

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 033964

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.13

(21) Номер заявки
201791198

(22) Дата подачи заявки
2015.12.10

(51) Int. Cl. *B01F 5/04* (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)

(54) МНОГОФАЗНОЕ УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА ДЛЯ НАГРЕВА, КОНДЕНСАЦИИ, СМЕШИВАНИЯ, ДЕАЭРАЦИИ И НАГНЕТЕНИЯ

(31) 62/090,311

(32) 2014.12.10

(33) US

(43) 2017.10.31

(86) PCT/US2015/064963

(87) WO 2016/094641 2016.06.16

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
КРЕМЕР РОБЕРТ (US)

(74) Представитель:
Строкова О.В. (RU)

(56) US-A1-20110042835
US-A1-20140321231
US-A1-20050077636
US-A1-20100243953
US-A1-20120107060

(57) В изобретении описан энергосберегающий деаэратор, содержащий первый канал для входящего потока, который в целом проходит по центральной оси деаэрата от впускного отверстия, имеющего коническую форму со сходящимися боковыми стенками, к расширительной камере с расходящимися боковыми стенками, далее к камере сжатия со сходящимися боковыми стенками и к выпускному отверстию, причем камера сжатия имеет первое входное отверстие, которое сформировано выпускным отверстием расширительной камеры; второй канал для входящего потока с боковыми стенками, которые сходятся для формирования кольцеобразного второго входного отверстия камеры сжатия, причем кольцеобразное второе входное отверстие окружает первое входное отверстие и концентрично с ним; причем первый и второй каналы для входящих потоков сходятся в камере сжатия, и оба канала направлены в сторону выпускного отверстия для формирования канала для выходящего потока.

033964 B1

033964

B1

Предпосылки создания изобретения

Изобретение относится к "зеленым" технологиям в области теплотехники, химического и механического оборудования и, в частности, к реакторам с непосредственным контактом сред, к теплообменникам, к смешиванию различных газов, паров и текучих сред, производству тепла, регенерации энергии, конденсации паров, деаэрации и нагнетанию текучих сред и жидкостей.

Многие энергетические компании в Соединенных Штатах и по всему миру производят пар и подают его в здания для отопления и охлаждения помещений, а также для обеспечения бытовой горячей воды. Конденсат пара иногда возвращается на парогенерирующую станцию или выпускается в городскую систему канализации. Для снижения температуры конденсата с 220 до примерно 140°F (требование городских систем канализации) конденсат смешивают с холодной питьевой водой. Такие системы работают со значительными потерями электроэнергии, тепла и воды и осуществляют интенсивные сбросы в канализацию. Сброшенный конденсат должен быть восполнен холодной деминерализованной водой, прошедшей обработку в тарельчатых или распылительных деаэраторах. В районных парогенерирующих системах с большими потерями конденсата доля пополняющей воды может достигать 100% расхода питательной воды. В этих условиях деаэраторы не могут обеспечить высокую производительность по нагреву, конденсации и деаэрации. В результате работы в таких условиях деаэраторы подвергаются действию гидравлических ударов, и их характеристики по нагреву и деаэрации ухудшаются. При этом происходит интенсивная коррозия оборудования энергетической станции и паропроводов районной системы.

На энергетических станциях и в котельных установках широко используется термическая деаэрация питательной воды для удаления из конденсата неконденсирующихся газов, таких как кислород и диоксид углерода. Обычно поступающий конденсат нагревают паром в деаэраторе до температуры насыщения, соответствующей давлению в аэраторе. Неконденсируемые газы удаляются из деаэратора в составе пара. Обычно небольшая часть конденсата, уносимая вместе с паром (примерно 10%) в процессе использования, компенсируется холодной деминерализованной водой, которая также вводится в деаэратор. Температура смеси конденсата и потока деминерализованной воды, поступающей в деаэратор, обычно повышается в деаэраторе на 20-40°F. Во многих районных системах снабжения паром конденсат не возвращается на парогенерирующую станцию, и его потеря должна восполняться большим количеством холодной деминерализованной воды с температурой 50-70°F. В деаэраторе, работающем при атмосферном давлении с температурой насыщения, равной 220°F, температура очищаемой воды должна быть повышена на 150-170°F, что приводит к гидравлическим ударам, к снижению мощности деаэратора и к ухудшению качества деаэрированной воды.

