

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034907**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.06

(21) Номер заявки
201890508

(22) Дата подачи заявки
2016.08.26

(51) Int. Cl. *A61L 2/04* (2006.01)
A61L 2/24 (2006.01)
C02F 1/02 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ СТЕРИЛИЗАЦИИ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ**

(31) **62/211,576**

(32) **2015.08.28**

(33) **US**

(43) **2018.08.31**

(86) **PCT/US2016/049081**

(87) **WO 2017/040321 2017.03.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПАПАДОПУЛОС МАЙКЛ (US)

(72) Изобретатель:
**Пападопулос Майкл, Пападопулос
Кристиан, Пападопулос Марк, Льюис
Джеймс Рей (US)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)**

(56) US-A1-20120118799
US-A1-20090181139
US-A1-20120015086
US-A1-20090152183
US-A1-20070221362

(57) В изобретении предоставлены система и способ стерилизации текучей среды, в которых предусмотрена нагревательная секция для нагрева находящейся под давлением текучей среды выше предписанных пороговых значений температуры, давления и длительности (например, продолжительности выдержки) для достижения требуемых уровней стерилизации, содержащая теплообменник как для (a) предварительного нагрева текучей среды перед попаданием в нагревательную секцию, так и для (b) охлаждения выходного потока из нагревательного устройства, в котором текучая среда проходит через устройство путем приведения в действие клапанов перед нагревательной секцией и после нее в управляемой последовательности для содействия потоку через систему с одновременным поддержанием предписанных профилей давления и температуры. Система действует в пределах предписанных диапазонов давления и температуры для достижения требуемого уровня стерилизации без необходимости в поддержании фиксированной температуры или фиксированного давления в пределах какой-либо части системы, включая нагревательную секцию.

034907 B1

034907 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в целом относится к области очистки и стерилизации текучей среды и, в частности, к очистке и стерилизации путем нагрева текучей среды выше пороговых значений температуры, давления и длительности (например, продолжительности выдержки).

Предпосылки создания изобретения

Стерилизация текучей среды играет важную роль в широком спектре применений, в том числе частных, промышленных, производственных и медицинских применениях. Вообще, стерилизация определена как процесс, делающий объект не содержащим какого-либо живого возбудителя инфекции (такого как грибки, бактерии, вирусы, споровые формы, микроорганизмы, прионы и т.д.). Объект, подлежащий стерилизации, может быть любого из нескольких типов, включающих поверхности, объем текучей среды или другие материалы, используемые или подлежащие использованию в деятельности людей или животных. Эффективность стерилизации обычно упоминается посредством гарантийного уровня стерильности (SAL).

Более того, задача стерилизации текучей среды на водной основе приобретает возрастающую важность как в развитых, так и точно так же в развивающихся странах. Осложнения, возникающие в результате контакта с водой, загрязненной бактериями, являются одними из главных причин заболеваний в развивающихся странах. Более того, в развивающихся странах они являются одной из главных причин детской смертности.

Современные трудности, присущие существующим операциям стерилизации воды, оставляют большой простор для совершенствования. В наиболее чистых системах водоснабжения на сегодняшний день используют такие процессы стерилизации, как обратный осмос, мембранная технология (фильтрации) или технология с использованием УФ-излучения. Такие системы требуют регулярного технического обслуживания, большого количества энергии и плановой замены основных компонентов, таких как мембраны, фильтры или УФ-лампы. Поэтому они являются дорогостоящими в эксплуатации и обслуживании, в особенности в крупномасштабных применениях. В другом решении в качестве средства стерилизации используют нагрев воды до высокой температуры, что обычно требует охладительного устройства большого размера для вмещения и охлаждения воды после нагрева.

Оба подхода делают необходимым конструктивно большой размер и, как правило, неподвижность устройства. Дальнейшие трудности включают решения с использованием прерывистого потока текучей среды, создание побочных продуктов в процессе, вызывающее необходимость большего объема технического обслуживания, ограничение только обработкой воды.

В дополнение более общепринятыми и повседневными становятся инвазивные медицинские процедуры, при этом растущие контакты чужеродных инструментов с относительно незащитными внутренностями организма человека значительно увеличивают потребность в надлежащей стерилизации этих инструментов. Современные решения обычно включают стерилизацию путем погружения в дезинфицирующие растворы (например, спиртовой или отбеливающий), ультразвуковые способы очистки (порождающие кавитацию посредством высокочастотных звуковых волн) или подвергание высокой температуре в форме пара высокого давления. Эти решения обладают своими ограничивающими трудностями: способы на основе дезинфицирующих растворов порождают вредные отходы с ограниченной возможностью повторного использования; ультразвуковой процесс занимает много времени и требователен как в плане энергии, так и технического обслуживания; а решения на основе пара высокого давления потенциально могут повреждать чувствительное и хрупкое оборудование и специальное оборудование с уплотнениями высокого давления и т.д. Наиболее современные решения содержат множество подвижных деталей, добавление каждой из которых создает дополнительную задачу технического обслуживания и риск возможного загрязнения.

Кроме того, загрязнители, такие как "прионы", являются чрезвычайно трудно умерщвляемыми и стойкими практически ко всем современным способам стерилизации. Прионы представляют собой белки, свернутые особыми структурными способами и способные переноситься в другие белки, что вызывает принятие молекулами указанных других белков данного особого сворачивания. Репликация таких неправильно свернутых белков в организме человека и других млекопитающих может быть пагубной, особенно для мозга и нервной ткани. Эта форма репликации приводит к заболеванию, подобному вирусной инфекции.

Белок в качестве возбудителя инфекции составляет контраст со всеми иными известными возбудителями инфекций, такими как вирусы, бактерии, грибки или паразиты - все они должны содержать нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК или их обеих). Во многих случаях прионы в организме млекопитающих могут приводить к вредным последствиям, таким как повреждения мозга и нервной ткани, являющимся в настоящее время неизлечимыми иначе, чем путем полного удаления инфицированной ткани из организма больного. Оборудование и инструменты, используемые для такого лечения, в дальнейшем должны считаться загрязненными.

Современные процедуры обеззараживания медицинского оборудования неэффективны для надежного уничтожения прионов или лишения их активности до приемлемого в медицине уровня. Поэтому современные правила обычно требуют выбрасывания и уничтожения медицинского оборудования, под-

вергавшегося действию прионов, что является дорогостоящим предложением.

Таким образом, следует понимать, что остается потребность в устройстве и способе, способных выработать стерильную текучую среду для разнообразных применений, например для стерилизации загрязненных инструментов и оборудования до степени, не являющейся возможной при современных подходах.

Из публикации заявки на патент США US 2007/131603 A1 известна система в соответствии с ограничительной частью п.1 формулы изобретения. Из публикации заявки на патент, поданный в Европейское патентное ведомство, EP 1253950 A2, являющейся переведенной на региональную фазу международной заявки WO 01/56613 A1, известен генератор стерильной воды, специально разработанный для больниц. Другие системы очистки воды известны из патента США US 8372248 B1 и публикации международной заявки WO 2009/146504 A1.

Сущность изобретения

Кратко и в общих чертах изобретение предоставляет систему и способ стерилизации текучей среды, в которых предусмотрена нагревательная секция для нагрева находящейся под давлением текучей среды выше предписанных пороговых значений температуры, давления и длительности (например, продолжительности выдержки) для достижения требуемых уровней стерилизации, содержащая теплообменник как для а) предварительного нагрева текучей среды перед попаданием в нагревательную секцию, так и для б) охлаждения выходного потока из нагревательного устройства, в котором текучая среда проходит через устройство путем приведения в действие клапанов перед нагревательной секцией и после нее в управляемой последовательности для содействия потоку через систему с одновременным поддержанием предписанных профилей давления и температуры. Система действует в пределах предписанных диапазонов давления и температуры для достижения требуемого уровня стерилизации без необходимости в поддержании фиксированной температуры или фиксированного давления в пределах какой-либо части системы, включая нагревательную секцию.

Конкретнее, в одном из иллюстративных вариантов осуществления система содержит множество клапанов, соединенных с устройством управления, таким как компьютер, в том числе клапаны, расположенные в точках впуска и выпуска теплообменника и в точках впуска и выпуска нагревательного устройства. Клапаны приводят в действие в управляемой последовательности для обеспечения возможности эффективной работы системы, которая включает поддержание текучей среды внутри нагревательного узла в течение длительности, необходимой для достижения стерилизации. В дальнейшем впускное и выпускное отверстия открывают последовательным образом для обеспечения возможности выхода текучей среды из нагревательного узла с одновременным созданием всасывания принятой текучей среды из теплообменника в нагревательное устройство. В системе может быть использовано устройство управления, реализующее патентованное программное обеспечение для управления действиями системы, в том числе управляемой последовательностью клапанов.

