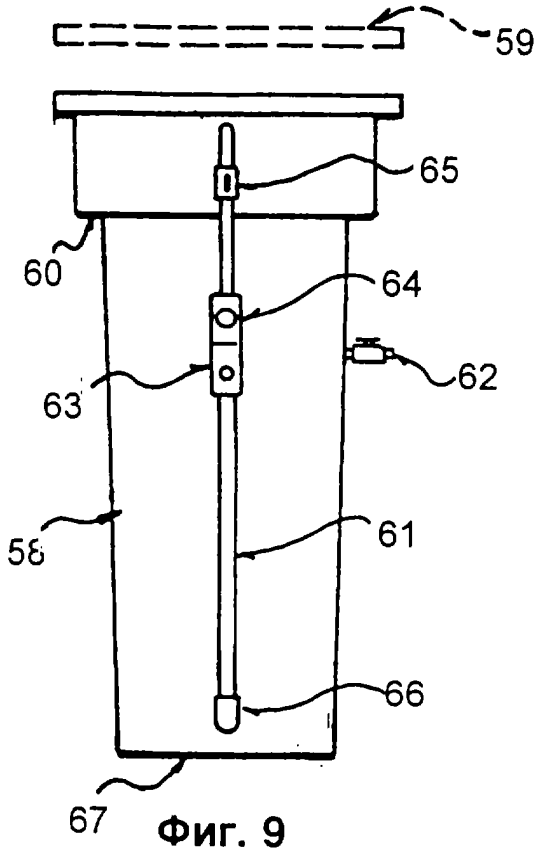
Фиг. 7



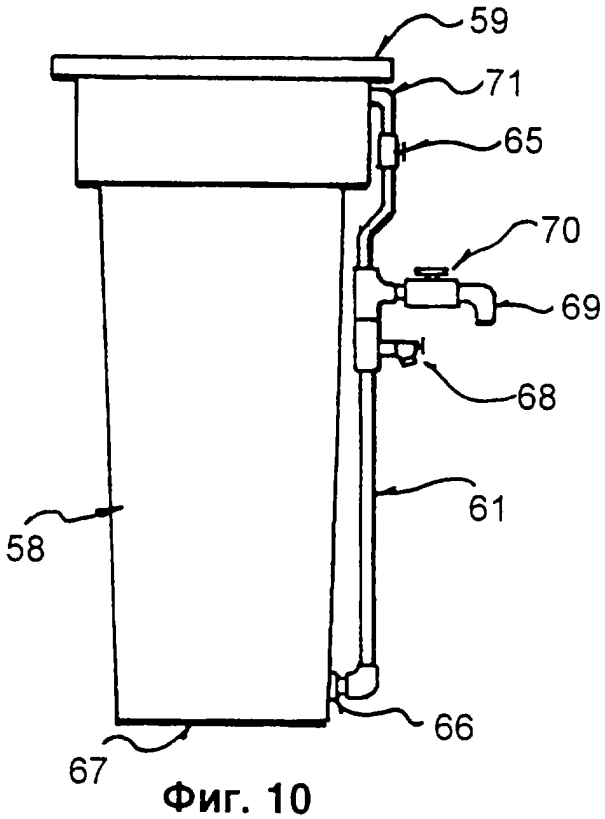
Фиг. 8

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2



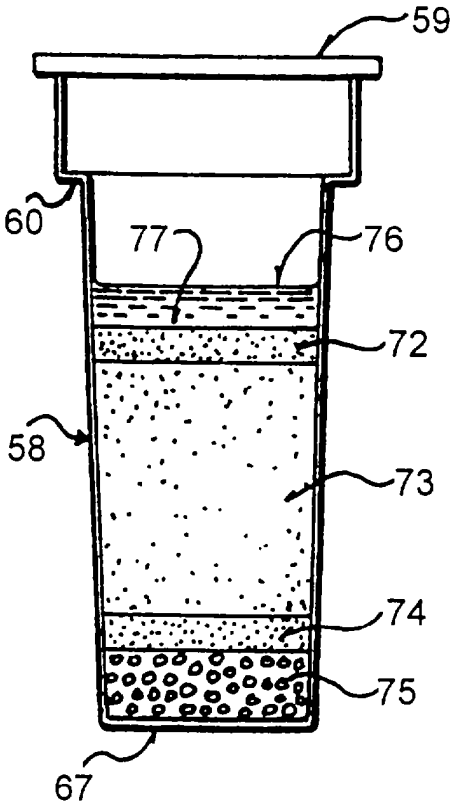
Фиг. 9



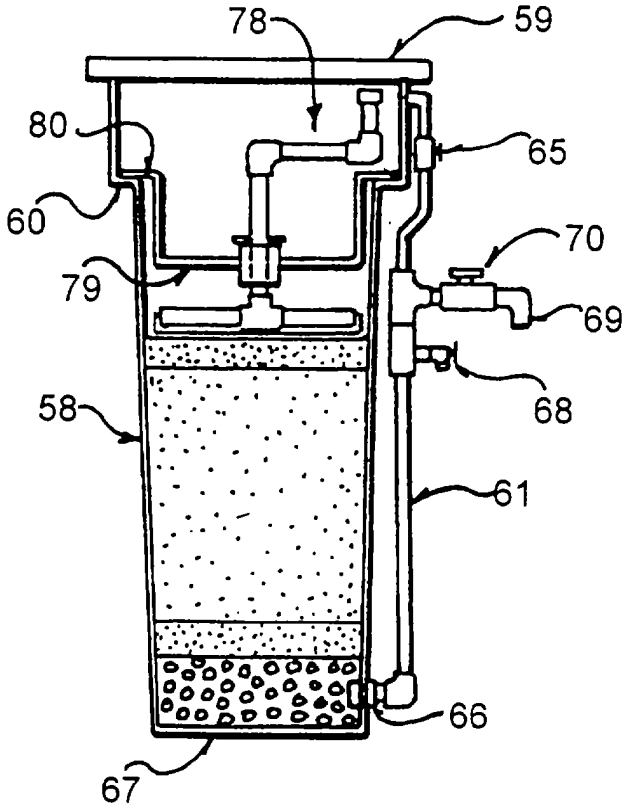