Обычный способ решения вышеописанной проблемы заключается в установке теплообменников с большой площадью поверхности теплообмена, в которых холодная деминерализованная вода нагревается до температуры примерно 180-200°F перед ее подачей в деаэратор. Такая система требует использования больших дорогостоящих теплообменников и насосов с электрическим приводом. Система труб теплообменников также подвергается интенсивной коррозии, вызываемой высвобождаемыми неконденсируемыми газами. Поскольку в теплообменниках используется непрямая теплопередача через поверхности, на них осаждаются накипь, в результате чего снижается теплопередача и эффективность работы.

Также известны и широко используются струйные аппараты непосредственного контакта, такие как нагреватели Вентури, пароохладители, пароструйные эжекторы, газоструйные насосы и компрессоры, струйные эдукторы и струйные вакуум-насосы. Типичное струйное устройство состоит из трех основных частей: суживающееся (рабочее) сопло, окруженное камерой всасывания, смесительное сопло и диффузор. Рабочий (движущий) и закачиваемый (захватываемый) потоки поступают в смесительное сопло, в котором скорости потоков выравниваются, и давление смеси повышается. Из смесительного сопла объединенный поток поступает в диффузор, в котором происходит дополнительное повышение давления. Диффузор имеет такую форму, что он постепенно снижает скорость потока и преобразует энергию в давление нагнетания на выходе с минимально возможными потерями. В этом процессе пузырьки, содержащие неконденсируемые газы, "схлопываются", и газы растворяются в жидкости.

Способы нагрева жидких продуктов в паро-жидкостном инжекторе описаны, например, в патентах США № 6299343, 5205648, 5275486, 5544961, 5544961 и 4847043.

Хотя существующие деаэраторы и деаэрирующие устройства могут быть пригодны для предназначенной цели, однако технические средства удаления газов и использующие их системы могут быть усовершенствованы с использованием раскрытого здесь деаэратора.

Краткое описание изобретения

Один из вариантов осуществления изобретения содержит энергосберегающий деаэратор, содержащий первый канал для входящего потока, который в целом проходит по центральной оси деаэратора от впускного отверстия, имеющего коническую форму со сходящимися боковыми стенками, к расширительной камере с расходящимися боковыми стенками, далее к камере сжатия со сходящимися боковыми стенками и к выпускному отверстию, причем камера сжатия имеет первое входное отверстие, которое сформировано выпускным отверстием расширительной камеры; второй канал для входящего потока с боковыми стенками, которые сходятся для формирования кольцеобразного второго входного отверстия камеры сжатия, причем кольцеобразное второе входное отверстие окружает первое входное отверстие и

концентрично с ним; и причем первый и второй каналы для входящих потоков сходятся в камере сжатия, и оба канала направлены в сторону выпускного отверстия для формирования канала для выходящего потока.

Другой вариант осуществления изобретения содержит энергосберегающую систему деаэрации, содержащую средство подачи питательной воды; средство подачи пара; энергосберегающий деаэратор, выполненный для приема питательной воды и пара и для доставки однофазной деаэрированной воды в выпускное отверстие, причем деаэратор выполнен в соответствии с вышеприведенным описанием; и приемный резервуар для приема однофазной деаэрированной воды.

Другой вариант осуществления изобретения содержит энергосберегающий способ получения однофазной деаэрированной воды, включающий обеспечение подачи питательной воды в энергосберегающий деаэратор; обеспечение подачи пара в энергосберегающий деаэратор, выполненный в соответствии с вышеприведенным описанием и обеспечивающий получение в выпускном отверстии однофазной деаэрированной воды; и доставку однофазной деаэрированной воды пользователю или в накопительный резервуар.