В одном из конкретных аспектов иллюстративного варианта осуществления система может работать при отсутствии насосов, достигая требуемых уровней давления, по меньшей мере, частично вследствие работы клапанов в управляемой последовательности с помощью устройства управления. Давление впуска воды предпочтительно находится на минимальном уровне.

В другом конкретном аспекте одного из иллюстративных вариантов осуществления устройство может дополнительно осуществлять повторную циркуляцию текучей среды для стерилизации путей системы и/или может содержать камеру автоклава для стерилизации оборудования.

В другом конкретном аспекте одного из иллюстративных вариантов осуществления устройство может дополнительно содержать трубы, параллельно проходящие через теплообменник и нагревательную секцию.

В целях краткого описания изобретения и достигнутых преимуществ над предшествующим уровнем техники в данном документе описаны некоторые преимущества изобретения. Разумеется, следует понимать, что все указанные преимущества необязательно могут быть достигнуты в соответствии с каким-либо частным вариантом осуществления изобретения. Так, например, специалисты в данной области техники признают, что изобретение может быть воплощено или осуществлено способом, который достигает или оптимизирует одно преимущество или группу преимуществ, изложенных в данном документе, без обязательного достижения других преимуществ, которые могут быть изложены или предложены в данном документе.

Подразумевается, что все такие варианты осуществления находятся в пределах объема изобретения, раскрытого в данном документе. Эти и другие варианты осуществления настоящего изобретения станут легко понятны специалистам в данной области техники из нижеследующего подробного описания предпочтительных вариантов осуществления со ссылкой на сопроводительные фигуры, при этом изобретение не ограничено каким-либо раскрытым частным предпочтительным вариантом осуществления.

Краткое описание графических материалов

Далее варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны лишь на примере со ссылкой на нижеследующие графические материалы, в которых

на фиг. 1 показана упрощенная структурная схема первого варианта осуществления узла стерилиза-

ции текучей среды в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 2 показана упрощенная структурная схема второго варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего в качестве нагревательного устройства погружные электронагреватели;

на фиг. 3 показана упрощенная структурная схема третьего варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего трубы, параллельно проходящие через теплообменник и нагревательную секцию;

на фиг. 4 показана упрощенная структурная схема четвертого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего камеру автоклава, в которой используют текучую среду;

на фиг. 5 показан вид в перспективе пятого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, на котором показана схема расположения клапанов;

на фиг. 6 показана упрощенная структурная схема шестого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего охлаждающую секцию и индуктивный теплообменник в качестве нагревательного элемента;

на фиг. 7 показана упрощенная структурная схема седьмого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего охлаждающую секцию и возможную альтернативную схему расположения клапанов и датчиков;

на фиг. 8 показана упрощенная структурная схема восьмого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего секцию предварительного нагрева, а также охлаждающую секцию;

на фиг. 9 показана упрощенная структурная схема девятого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего поверхностный теплообменник в качестве нагревательного элемента;

на фиг. 10 показана упрощенная структурная схема десятого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего погружные теплообменники в качестве нагревательного устройства;

на фиг. 11 показана упрощенная структурная схема одиннадцатого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего нагреватель на основе пропана и термоэлектрические генераторы;

на фиг. 12 показана упрощенная структурная схема двенадцатого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего камеру автоклава с погружными электронагревателями;

на фиг. 13 показан вид в перспективе тринадцатого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего устройство управления для считывания показаний датчиков и приведения в действие клапанов;

на фиг. 14 показан вид спереди узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 13;

на фиг. 15 показан вид сверху узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 13;

на фиг. 16 показан вид сзади узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 13;

на фиг. 17 показан вид снизу узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 13;

на фиг. 18 показан другой вид в перспективе узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 13;

на фиг. 19 показан вид сверху одного из исполнений нагревателя на основе пропана, используемого в варианте осуществления, показанном на фиг. 11;

на фиг. 20 показана вариация варианта осуществления, показанного на фиг. 2, в которой использована разветвленная система погружных нагревателей;

на фиг. 21 показана упрощенная блок-схема работы системы в соответствии с изобретением, например, со ссылкой на узел, показанный на фиг. 9;

на фиг. 22 показан вид в перспективе другого варианта осуществления узла стерилизации текучей среды в соответствии с настоящим изобретением, содержащего газовый нагреватель;

на фиг. 23 показана упрощенная блок-схема состояний машины для работы системы в соответствии с изобретением;

на фиг. 24 показан вид сбоку нагревателя на основе пропана, который может быть использован в нагревательном узле узла стерилизации текучей среды в соответствии с изобретением;

на фиг. 25 показан вид сбоку другого нагревателя на основе пропана, который может быть использован в нагревательном узле узла стерилизации текучей среды в соответствии с изобретением;

на фиг. 26 показан иллюстративный снимок экрана текущего контроля состояния узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 22;

на фиг. 27 показана упрощенная последовательность операций состояний системы узла стерилизации текучей среды, показанного на фиг. 22.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Термин "текучая среда" в рамках данного документа определен как включающий любой газ или

жидкость, способные течь через систему, в том числе воду или водные растворы, такие как сок или молоко, и жидкости или газы с растворенными или взвешенными твердыми частицами, такие как топочный газ, или сырая нефть, или сточные воды, например фекальные стоки или бытовые стоки.

Обратимся теперь к графическим материалам и, в частности, к фиг. 1 и 2, на которых показан узел стерилизации текучей среды, выполненный с возможностью использования для стерилизации воды. Источник 10 текучей среды соединен с впуском узла. Для стерилизации текучей среды до требуемого уровня в данной системе используют высокую температуру. Затем стерилизованная текучая среда имеет множество вариантов использования, одним из которых является получение обеззараженной питьевой воды вне зависимости от уровня биологического загрязнения или источника. Стерилизации достигают, пропуская текучую среду через нагревательный элемент для перегрева текучей среды до степени стерилизации любых живых возбудителей инфекций. Система действует в пределах предписанных диапазонов давления и температуры для достижения требуемого уровня стерилизации без необходимости в поддержании фиксированной температуры или фиксированного давления в пределах какой-либо части системы, включая нагревательную секцию. Более того, давление впуска текучей среды делает возможным ее течение через систему.

Работа узла может включать фазу запуска, фазу непрерывного потока и рабочую фазу. В фазе запуска текучая среда изначально вводится в систему, стерилизуется, пребывает в системе в течение короткого времени и заполняет систему для работы в режиме непрерывного потока. В рабочей фазе стерилизованную текучую среду направляют для использования для различных рабочих состояний узла (см., например, фиг. 23).

Узел, показанный на фиг. 1 и 2, содержит впуск для текучей среды, содержащий клапанный узел 11. Текучая среда продолжает перемещаться по пути потока в первый (холодный) участок пути теплообменника 12, в котором текучую среду предварительно нагревают перед тем, как она перемещается по пути потока в нагревательную секцию 14, где текучую среду нагревают до предписанной температуры и давления в течение предписанной длительности (например, продолжительности выдержки) для стерилизации текучей среды до уровня, превышающего требуемый уровень. Затем текучая среда перемещается по пути потока обратно через второй (горячий) участок теплообменника 12 для охлаждения перед ее выходом из системы. В ходе фазы запуска текучая среда выходит из системы через клапанный узел 18 в качестве сброса 19 некондиционной текучей среды. В ходе рабочей фазы текучая среда выходит из системы через клапанный узел 17 в качестве сброса 20 стерильной текучей среды. Сброс текучей среды из системы способен создавать всасывание новой текучей среды в систему для способствования потоку загрязненной текучей среды в системе и сбросу стерилизованной текучей среды. Более того, давление впуска текучей среды делает возможным ее течение через систему.

В данном иллюстративном варианте осуществления для поддержания требуемого рабочего диапазона технологических параметров, таких как скорость потока или давление, используют несколько клапанов разных типов в нескольких расположениях. В различных положениях в системе с аналогичными функциональными возможностями могут быть добавлены или удалены клапаны различных типов, в том числе обратные клапаны, пропорциональные клапаны, электромагнитные клапаны и перепускные клапаны, описанные в данном иллюстративном варианте осуществления. Например, вместо или в дополнение к удерживающим клапанам, описанным в данном иллюстративном варианте осуществления, могут быть использованы сервоклапаны, и они могут быть расположены где-либо на пути потока системы или они могут быть полностью исключены из системы. В качестве другого примера вместо или в дополнение к сервоуправляемым пропорциональным клапанам, используемым совместно с измерительными преобразователями давления или расходомерами или при их отсутствии, могут быть использованы пропорциональные клапаны, управляемые шаговым двигателем. Кроме того, клапаны в системе могут приводиться в действие вручную, при помощи пружины, соленоида или любых других средств приведения клапанов в действие. Аналогично, количество и расположение термодатчиков, измерительных преобразователей давления, технологических датчиков или других устройств, связанных с управлением и отличающихся от клапанов, могут отличаться от описаний в данном документе без отступления от объема настоящего изобретения. Более того, нагревательные компоненты могут быть изолированными для предотвращения потерь лучистой теплоты. Могут быть использованы различные формы изоляции, например, может быть использован керамический слой, способный обеспечивать дополнительные преимущества. Например, керамическим покрытием могут быть снабжены погружные нагреватели, что может в дальнейшем препятствовать образованию окалин (накипи) на нагревателях при продолжительном использовании.