Фиг. 10

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2



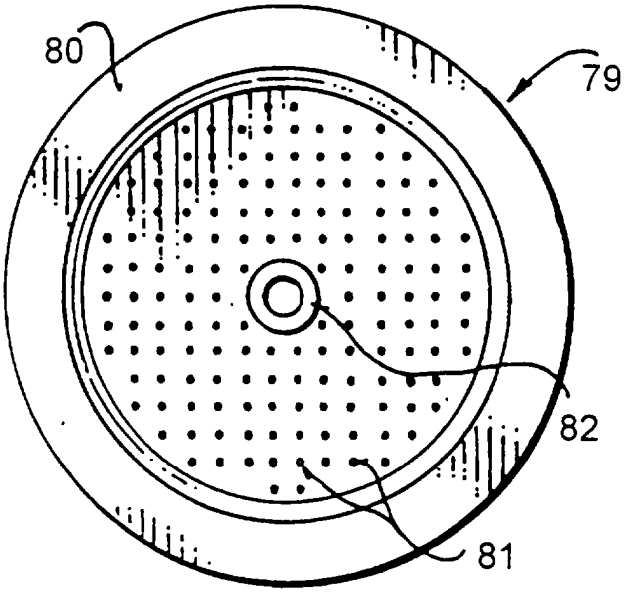
Фиг. 11



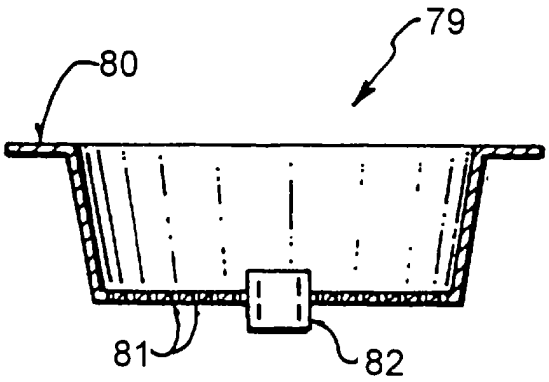
Фиг. 12

RU 2225244 C2

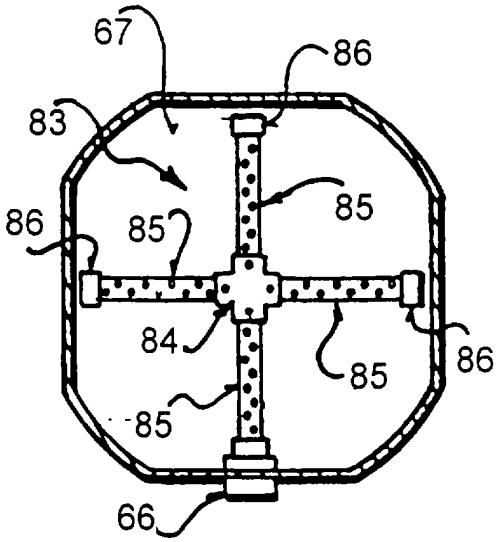
RU 2225244 C2