Другой вариант осуществления изобретения содержит систему, в которой используется "зеленый" (экологически чистый) деаэратор для смешивания текучих сред, в особенности воды и конденсата, которые подаются в него с разными температурами, с газами, в особенности с паром, причем система обеспечивает реакцию, гидроразрыв, стойкость в процессах переработки углеводов, нагрев, конденсацию, деаэрацию и нагнетание при требуемых температурах. Она может широко использоваться в новых и модернизированных применениях для энергетических станций, работающих на ископаемом и ядерном топливе (включая предотвращение аварий, связанных с утечкой хладагента, аналогичных катастрофе на атомной станции Фукусима), для котельных установок, при производстве жидких углеводов для синтетических топлив, преобразовании смесей окиси углерода и водорода в жидкие углеводороды (процессы Бергиуса-Дьюса и Фишера-Тропша), получении биогаза, в различных отраслях промышленности, в усовершенствованных способах добычи нефти, при гидроразрыве, на предприятиях по производству асфальта, эмульсий, пива, на сталелитейных заводах и на заводах по производству удобрений, в процессах ожигения и газификации угля, в различных процессах по защите окружающей среды (высокоэффективное удаление газов и частиц, очистка дыма и топочных газов, очистка и нейтрализация реагентов в мокрых скрубберах путем непосредственного контакта загрязняющих веществ из различных газовых потоков), в системах отопления, в химической промышленности, для утилизации воды и химических реагентов, а также в местных системах энергоснабжения.

Указанные и другие особенности и достоинства настоящего изобретения станут более очевидными из нижеприведенного описания со ссылками на прилагаемые чертежи.

Краткое описание чертежей

Объект изобретения наиболее подробно определен и четко заявлен в его формуле, приведенной в заключительной части заявки. Вышеуказанные и другие признаки и достоинства настоящего изобретения станут более очевидными из нижеприведенного подробного описания со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых показано:

фиг. 1А - вид сбоку сечения по центральной оси энергосберегающего деаэратора, в котором выполнено одно центральное аксиальное впускное отверстие и два боковых впускных отверстия в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

фиг. 1В - вид сбоку сечения по центральной оси энергосберегающего деаэратора, аналогичный виду, приведенному на фиг. 1А, в котором однако выполнено лишь одно боковое впускное отверстие в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

фиг. 2 - схема системы, в которой используется аэратор, показанный на фиг. 1А и 1В в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

фиг. 3 - иллюстрация системы, схема которой приведена на фиг. 2, установленной в оборудовании;

фиг. 4 - схема другой системы, в которой используется аэратор, показанный на фиг. 1А и 1В, в газоочистительной установке в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

фиг. 5 - схема другой системы, в которой используется аэратор, показанный на фиг. 1А и 1В, в насосной установке в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

фиг. 6 - схема прямого подсоединения системы, схема которой приведена на фиг. 2, к отопительной установке в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

фиг. 7 - схема опосредованного подсоединения системы, схема которой приведена на фиг. 2, к отопительной установке в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

В нижеприведенном подробном описании рассматриваются варианты осуществления изобретения с указанием их особенностей и преимуществ, причем варианты, являющиеся лишь примерами, рассмотрены со ссылками на чертежи.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1А приведен вид сбоку сечения по центральной оси 102 энергосберегающего деаэратора 100 в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. На фиг. 1В приведен вид сбоку сечения по центральной оси деаэратора 100', аналогичный виду, приведенному на фиг. 1А, однако лишь с одним боковым впускным отверстием, как это будет описано ниже. В одном из вариантов деаэратор 100 содержит первый канал 200 для входящего потока, который в целом проходит по центральной оси 102 деаэратора 100 от впускного отверстия 202, имеющего коническую форму со сходящимися боковыми стенками 204, к расширительной камере 206 с расходящимися боковыми стенками 208, далее к камере 210 сжатия со сходящимися боковыми стенками 212 и далее к выпускному отверстию 214, причем выпускным отверстием расширительной камеры 206, имеющим размер "С", формируется первое входное отверстие 216 камеры 210 сжатия. Деаэратор 100 также содержит второй канал 300 для входящего потока с боковыми стенками 302, которые сходятся для формирования второго входного отверстия 304, имеющим размер "В" камеры 210 сжатия, причем второе входное отверстие 304 имеет кольцеобразную форму и расположено вокруг первого входного отверстия 216, концентрично с ним. Первый 200 и второй 300 каналы для входящих потоков сходятся в камере 210 сжатия, причем оба канала направлены в сторону выпускного отверстия 214 для формирования канала 400 для выходящего потока. Как показано на фиг. 1А, впускное отверстие 202 имеет на входе размер "D", и боковые стенки 204 сходятся, так что размер отверстия уменьшается до величины "А". Размер расширительной камеры 206 увеличивается от величины "А" до величины "С" на первом входном отверстии 216. Размер камеры 210 сжатия уменьшается от величины, которая определяется суммой размеров "В", "С" и "В", до размера "Е" выпускного отверстия 214. Размер второго канала 300 для входящего потока уменьшается от величины "F" на отверстии 306 (указывается также как впускное отверстие) до размера "В" второго входного отверстия 304, имеющего кольцеобразную форму. В рассматриваемом варианте один или более размеров "D", "А", "С", "Е" и "F" являются диаметрами соответствующих круговых конструктивных элементов. В рассматриваемом варианте размер "В" определяет кольцеобразное отверстие (второе входное отверстие 304), окружающее по внешнему круговому периметру первое входное отверстие 216, имеющее круговую форму.