Устройство или устройства 180 управления, расположенные внутри системы или подключенные к системе извне, взаимодействуют с клапанами, преобразователями, термодатчиками или датчиками в системе. Устройство 180 управления в данном иллюстративном варианте осуществления представляет собой цифровую вычислительную машину, содержащую микропроцессор, исполняющий машиночитаемые команды для координации работы системы; однако может быть использовано любое устройство, способное управлять процессом, в том числе, без исключения, механические или пневматические устройства управления или аналоговые электронные системы. Использование устройств управления может позволить оператору осуществлять текущий контроль и управление процессом стерилизации (например, счи-

тывать данные с датчиков посредством пользовательского интерфейса или дисплея и соответствующим образом открывать или закрывать клапаны) или может делать возможной автономную работу системы в соответствии с предписанными инструкциями. Устройства управления могут быть использованы в ограниченной степени, или они могут быть использованы в той мере, в которой система нуждается лишь в подаче питания для получения стерилизованной текучей среды в соответствии с техническими условиями. Варианты осуществления системы могут быть использованы и без устройств управления, однако таким образом, чтобы оператор мог вручную приводить в действие клапаны и считывать информацию с датчиков, т.е. при помощи средств измерений, или снятия зрительных показаний, или графических средств.

В частности, снова обратимся к фиг. 2, на которой показано, что текучая среда попадает в систему из впуска 30 через клапан (HV1) 31 с ручным управлением. В данном иллюстративном варианте осуществления текучая среда имеет давление 50-500 фунтов/кв. дюйм изб. и перемещается через обратный клапан (CV1) 35, измерительный преобразователь (P1) 36 давления, термодару (TC1) 37 и расходомер (FM1) 38. В дополнение или в качестве альтернативы для всасывания текучей среды через выпуск 32 из резервуара или другого источника текучей среды, не находящейся под давлением, может быть использован насос 34. Обратные клапаны используют для обеспечения однонаправленного потока в системе, а измерительные преобразователи давления и термодары, а также другие датчики используют для текущего контроля динамических свойств текучей среды в системе. Расходомеры используют для определения скорости проходящей через систему текучей среды, которая может быть изменена с использованием пропорциональных клапанов. Давление впуска текучей среды определяет скорость потока и время пребывания в системе при температуре стерилизации в соответствии с применяемой температурой стерилизации. В приведенной ниже таблице перечислены температуры стерилизации для заданного давления впуска в одном из иллюстративных вариантов осуществления.

Давление впуска (фунтов/кв. дюйм изб.)	Температура кипения (°C)	Температура стерилизации (°C)
10	115	108
50	147	140
100	170	163
200	198	191
300	216	209
400	231	224
500	254	243

Когда текучая среда попадает в систему, она может проходить через фильтр (F1) 130 (фиг. 6) для удаления твердых загрязнителей перед дальнейшим перемещением в теплообменник 12. Теплообменник 12 как (а) предварительно нагревает текучую среду перед ее попаданием в нагревательную секцию 14, так и (б) охлаждает выходной поток из нагревательной секции 14 за счет обеспечения возможности теплопередачи между ними. В данном иллюстративном варианте осуществления текучая среда попадает в систему при температуре окружающей среды, как правило, 15-20°C, измеренной при помощи TC1 37, расположенной на пути потока между впуском 30 и теплообменником 12. Затем текучая среда течет через теплообменник 12, в котором ее нагревают до температуры приблизительно 70-95°C, более предпочтительно 88-92°C или приблизительно 90°C. В случае, когда температура впуска окружающей среды составляет менее 15-20°C, может быть добавлена секция предварительного нагрева.

Система предусматривает путь потока, выполненный с возможностью эксплуатации непрерывным и/или периодическим образом от впуска 10 к выпускам 17, 18. Путь потока содержит компоненты и трубы, выполненные с возможностью поддержания текучей среды при предписанных давлении и температурах. В данном иллюстративном варианте осуществления в системе от впуска к выпускам, включая нагревательную секцию, использован трубопровод из пищевой нержавеющей стали. Выбор металла для использования в материалах во всей системе будет основываться на требованиях, наилучшим образом подходящих для конкретного применения, но обычно он представляет собой жаропрочный сплав. Это делает возможной простую установку в обычном устройстве без создания неудачного сочетания металлов, которое может вызывать коррозию металла, вероятно, за счет химических или электрохимических реакций в системе.

В другом варианте осуществления для достижения необходимого давления в системе могут быть использованы насосы с переменным расходом. Например, для достижения требуемого давления впуска насос с переменным расходом может быть использован вблизи впуска системы 30. В дополнение для достижения требуемого давления выпуска без создания нарушения внутреннего давления насос с переменным расходом может быть размещен вблизи выпуска системы и может приводиться в действие в связи с давлением впуска.

В другом варианте осуществления, лучше всего видном на фиг. 5, нагревательный элемент 112 используют для предварительного нагрева текучей среды до еще большей температуры после того, как она

покидает теплообменник 12. После прохождения через первый нагревательный элемент 112 (например, ленточные нагреватели) в секции 111 предварительного нагрева текучая среда затем течет в нагревательную секцию 14 через расположенное в ней нагревательное устройство 113 для приведения к температуре, необходимой для стерилизации. Как показано на фиг. 8, ленточный нагреватель в данном варианте осуществления используют в качестве элемента 112 предварительного нагрева, хотя могут быть использованы и другие нагревательные элементы, аналогичные основной нагревательной секции 14, как рассмотрено ниже. Секция 111 предварительного нагрева нагревает текучую среду до температуры приблизительно 90-120°C, которую измеряют при помощи термодатчика (ТС2) 42, расположенной на пути потока между теплообменником 12 и нагревательной секцией 14. Однако предусмотрены и другие варианты осуществления, в которых текучая среда проходит непосредственно из теплообменника 12 в нагревательную секцию 14 или даже непосредственно от впуска 30 в нагревательную секцию 14, избегая секции 111 предварительного нагрева.

Перепускной клапан (RV1) 41 расположен на пути потока между теплообменником 12 и нагревательной секцией 14 с тем, чтобы он выпускал текучую среду из пути потока, если давление в пути потока превышает заданное давление открытия клапана (например, 500 фунтов/кв. дюйм изб.). Приведение в действие перепускного клапана отводит текучую среду из пути потока, и, таким образом, давление в пути потока будет переставать расти или будет уменьшаться для защиты системы от повреждения или отказа по причине избыточного давления. При приведении в действие перепускные клапаны могут отводить избыток текучей среды обратно в систему через вспомогательный путь потока или отводить избыточную текучую среду наружу из системы.

Нагревательные элементы выполнены с возможностью быстрого и точного приведения текучей среды к требуемой температуре. В иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 2, в нагревательной секции 14 в качестве основного нагревательного элемента используют погружные нагреватели 47, 49 и 51 текучей среды, например, мощностью 1000 Вт. В других вариантах осуществления, описанных в данном документе, могут быть использованы индуктивные теплообменники 132 (фиг. 6), поверхностные теплообменники 145 (фиг. 8) или пропановые нагреватели 160 (фиг. 11, 19, 24 и 25). Однако без отступления от объема изобретения могут быть использованы по отдельности или в комбинации другие нагревательные устройства, такие как ленточные нагреватели, нагревательные стержни, открытое пламя (например, с использованием природного газа, пропана, дров или другого топлива), погружные нагреватели, графен (например, в качестве проводника, или непосредственно для подвода теплоты, или в обоих вариантах), микроволновое излучение, солнечные нагреватели (например, линзы или зеркала для сбора солнечной энергии) или теплота от комбинированных генераторов тепловой и электрической энергии.