Фиг. 13



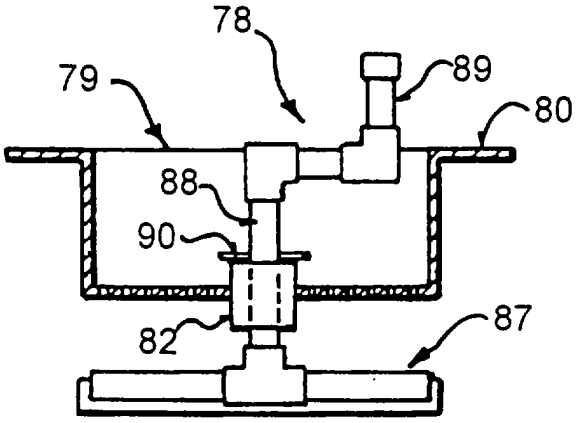
Фиг. 14



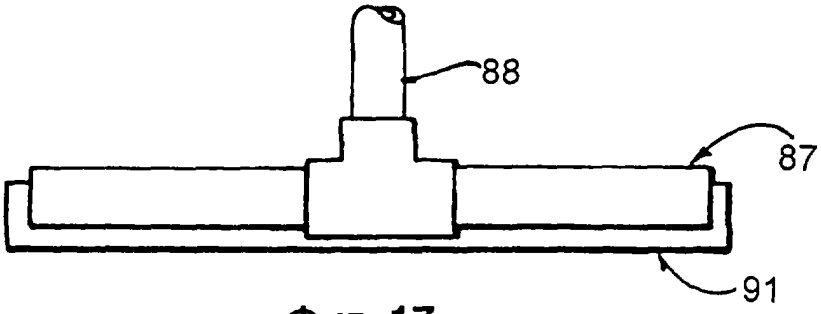
Фиг. 15

RU 2225244 C2

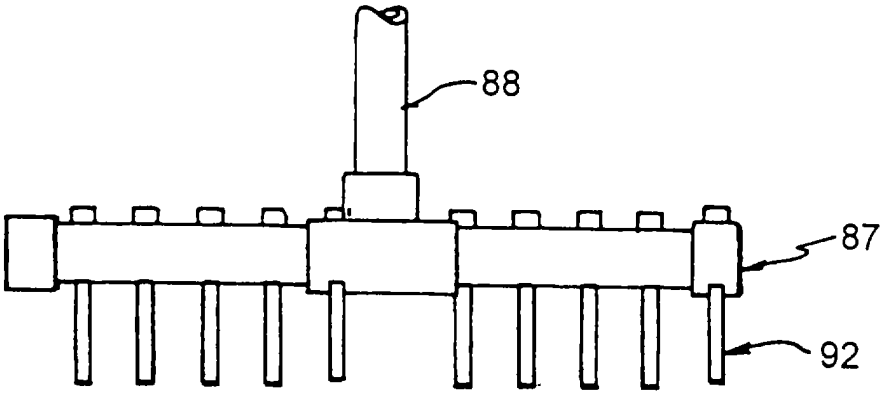
RU 2225244 C2



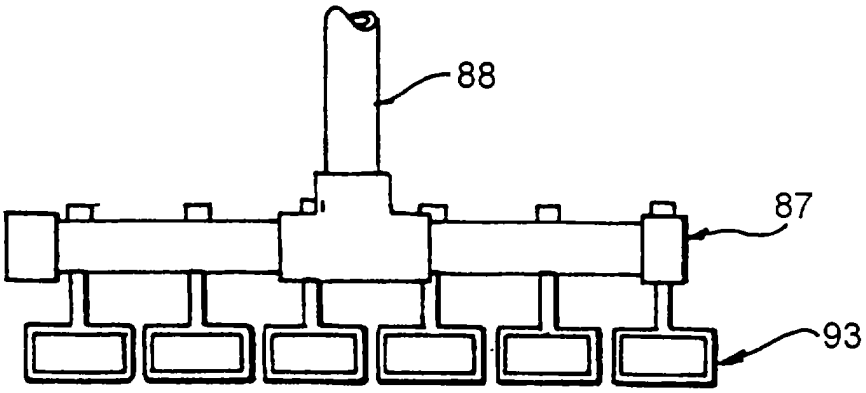
Фиг. 16