В рассматриваемом варианте первое входное отверстие 216 (на уровне, указанном "С") формируется в первой части 104 корпуса, и второе входное отверстие 304 (на уровне, указанном "В") формируется первой частью 104 корпуса, входящей во вторую часть 106 корпуса (лучше всего это видно на фиг. 1В).

Первый канал 200 для входящего потока сконфигурирован для приема первой текучей среды 220, и второй канал 300 для входящего потока сконфигурирован для приема второй текучей среды 320. В первом варианте первая текучая среда 220 содержит пар, а вторая текучая среда 320 содержит воду. Во втором варианте первая текучая среда 220 содержит воду, а вторая текучая среда 320 содержит пар. Текучая среда, создающая большую гидродинамическую силу, обеспечивается в первом канале 200 для входящего потока. Таким образом, в рассматриваемом варианте первая текучая среда 220 создает гидродинамическую силу, которая больше гидродинамической силы, создаваемой второй текучей средой 320.

Первая текучая среда 220 и вторая текучая среда 320 могут смешиваться в камере 210 сжатия для формирования двухфазной текучей среды 410, и камера 210 сжатия выполнена для сжатия двухфазной текучей среды 410, так что канал 400 для выходящего потока содержит однофазную деаэрированную текучую среду 420. В рассматриваемом варианте двухфазная текучая среда 410 в камере 210 сжатия содержит воду и пузырьки газа, и камера 210 сжатия выполнена для повышения давления двухфазной текучей среды 410 таким образом, чтобы газ конденсировался и чтобы в канал 400 для выходящего потока поступала однофазная деаэрированная вода (указывается здесь также ссылкой номером 420). В рассматриваемом варианте поток двухфазной текучей среды 410 в камере 210 сжатия имеет сверхзвуковую скорость, а поток однофазной деаэрированной текучей среды 420 в канале 400 для выходящего потока, расположенном снаружи деаэратора 100, имеет дозвуковую скорость. В рассматриваемом варианте первая текучая среда 220 имеет первое гидродинамическое давление, вторая текучая среда 320 имеет второе гидродинамическое давление, и однофазная деаэрированная текучая среда 420 имеет третье гидродинамическое давление, которое меньше первого гидродинамического давления и меньше второго гидродинамического давления. В рассматриваемом варианте первая текучая среда 220 представляет собой одно из питательной воды и пара, а вторая текучая среда 320 представляет собой другое из питательной воды и пара, и однофазная деаэрированная текучая среда 420 содержит однофазную деаэрированную воду, температура которой выше температуры питательной воды.

Хотя на фиг. 1А показан деаэратор 100 с одним аксиальным впускным отверстием 202, имеющим коническую форму, в которое может поступать, например, пар, и с двумя боковыми впускными отверстиями 306, в которые может поступать, например, более холодная питательная вода, однако будет понятно, что в другом варианте деаэратор может содержать только одно боковое впускное отверстие 306, которое описывается ниже со ссылками на фигуру 1В.