В дополнение системы в соответствии с изобретением могут быть встроены в другие механические конструкции, используя для обеспечения источника тепла для нагревательной секции доступные в них источники тепла. Например, до тех пор пока может быть достигнуто необходимое количество теплоты, в нагревательной секции в качестве поверхностного нагревателя могут быть использованы нагреваемые компоненты моторизованного транспортного средства или генератора (например, блок цилиндров или выхлопная труба). В одном из иллюстративных вариантов осуществления нагревательная секция может содержать путь потока, встроенный в коллектор, выполненный как единое целое с нагреваемыми компонентами двигательного компонента, такого как генератор или транспортное средство (например, блок цилиндров или выхлопная труба), при этом устройство управления может управлять скоростью потока через нагревательную секцию для поддержания текучей среды при предписанных температуре и давлении в течение предписанной длительности (например, продолжительности выдержки) для стерилизации текучей среды. В особенности в данном варианте осуществления можно осуществлять текущий контроль температуры и давления внутри нагревательной секции, и стерилизацией можно управлять посредством давления текучей среды и скорости потока в ходе работы с одновременным добавлением температуры теплоснабжения, зависящей от работы моторизованного компонента.

Снова обратимся к фиг. 5, на которой показано, что на выходе из теплообменника 12 предварительно нагретую текучую среду 14 выпускают в нагревательную секцию посредством второго обратного клапана (CV2) 43. Текучую среду нагревают до температуры приблизительно 135-240°C, которую измеряют термодатчиками (ТС3, ТС4 и т. д.) 48, 50, 52, расположенными в нагревательной секции 14. Продолжительность выдержки текучей среды при 240°C составляет приблизительно 1 с или менее, хотя продолжительность выдержки может изменяться по мере надобности для стерилизации текучей среды при различных значениях технологических параметров.

В данном иллюстративном варианте осуществления текучей среде не позволяют перейти из жидкого состояния. Посредством содержания под высоким давлением текучей среде позволяют достигать высоких температур, в то же время по-прежнему оставаясь в жидком состоянии. Текучую среду, однако, необязательно поддерживать в жидком состоянии, в особенности в вариантах осуществления, не выполненных с путями потока высокого давления. Система выполнена с возможностью нагрева текучей среды на соответствующих уровнях давления для достижения эффективной стерилизации. В частности, система может достигать требуемых уровней для стерилизации, среди прочих возбудителей инфекций, бакте-

рий, вирусов и прионов, а также органических загрязняющих веществ. Кроме того, выше предписанной температуры система способна разрушать органические молекулы.

Предусмотрен и другой вариант осуществления, в котором на пути потока, в качестве альтернативы или в дополнение к нагревательной секции 14 расположен перегонный компонент. Один из примеров такого перегонного компонента может представлять собой вакуумную камеру, которая может быть вакуумирована перед попаданием текучей среды в камеру и в которой текучая среда испаряется при попадании в зону низкого давления внутри камеры. Эта испаренная текучая среда может быть собрана в виде продукта перегонки в конденсаторе перед продолжением перемещения в системе. В дополнение данный перегонный компонент может быть нагрет до достаточно высоких температур, как и нагревательная секция 14, для того чтобы он выполнял функции как перегонного компонента, так и стерилизационного компонента.

Погружные водонагреватели 47, 49 и 51, изображенные в варианте осуществления, показанном на фиг. 2, конструктивно выполнены так, что они в достаточной мере заполняют объем пути потока в непосредственной близости от внутренней стенки трубы (труб), ограничивающей путь потока через нагревательную секцию (нагреватели 47, 49 и 51), для обеспечения достаточной площади поверхности для поддержания текучей среды в необходимом контакте с поверхностью нагревателей 47, 49 и 51 для обеспечения достаточного нагрева текучей среды с одновременной защитой нагревателей от перегрева. Например, в одном из иллюстративных вариантов осуществления поток по поверхности погружного нагревателя может быть согласован с током, подающимся к нагревателю, иначе нагреватель будет перегреваться, если управление задано в соответствии с выходной температурой воды, но скорость потока является низкой, и теплота соразмерно не удаляется от нагревателя. Одним из способов управления этим является предоставление термопар на погружных нагревателях для обеспечения того, чтобы они не перегревались при падении или уменьшении скорости потока воды.

В частности, погружные нагреватели могут иметь удлиненную цилиндрическую форму, при этом нагреватели ориентированы соосно с цилиндрическими трубами, ограничивающими путь потока через нагревательную секцию. Таким образом, в системе оптимизируется передача энергии между нагревателем (нагревателями) и текучей средой. Путь потока в нагревательной секции 14 может содержать различные средства повышения коэффициента полезного действия нагревательного элемента 12, которые могут потребоваться в частном варианте осуществления. Например, для нарушения граничного слоя текучей среды, которая иначе обладала бы ламинарным течением, или для увеличения площади поверхности текучей среды, находящейся в непосредственном контакте с нагревательным элементом 12, в нагревательной секции 14 могут быть расположены генераторы турбулентности, такие как перегородки или турбулизаторы. В качестве другого примера внутренний турбулизатор, проходящий по всей длине пути потока нагревательной секции 14, сам может нагреваться как погружной нагреватель или как индуктивный теплообменник. Кроме того, размеры нагревательной секции 14 в любом частном варианте осуществления могут изменяться так, чтобы они соответствовали требуемым выходным величинам. Например, длина нагревательной секции 14 может быть уменьшена для более компактного или переносного варианта осуществления системы, или диаметр пути потока в ней 14 может быть увеличен для варианта осуществления системы с большей емкостью. Для достижения требуемых рабочих параметров любые размеры могут быть увеличены или уменьшены.

Нагретая текучая среда, уже являющаяся стерильной, выходит из нагревательной секции 14 и перемещается обратно в теплообменник 12. В данном иллюстративном варианте осуществления теплообменник 12 является многотрубным, позволяющим разделять по отсекам поток текучей среды, входящей из впуска 30, и нагретой текучей среды, входящей из нагревательной секции 14. Близость ненагретой текучей среды, попадающей в теплообменник 12 из впуска 30, способствует процессу охлаждения нагретой текучей среды, входящей из нагревательной секции 14, однако разделение по отсекам предотвращает любое возможное повторное загрязнение. В других вариантах осуществления без отступления от изобретения могут быть использованы другие средства теплопередачи и конструкция теплообменника. Например, вместо или в дополнение к трубчатым теплообменникам по отдельности или в комбинации могут быть использованы теплообменники на пластинчатой основе или теплообменники на основе фазового перехода.

В данном иллюстративном варианте осуществления температура стерильной текучей среды после прохождения через теплообменник 12 уменьшается до приблизительно 70°C. Другой вариант осуществления, показанный на фиг. 6 и 7, содержит охлаждающую секцию 135, содержащую устройство 138 охлаждения текучей среды для дополнительного понижения температуры стерильной текучей среды перед ее выходом из системы. Текучая среда проходит через еще один перепускной клапан (RV2) 54 (фиг. 2) и пропорциональный клапан (SMPFV1) 57, управляемый шаговым двигателем, перед ее направлением либо через удерживающий клапан (LV2) 58 для сброса 19 некондиционной текучей среды либо через удерживающий клапан (LV1) 60 для сброса 20 стерильной текучей среды для выхода из системы. В качестве альтернативы или в дополнение для направления текучей среды либо в путь потока сброса 19 некондиционной текучей среды, либо в путь потока сброса 20 стерилизованной текучей среды может быть использован один трехходовой клапан 118 (фиг. 6). Сброс 19 некондиционной текучей среды может быть

направлен на выход из системы или обратно в систему для повторной стерилизации.

Несмотря на то, что в данном иллюстративном варианте осуществления было описано использование насоса 34 для обеспечения соразмерного давления на впуске 30, система может быть использована и без насосов, как видно на фиг. 9 и 10, на которых текучую среду вводят при помощи нескольких напорных систем, т.е. путем подачи самотеком из башенного накопителя или водонапорного резервуара. Когда текучая среда достигает температуры стерилизации (например, 250°C), считываемой ТС3 48 и ТС4 50, электромагнитный клапан (SV1) 150 для сброса 19 некондиционной текучей среды открывается, и впуск 30 открывается на первом пропорциональном клапане (PFV1) 110. Управление давлением осуществляют при помощи регулировки PFV1 110 и второго пропорционального клапана (PFV2) 116. Это создает равномерный поток текучей среды от впуска 30 к сбросу 19. Когда в нагревательной секции в течение предписанного периода времени (например, продолжительности выдержки) устанавливается равномерный поток для обеспечения полной стерилизации (например, 5 с) без значительной потери температуры (например, при поддержании температуры по меньшей мере 240°C) по данным текущего контроля при помощи ТС3 и ТС4, SV1 150 для сброса 19 некондиционной текучей среды закрывается, и второй электромагнитный клапан (SV2) 151 для сброса 20 стерильной текучей среды открывается. Затем получают стерильную текучую среду, принимаемую на впуске 30 через HV1 31, CVI 35 и PFV1 110 и выходящую через SV2 151. Несмотря на то, что варианты осуществления настоящего документа подробно описаны в отношении непрерывной работы или равномерного потока текучей среды, другие варианты осуществления в соответствии с изобретением могут работать в импульсном или периодическом режиме. Например, устройство 180 управления может быть запрограммировано для получения стерилизованной текучей среды в заданном объеме (например, 379 л (100 галлонов)) или в течение заданной длительности (например, 1 ч) с последующим отключением системы. В качестве еще одного примера оператор может вручную открывать нужные клапаны, пропуская определенный объем текучей среды в нагревательную секцию 14, затем закрывать нужные клапаны в течение требуемой продолжительности выдержки для стерилизации данного объема текучей среды в нагревательной секции 14 и, наконец, открывать нужные клапаны для направления этого объема текучей среды в сброс 20 стерильной текучей среды.