Фиг. 17



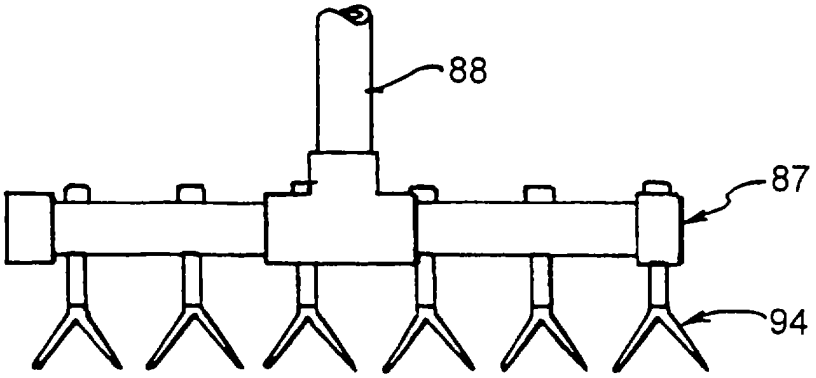
Фиг. 18



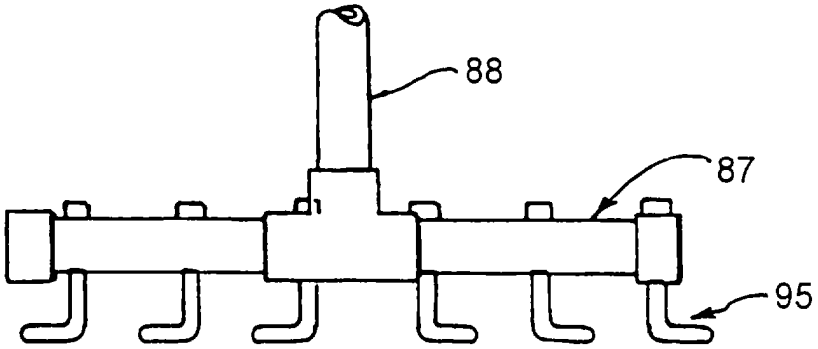
Фиг. 19

RU 2225244 C2

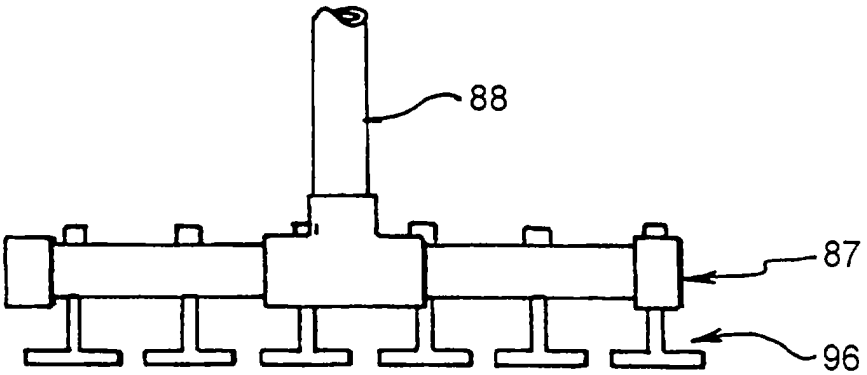
RU 2225244 C2



Фиг. 20



Фиг. 21



Фиг. 22

RU 2225244 C2

RU 2225244 C2