Размеры, указанные обозначениями А, В, С, D и Е могут быть определены с помощью следующего уравнения:

$$P_d = P_w \left[T_{w1} \frac{f_{w1}}{f_3} + \frac{K_1}{\varphi_3} k_w T_{wc} \lambda_{w1} \frac{f_{wc}}{f_3} - k_w \left(\frac{2}{k_w + 1} \right)^{k_w + 1 / k_w - 1} \frac{V_d}{V_w} \left(\frac{f_{wc}}{f_3} \right)^2 (1 + u)^2 \right] + \left(1 - \frac{f_{wc}}{f_3} \right) P_i$$

где P_d - давление на выходе устройства (в потоке 420, фигура 1); P_w - давление рабочего газа или пара (в потоке 220, фиг. 1); $T_{w1} = P_i / P_w$, где P_i - давление закачиваемой жидкости (в потоке 320, фиг. 1); f_{w1} - площадь поперечного сечения выпускной части рабочего сопла ("Е", фиг. 1); f_3 - площадь поперечного сечения выпускной части смесительной камеры ("С", фиг. 1); K_1 - скоростной коэффициент рабочего потока (в канале 200, фиг. 1); φ_3 - скоростной коэффициент на выходе (в канале 400, фиг. 1); $T_{wc} = P_c / P_w$ - отношение давления в критическом сечении рабочего сопла (деаэратор 100) к рабочему давлению (на уровне "А", фиг. 1); k_w - теплоемкость рабочего потока (в канале 200, фиг. 1); u - коэффициент закачивания, равный отношению расходов закачиваемого и рабочего потоков (потоки 320 и 220, фиг. 1); λ_{w1} - отношение скорости рабочего потока при адиабатическом течении к критической скорости (на уровне "А", фиг. 1); V_d и V_w - удельные объемы выходящего и рабочего потоков (в каналах 400 и 200, фиг. 1); f_{wc} - площадь поперечного сечения критической части рабочего сопла (деаэратор 100) (на уровне "А", фиг. 1).

Такие термины, как "критическое сечение" и "критическая скорость", используемые в настоящем описании, относятся к поперечному сечению "А" на фиг. 1, к максимальной скорости потока на выходе (в канале 400, фиг. 1), которая не может быть превышена при увеличении расхода входного потока (в канале 200, фиг. 1). Скоростной коэффициент K_1 и скоростной коэффициент φ_3 относятся к потерям на турбулентность на входе и выходе и обычно имеют величину, не превышающую 1.

В рассматриваемом варианте выпускное отверстие 214 деаэрата 100 имеет боковые стенки, которые сходятся внутри до вышеуказанного сечения "Е" и затем расходятся до сечения "G", на котором поток выходит из деаэрата 100, что обеспечивает дополнительное регулирование быстрого падения давления и расширения текучей среды 420, когда она выходит из деаэрата 100.

Когда текучая среда 420 расширяется на выходе, возникает большая сила всасывания, в результате чего деаэратор 100 действует в качестве самопитающего всасывающего струйного устройства, которое подходит для приема рабочих текучих сред (например, среды 220) и закачиваемых текучих сред (например, среды 320) в широком диапазоне давлений, включая вакуум.

На фиг. 1В, на которой одинаковые элементы указаны теми же ссылочными номерами, что и на фиг. 1А, более ясно показано второе входное отверстие 304, имеющее кольцеобразную форму, которое окружает первое входное отверстие 216 и концентрично с ним, причем входные отверстия 216 и 304 обеспечивают поступление рабочей среды 220 и закачиваемой среды 320 в камеру 210 сжатия. Сравнивая фиг. 1А и 1В, можно видеть, что кольцеобразное второе входное отверстие 304 имеет размер "В" между внешним периметром выходного кончика (на первом входном отверстии, размер "С") расширительной камеры 206 и внутренней боковой стенкой корпуса 106 деаэрата 100. Кроме того, на фиг. 1В показано лишь одно боковое входное отверстие 306 для приема закачиваемой среды 320.