Обратимся теперь к фиг. 21, в связи с которой рассмотрена иллюстративная последовательность действий системы (например, системы (фиг. 9)) в соответствии с изобретением. Вначале в данном иллюстративном варианте осуществления оператор проверяет работоспособность системы, что более подробно рассмотрено ниже, и все клапаны закрыты. Затем проверяют присоединение источника воды для доставки воды в систему. Этап 3: теперь могут открывать концевые клапаны (например, HV1, HV2, HV3). Этап 4: теперь открывают управляющие клапаны (например, PFV1, PFV2, SV1) для обеспечения полного потока через узел, чтобы вытолкнуть весь воздух из пути потока. Этап 5: закрывают управляющие клапаны (например, PFV1, PFV2, SV1). Теперь текучую среду могут заключать внутри пути потока системы, не содержащей захваченный в ней воздух. Устройство (180) управления будет считывать давление внутри системы, например, при помощи P1, обеспечивая доступность данных об исходном минимальном давлении (например, по меньшей мере 50 фунтов/кв. дюйм).

Если исходное минимальное давление является удовлетворительным, то на этапе 6 устройство управления приводит в действие водонагревательные секции, и в данном иллюстративном варианте осуществления в основной нагревательной секции задают предписанную температуру стерилизации. Этап 7: если нагревательный сектор находится при предписанной температуре стерилизации (измеряемой, например, при помощи ТС3, ТС4), управляющие клапаны (например, PFV1, PFV2, SV1) открывают, начиная поток через систему. Затем на этапе 8 после установления устойчивого потока текучей среды через систему в течение достаточного периода времени, например, по меньшей мере 5 с, с одновременным поддержанием достаточной температуры стерилизации клапан (SV1) для сброса некондиционной текучей среды могут закрыть, и могут открыть клапаны (SV2) для стерилизованной текучей среды.

В ходе этих действий устройство 180 управления осуществляет текущий контроль системы для обеспечения поддержания надежности работы и поддержания предписанных температур и давлений стерилизации в пределах предписанных допусков. Осуществляют непрерывный текущий контроль этих измерений для всех действий во всей системе, например, температура внутри основной нагревательной секции предпочтительно составляет 240-275°C (измеряют при помощи ТС3 и ТС4). Кроме того, при помощи ТС5 измеряют температуру выходного потока. Давление внутри системы, измеряемое при помощи P1 и P2, должно быть меньше 500 фунтов/кв. дюйм изб. В данном иллюстративном варианте осуществления для предотвращения нарастания обратного давления используют проверочную систему просмотра. Для фильтрации твердых загрязнителей в систему используют фильтр (F1). Устройство управления осуществляет текущий контроль температуры воды на входе, предпочтительно составляющей 15-20°C, при помощи ТС1.

На фиг. 26 показан снимок 400 экрана устройства 180 управления, на котором изображен монитор состояния системы. Устройство управления осуществляет текущий контроль датчиков и управление клапанами, нагревательными элементами и другими элементами системы. В ходе использования устройство управления обеспечивает действие данной системы в пределах предписанных диапазонов давления и температуры для достижения требуемого уровня стерилизации без необходимости в поддержании фикс-

сированной температуры или фиксированного давления в пределах какой-либо части системы, включая нагревательную секцию. Это дополнительно обеспечивает надежность работы системы. В данном иллюстративном варианте осуществления данные 410 измерений, показанные на снимке 400 экрана, получены из датчиков (ТС1, ТС2, ТС3, ТС4, Р1, Р2, Р3, показанных на фиг. 22). Устройство управления дополнительно позволяет оператору обозначать заданное значение стерилизации и заданное значение (420) скорости потока воды. Устройство управления непрерывно обновляет данные измерений и элементы управления, например, как показано на фиг. 27.

На фиг. 13- 18 показано несколько видов варианта осуществления, в котором используют устройство 180 управления. На фиг. 13 показана система из перспективы переднего верхнего правого угла. На фиг. 14 система показана спереди, тогда как на фиг. 15 система показана сверху. Аналогично на фиг. 16 система показана сзади, тогда как на фиг. 17 система показана снизу. Наконец, на фиг. 18 система показана с заднего нижнего правого угла. В данном варианте осуществления система содержит множество клапанов, соединенных с устройством 180 управления, в том числе клапаны, расположенные в точках впуска и выпуска теплообменника 12 и в точках впуска и выпуска нагревательной секции 14. Клапаны приводят в действие в управляемой последовательности для обеспечения возможности эффективной работы системы, которая включает поддержание текучей среды внутри нагревательной секции 14 в течение длительности, необходимой для достижения стерилизации. В дальнейшем впускное и выпускное отверстия открывают последовательным образом для обеспечения возможности выхода текучей среды из нагревательной секции 14 с одновременным созданием всасывания принятой текучей среды из теплообменника 12 в нагревательную секцию 14. Таким образом, система может работать при отсутствии насосов, достигая требуемых уровней давления, по меньшей мере, частично за счет управления последовательным приведением клапанов в действие при помощи устройства 180 управления.

Обратимся теперь к фиг. 3, на которой аналогично вышеупомянутым вариантам осуществления показан разветвленный узел стерилизации текучей среды, выполненный с возможностью использования для стерилизации воды и дополнительно содержащий несколько путей 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88 и 89 потока, параллельно проходящих через теплообменник 12 и нагревательную секцию 14. На каждом из путей потока множество клапанов расположено таким образом, что каждый путь потока может работать независимым образом. Работа каждого из путей потока, однако, может быть последовательна, и, таким образом, узлом может выполняться непрерывная одновременная работа, посредством чего увеличивается производительность по потоку всей системы. Более того, управляемая работа параллельных путей потока позволяет пользователям в реальном времени приспосабливать продуктивность системы к удовлетворению уровней потребности пользователей. В других вариантах осуществления по мере необходимости в достижении различной продуктивности могут быть использованы разветвленные или неразветвленные пути потока. На фиг. 20 показана вариация варианта осуществления, показанного на фиг. 2, в которой используют погружные нагреватели 47, 49, 51 и 200, расположенные на разветвленных путях потока в нагревательной секции 14.

Обратимся теперь к фиг. 4, на которой узел может дополнительно содержать камеру 100 автоклава для стерилизации оборудования или материально-технических средств (например, медицинских, хирургических, таких как сверла, скальпели и т.д.). В частности, камера 100 автоклава выполнена с возможностью подвергания оборудования действию находящейся под давлением текучей среды, поддерживаемого при температуре и давлении, превышающих пороговые значения, в течение предписанной длительности (например, продолжительности выдержки) для достижения требуемых уровней стерилизации с одновременным поддержанием текучей среды в жидком состоянии. Камера 100 автоклава обеспечивает замкнутое пространство для размещения оборудования, которое может быть заполнено находящейся под давлением текучей средой, принятой из нагревательной секции 14 для стерилизации. Камера 100 автоклава соединена с нагревательной секцией 14 узла для приема выходящего из нее потока находящейся под давлением текучей среды. В блоке 100 автоклава может содержаться дополнительное нагревательное устройство 170, 171 и 172 (фиг. 12), обеспечивающее постоянную температуру текучей среды или способствующее высушиванию стерилизованного оборудования.

При использовании оборудование размещают в камере 100 автоклава. Затем в камере 100 создают повышенное давление и заполняют ее находящейся под давлением текучей средой из нагревательной секции 14. Текучая среда предпочтительно находится при температуре, превышающей минимальную (например, 141°C), и под давлением, превышающим минимальное, для поддержания в жидком состоянии. Для обеспечения стерилизации оборудование подвергают обработке в течение предписанной длительности (например, продолжительности выдержки). Затем камеру 100 автоклава освобождают от текучей среды, и для охлаждения оборудования в камеру 100 может быть направлена охлажденная стерильная текучая среда из теплообменника 12. Камеру 100 затем освобождают от текучей среды, и стерилизованное оборудование может быть извлечено.

Выходной поток из камеры 100 автоклава может быть подвергнут повторной циркуляции через систему. В данном иллюстративном варианте осуществления этот выходной поток направляют обратно в теплообменник 12, и, таким образом, он может быть подвергнут повторной циркуляции в теплообменнике 12 и нагревательной секции 14. В качестве альтернативы выходной поток может быть направлен в

сброс 19 некондиционной текучей среды или, поскольку текучая среда, использованная для стерилизации оборудования в камере автоклава, является стерильной, через сброс 20 стерильной текучей среды. Обратимся теперь к фиг. 5, на которой показан вид в перспективе стерилизационного узла в соответствии с изобретением. Эта система может быть соединена с источниками текучей среды и электроэнергии, а затем она может быстро начать работу. Следует отметить, что данный узел является компактным и легким, и поэтому он может быть легко подвергнут перевозке практически в любое местоположение. Таким образом, стерилизованная текучая среда может быть сделана широкодоступной. Вариант осуществления, показанный на фиг. 5, имеет размер менее 30,5 см (1 фута) в высоту, менее 1,83 м (6 футов) в длину и приблизительно один фут в ширину, хотя возможны узлы меньшего размера. В качестве альтернативы возможны узлы большего размера, обеспечивающие повышенные возможности стерилизации.

В одном из вариантов осуществления стерилизационного узла могут быть использованы другие источники энергии. Одно из исполнений может содержать литий-ионные аккумуляторы или другие формы накопления энергии, при помощи которых приводят в действие стерилизационный узел или, по меньшей мере, какое-либо его электронное оборудование. Для заряда указанных аккумуляторов или для приведения в действие устройства 180 управления или другого электронного оборудования могут быть предусмотрены солнечные батареи. Другое исполнение, показанное на фиг. 11, содержит термоэлектрические генераторы (TEG1, TEG2, TEG3 и TEG4) 162, 163, 164 и 165 в нагревательной секции 14 для возврата части избыточной теплоты, вырабатываемой пропановыми нагревательными элементами 160 и 161 и ее преобразования в электроэнергию для приведения в действие электронного оборудования узла. Узел может содержать множество аккумуляторов. При использовании часть из множества аккумуляторов может заряжаться, тогда как другие аккумуляторы могут подавать мощность к узлу, а затем они могут меняться местами, когда аккумуляторы будут заряжены. Устройство управления может быть выполнено с возможностью управления аккумуляторами таким образом.

На фиг. 18 показана более подробная схема газового нагревательного узла 161, представленного на фиг. 11, в котором текучая среда попадает в змеевиковый путь 196 потока (фиг. 19), расположенный над согласующимся с ним путем потока для пропана или другого топлива 195, текущего в спираль 190, при этом последний путь содержит равномерно разнесенные перфорационные отверстия 194, из которых топливо направляют и воспламеняют для нагрева текучей среды в верхнем пути 196 потока. Также см. фиг. 22, на которой показан другой пример узла, содержащего газовый нагревательный источник. На фиг. 23 и 24 показаны газовые нагревательные узлы, содержащие змеевиковый путь потока, выполненный в усеченно-коническом исполнении и расположенный над согласующимся с ним путем потока для пропана или другого топлива, при этом последний путь содержит равномерно разнесенные перфорационные отверстия, из которых топливо направляют и воспламеняют для нагрева текучей среды в верхнем пути потока.

Предусмотрен еще один вариант осуществления, в котором стерилизационная система содержит устройство 180 управления системой, содержащее средства передачи или приема информации, касающейся системы. Например, устройство 180 управления в системе может быть соединено с сетью для передачи данных, поступающих с датчиков, удаленному оператору или приема команд от него. В качестве другого примера устройство 180 управления в системе может быть оснащено для трансляции электромагнитного сигнала (например, радиоволн) для передачи рабочего состояния, производительности или потребности в техническом обслуживании (например, готовности, исправности системы) для удаленного текущего контроля системы.

Исходя из вышесказанного следует учесть, что настоящее изобретение предоставляет систему и способ стерилизации текучей среды, в которых предусмотрено нагревательное устройство для нагрева находящейся под давлением текучей среды выше предписанных пороговых значений температуры, давления и длительности (например, продолжительности выдержки) для достижения требуемых уровней стерилизации, содержащее теплообменник как для (а) предварительного нагрева текучей среды перед попаданием в нагревательное устройство, так и для (b) охлаждения выходного потока из нагревательного устройства, в котором текучая среда проходит через устройство путем приведения в действие клапанов перед нагревательной секцией и после нее в управляемой последовательности для содействия потоку через систему с одновременным поддержанием предписанных профилей давления и температуры. Система действует в пределах предписанных диапазонов давления и температуры для достижения требуемого уровня стерилизации без необходимости в поддержании фиксированной температуры или фиксированного давления в пределах какой-либо части системы, включая нагревательную секцию. Более того, варианты осуществления в соответствии с изобретением могут быть произвольно приспособлены для бытовых, коммерческих или промышленных применений.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для стерилизации текучей среды, содержащая выпуск (30) для оперативного соединения с источником (10) текучей среды для обеспечения текучей среды вдоль пути потока для стерилизации системой;

нагревательную секцию (14), находящуюся в гидравлическом сообщении с впуском (30) на пути потока, при этом нагревательная секция (14) нагревает находящуюся под давлением текучую среду внутри нее выше предписанных пороговых значений температуры, давления и продолжительности выдержки для достижения требуемого уровня стерилизации;

теплообменник (12), содержащий первый путь, расположенный в гидравлическом сообщении между впуском (30) и нагревательной секцией (14) на пути потока для предварительного нагрева текучей среды перед попаданием в нагревательную секцию (14), и содержащий второй путь, расположенный между нагревательной секцией (14) и выпуском (119, 120) системы на пути потока для охлаждения выходного потока нагревательной секции (14) перед выходом из выпуска, причем первый путь и второй путь теплообменника (12) выполнены с возможностью переноса тепловой энергии между ними; и

множество клапанов, расположенных на пути потока, включая клапаны, расположенные у впуска (30) и мест выпуска теплообменника (12) и у впуска (30) и мест выпуска нагревательной секции (14);

множество датчиков, расположенных на пути потока, включая датчики (53) температуры, расположенные в нагревательной секции (14) для измерения температуры в ней, и датчик температуры, расположенный между вторым путем теплообменника (12) и выпуском;

цифровое устройство (180) управления в оперативном сообщении с множеством датчиков для приема из них данных измерений и в оперативном управлении множеством клапанов для работы клапанов в управляемой последовательности для содействия потоку через систему с одновременным поддержанием предписанных профилей давления и температуры в пределах предписанных диапазонов давления и температуры, отличающаяся тем, что

первый датчик (36) давления расположен между впуском (30) и первым путем теплообменника (12),

второй датчик (56) давления расположен между вторым путем теплообменника (12) и выпуском,

первый клапан (11, 35) между впуском (30) и первым путем теплообменника (12), второй клапан (13, 43) - ниже по потоку относительно первого пути теплообменника (12) и выше по потоку относительно нагревательной секции (14), а третий клапан (16, 56) - ниже по потоку относительно нагревательной секции (14) и выше по потоку относительно второго пути теплообменника (12),

при этом устройство управления запрограммировано для обеспечения работы системы в пределах предписанных диапазонов давления и температуры для достижения требуемого уровня стерилизации без необходимости в поддержании фиксированной температуры или фиксированного давления в пределах какой-либо части системы, включая нагревательную секцию (14).

2. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что первый клапан (35) представляет собой обратный клапан, выполненный с возможностью однонаправленного потока.

3. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что второй клапан (43) представляет собой обратный клапан, выполненный с возможностью однонаправленного потока.

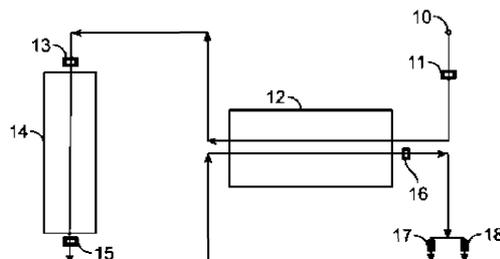
4. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что третий клапан (57) представляет собой клапан пропорционального управления.

5. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что первый датчик (36) давления расположен выше по потоку относительно нагревательной секции (14).

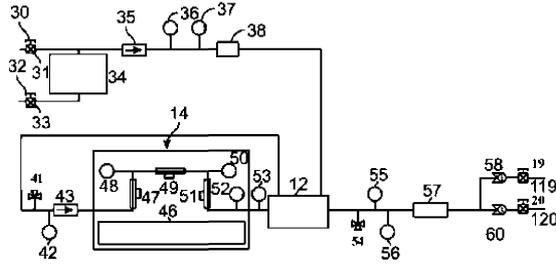
6. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что второй датчик (56) давления расположен ниже по потоку относительно нагревательной секции (14).

7. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит расходомер (38), расположенный на пути потока выше по потоку относительно третьего клапана (57).