На фиг. 2 показан пример энергосберегающей деаэрирующей системы 500, в которой используется деаэратор 100, показанный на фиг. 1А и 1В. В рассматриваемом варианте система 500 содержит следующие основные части: средство подачи питательной воды 502 (см. 320, фиг. 1А); средство подачи пара 504 (см. 220, фиг. 1А); и деаэратор 100, сконфигурированный для приема питательной воды и пара. В рассматриваемом варианте деаэратор 100 выполнен, как это было описано выше со ссылками на фиг. 1А или 1В, для получения однофазной деаэрированной воды 420. Система 500 содержит также приемный резервуар 506 для приема однофазной деаэрированной воды 420. Кроме того, система 500 содержит один или несколько вентилей 508, установленных в стратегических точках системы, один или нескольких автоматических регулирующих вентилей 510, один или несколько запорных клапанов 512 (например, запорных клапанов с электрическим приводом) и один или несколько обратных клапанов 514, причем указанные клапаны и вентили соединены подающими трубопроводами 516, 518, 520, 522 и 524. В рассматриваемом варианте температура однофазной деаэрированной воды 420 превышает температуру питательной воды 502.

Как показано на фиг. 2, в системе 500 питательная вода (холодная деминерализованная вода) 320 поступает в деаэратор 100 через два боковых впускных отверстия 306, а пар 220 поступает во впускное отверстие 202, имеющее коническую форму. В деаэраторе 100 питательная вода 320 и пар 220 смешиваются, нагреваются и деаэрируются, как это уже было описано. Обработанная смесь однофазной деаэрированной воды 420 выходит из деаэрата 100 и поступает в приемный резервуар 506, который также может быть деаэратом, однако он может быть неспособен обеспечивать необходимую степень деаэрации. Соответственно, использование деаэрата 100 позволяет улучшить характеристики работы системы. В приемном резервуаре/деаэрате 506 неконденсируемые газы высвобождаются, в результате чего обеспечивается надежная и бескоррозионная работа системы питательной воды и оборудования парогенерирующей станции.

На фиг. 3 приведена схема 530 установки деаэратора 100. Как показано на фиг. 3, две 6-дюймовые трубы, подсоединенные к двум 12-дюймовым подающим линиям 532, подают холодную деминерализованную воду 320 в деаэратор 100, а пар 220 подается по 10-дюймовой подающей линии 534. Деаэрированная предварительно нагретая вода 420 выходит через 10-дюймовую трубу 536 и направляется в приемный резервуар/деаэратор 506 (см. фиг. 2). Как показано на фиг. 3, система 530 содержит известные задвижки, запорные клапаны и клапан регулирования воды (ссылочными номерами не указаны),

На фиг. 4 приведена схема системы 550, использующей деаэратор 100 (показан пунктирными линиями) в установке нагревателя/скруббера, которая осуществляет деаэрацию, нагрев и очистку входящих потоков текучих сред (воды 320 и пара/газа 220) и очищает входящий пар, газ или дым в деаэрированном выходящем потоке 420. Набивка 552 обеспечивает удаление загрязняющих веществ и химических компонентов, содержащихся в паре/газе/дыме 220, который затем полностью смешивается и захватывается водой 554 приемного резервуара 556. Воздух, высвобождаемый в процессе деаэрации, удаляется через вентиляционные каналы 558. Для транспортировки и последующей обработки воды 554 обеспечиваются выходные трубы 560 и вентили 562. Как показано на фиг. 4 многосопловый деаэратор 100 расположен в верхней части оборудования системы 550.

На фиг. 5 приведена схема системы 570, в которой используются два деаэратора 100.1 и 100.2 с традиционным насосом 572 и последовательно подсоединенный обратный клапан 574. Первый деаэратор 100.1 подсоединен к стороне всасывания насоса 572, и второй деаэратор 100.2 подсоединен к стороне нагнетания насоса 572. Как уже указывалось, для каждого из деаэраторов 100.1, 100.2 обеспечивается поток первой текучей среды 220, 220' и поток второй текучей среды 320, 320' для целей, указанных в настоящем описании, и на выходе системы обеспечивается поток деаэрированной воды 420. Таким образом, путем деаэрации потока текучей среды, проходящей через насос, с его обеих сторон можно улучшить характеристики работы насоса.