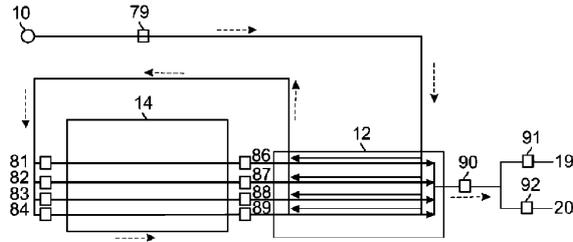
8. Система для стерилизации текучей среды по п.1, отличающаяся тем, что третий клапан (57) расположен ниже по потоку относительно второго пути теплообменника (12).



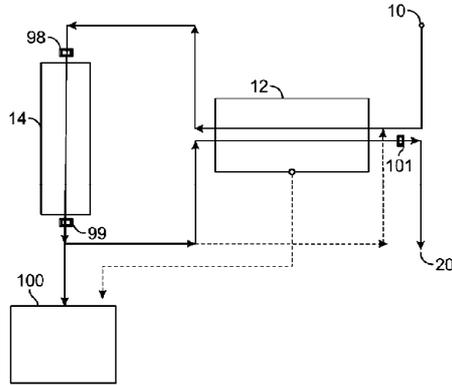
Фиг. 1



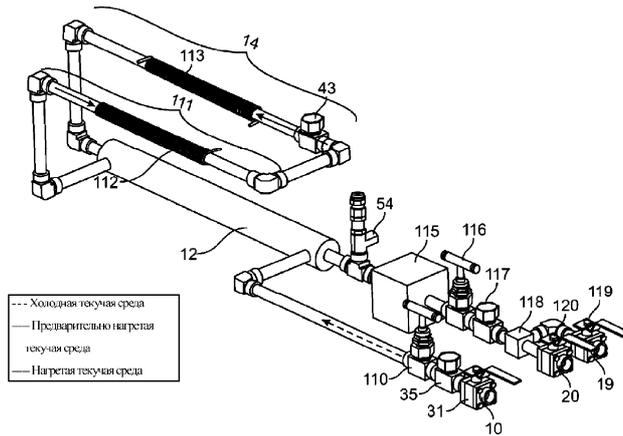
Фиг. 2



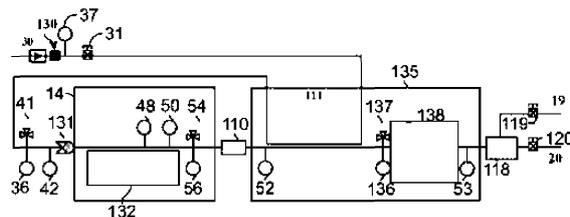
Фиг. 3



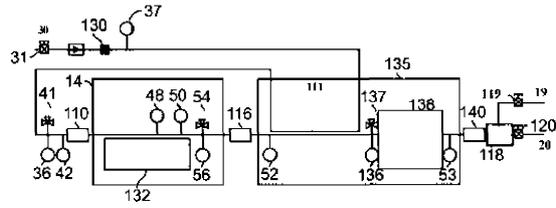
Фиг. 4



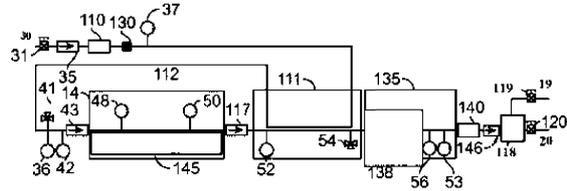
Фиг. 5



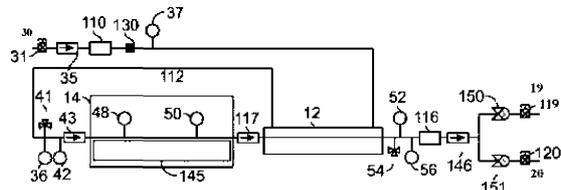
Фиг. 6



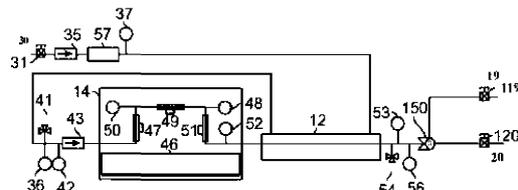
Фиг. 7



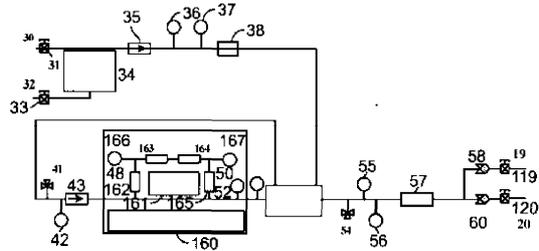
Фиг. 8



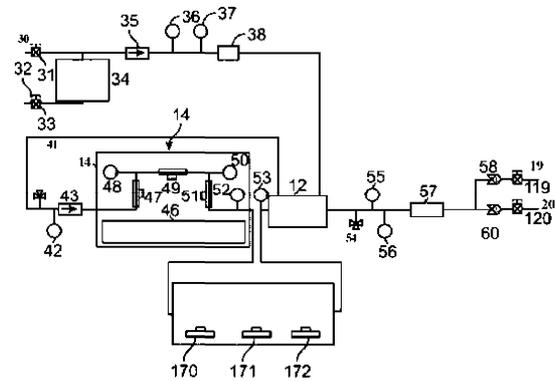
Фиг. 9



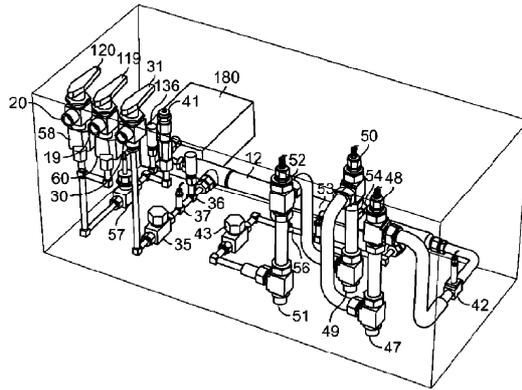
Фиг. 10



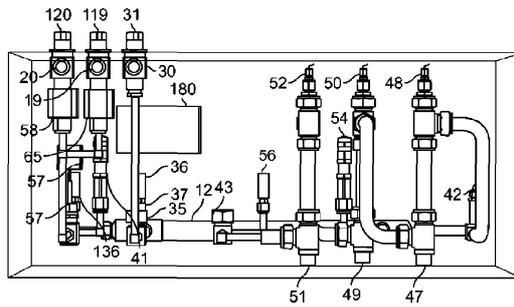
Фиг. 11



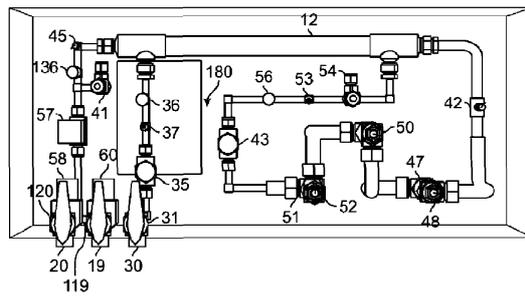
Фиг. 12



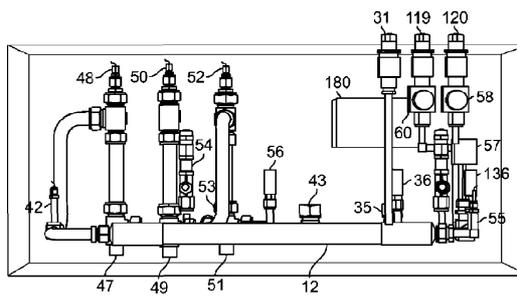
Фиг. 13



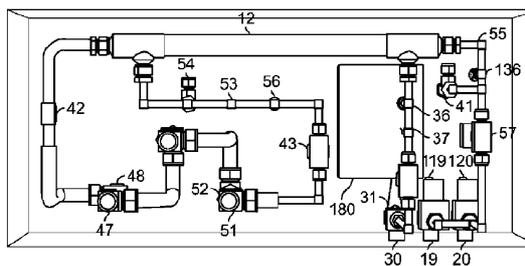
Фиг. 14



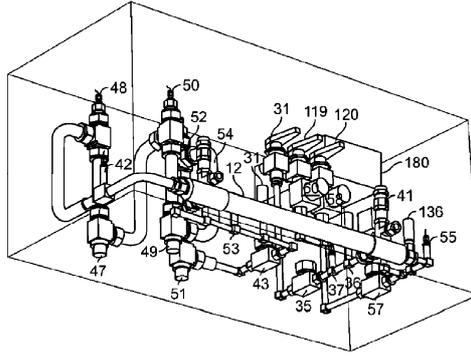
Фиг. 15



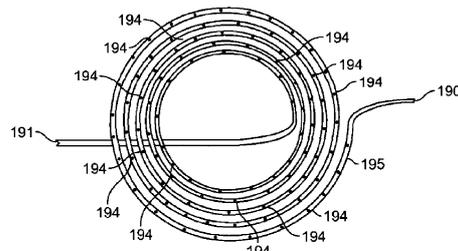
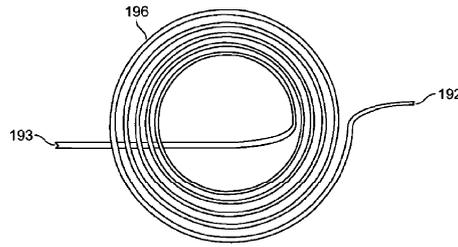
Фиг. 16



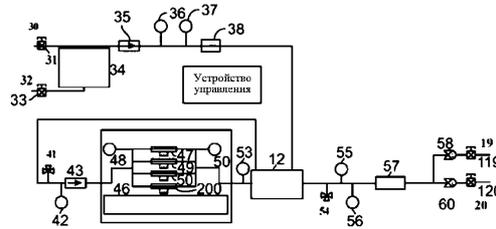
Фиг. 17



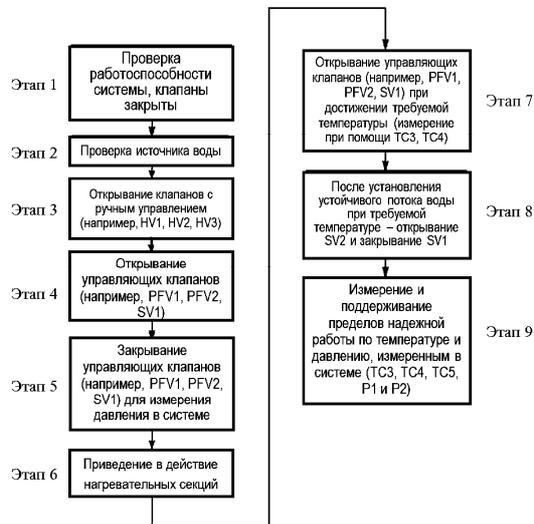
Фиг. 18



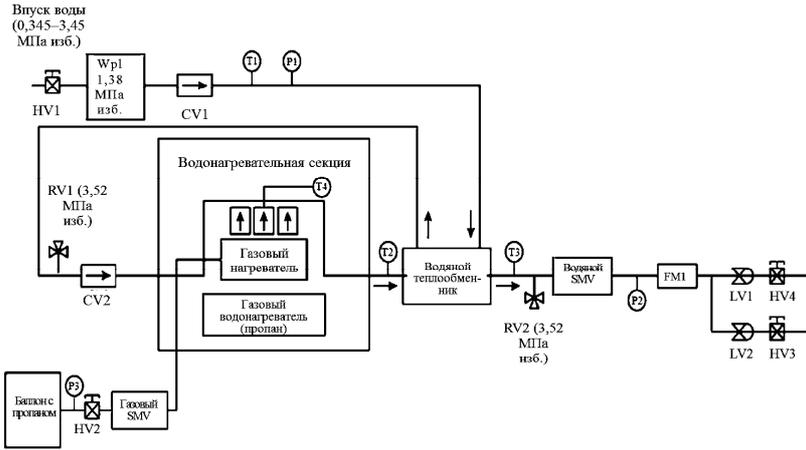
Фиг. 19



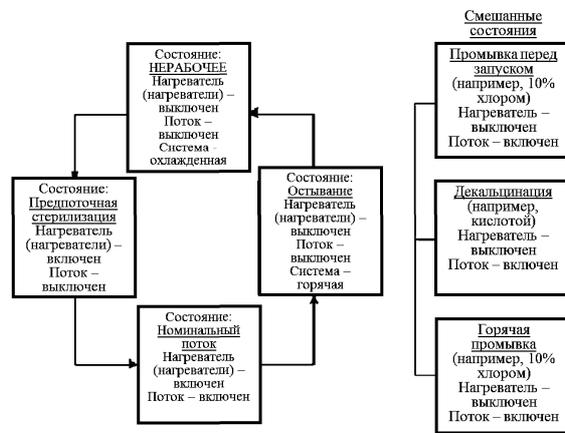
Фиг. 20



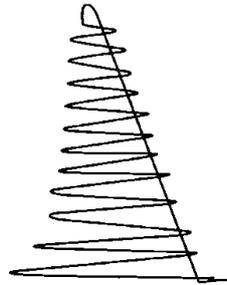
Фиг. 21



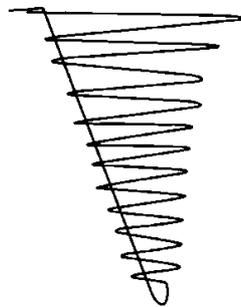
Фиг. 22



Фиг 23



Фиг. 24



Фиг. 25

400

Серийный номер GSM 398385 GFR (LPM) 0,0 lpm Положение SGM 0 Этапы управления SGM 0 Состояние управления GFR <input type="text"/>	Серийный номер WSM 398385 WFR (GPD) 0,0 lpm Положение WSM 0 Этапы управления WSM 0 Состояние управления WFR <input type="text"/>	Серийный номер термистора 42027 Состояние температуры СЭС TC0 (°C) 30,1°C Состояние температуры воды на впуске TC1 (°C) 30,8°C Состояние температуры нагретой воды TC2 (°C) 30,6°C Состояние температуры воды на выходе TC3 (°C) 30,1°C Состояние температуры газоотвода TC4 (°C) 29,2°C P1 (Па изб.) 0,0 Па изб. P2 (Па изб.) 0,0 Па изб. P3 (Па изб.) 0,0 Па изб.	Флаг управления скоростью потока воды <input type="radio"/> Флаг управления скоростью потока газа <input type="radio"/> Состояние нагрева <input type="radio"/> Состояние насоса <input type="radio"/> Путь потока (Зеленый – СТЕРИЛЬНО) <input type="radio"/> Флаг работы системы <input type="radio"/> Выключение воды <input type="radio"/> Заданное значение скорости потока воды (литров в день) 757 Заданное значение температуры стерилизации (°C) 160	Флаг состояния системы <input type="radio"/> Состояние управления GFR <input type="radio"/> Состояние управления WFR <input type="radio"/> Флаг состояния потока <input type="radio"/> Флаг блокировки данных <input type="radio"/>	Последовательный порт UNO 1/0 COM3 Всего газонов прошло после запуска 0 Всего стерильных газонов прошло после запуска 0
---	---	---	--	--	--

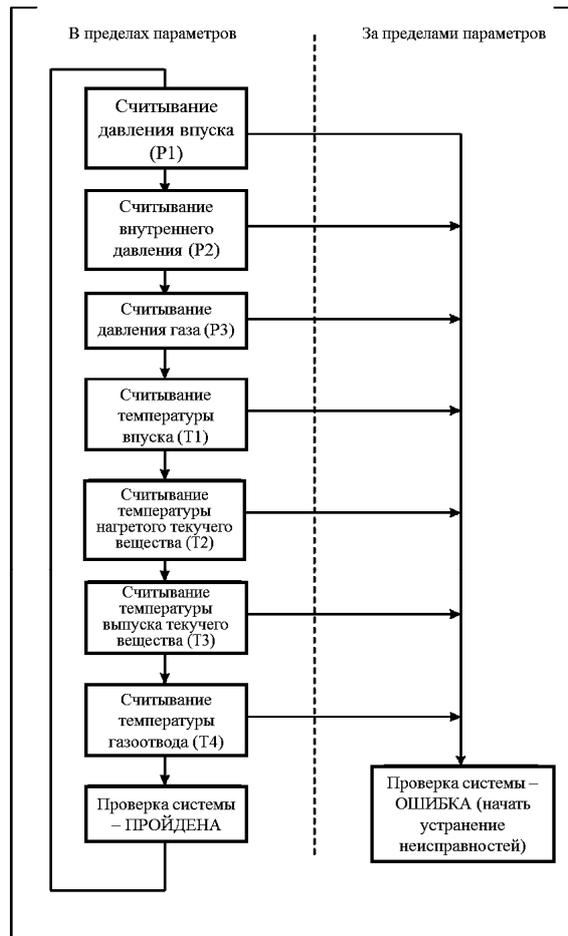
410

P1 Coef C0 0	WFM Coef C0 0
P1 Coef C1 100	WFM Coef C1 152
P2 Coef C0 0	GFM Coef C0 0
P2 Coef C1 100	GFM Coef C1 2
P3 Coef C0 0	
P3 Coef C1 100	

420

Ресурс LINX
Платформа LINX
Интерфейс Последовательный
Состояние системы <input type="text"/>

Фиг. 26



Фиг. 27