В соответствии с другим вариантом, который иллюстрируется на фиг. 6, система 600, использующая деаэратор 100, содержит устройство, которое представляет собой "зеленый" (экологически чистый) двухфазный конденсирующий теплообменник 602 с непосредственным контактом сред, имеющий специальную конфигурацию внутренней части, в которой пар 220 и жидкость 320 (включающая воду) смешиваются, в результате чего происходит конденсация и высвобождение неконденсируемых газов, с получением деаэрированной горячей воды 420. Другие компоненты системы 600 показаны на фиг. 6 схематично, и ниже дается расшифровка условных обозначений компонентов на схеме.

На фиг. 7 приведена схема системы 700 в соответствии с другим вариантом, которая обеспечивает преимущества по сравнению с существующими системами отопления с промежуточным теплообменником. Такие системы отопления с традиционными промежуточными теплообменниками дороги, неэффективны с точки зрения использования энергии, и в них осаждаются накипи. Паровые нагреватели забиваются накипью, и их необходимо часто чистить кислотой или заменять трубы. Это снижает производительность и повышает расходы на техническое обслуживание. Напротив, использование деаэратора 100, раскрытого в настоящем описании, практически устраняет формирование окалины или накипи путем производства деаэрированной воды 420, подаваемой в теплообменник 702 и при этом обеспечивается возможность самоочищения. Деаэратор 100 не имеет движущихся частей, отличается низкими капитальными затратами и малыми расходами на техническое обслуживание. Как показано на фиг. 7 и на различных других фигурах, деаэратор 100 встраивается непосредственно в трубопровод системы, так что он не занимает площадь пола, и при необходимости его можно снять для осмотра. Другие компоненты системы 700 показаны на фиг. 7 схематично, и ниже дается расшифровка условных обозначений компонентов на схеме.

В варианте, показанном на фиг. 2, деаэратор 100 имеет следующие рабочие характеристики: среда 220: давление пара на входе - 10 бар, расход - 13,81 т/ч; канал 200: размер "D" на входе - 100 мм; центральная ось 102: представляет направление прохождения пара к соплу; 104: корпус сопла; 106: корпус сопла второй ступени; 204: боковая стенка проходит под углом 15° относительно оси 102; 206: проход, в котором происходит расширение пара; 208: боковая стенка сопла проходит под углом 8,2° относительно оси 102; канал 300: представляет собой отверстие для воды, сообщающееся со смесительной камерой; 302: проход, по которому вода поступает в смесительную камеру; 304: критическое сечение, после которого происходит взаимодействие пара и воды; 210: смешивание двухфазной текучей среды и сжатие; 212: камера сжатия двухфазной среды на сверхзвуковой скорости; среда 320: вода, подаваемая по трубе диаметром 100 мм, расход - 100 т/ч при температуре 15°C; 216: размер "C" сопла - 57,88 мм; 304: диаметр критического сечения, на котором вода соединяется с паром, - 26,43 мм; 214: размер "E" отверстия - 37,56 мм; 400: температура горячей воды на выходе - 105°C, давление - 21,58 бар; 410: формирование двухфазной среды; среда 420: однофазная горячая вода под давлением при температуре 105°C.

Другие варианты деаэратора 100 или системы, в которой используется такой деаэратор, будут описаны ниже в общих выражениях.

В соответствии с одним из вариантов при вышеописанном использовании деаэратора 100 обеспечивается возможность предварительного нагрева и разрушения жидких частиц для высвобождения неконденсируемых газов. На входе в деаэратор неконденсируемые газы мгновенно высвобождаются и удаля-

ются с выпаром, и деаэрирующая способность деаэратора существенно повышается, в результате чего достигается необходимая концентрация кислорода в выходящей воде (обычно ниже 7 частей на миллиард) и практическое отсутствие диоксида углерода (концентрация близка к нулю).

В соответствии с другим вариантом деаэратор 100 не имеет диффузора, и процесс нагрева в деаэраторе совершается на стадии двухфазной смеси со сверхзвуковой скоростью, и при этом все неконденсируемые газы высвобождаются (деаэрируются) из жидкости и присутствуют в форме пузырьков. Затем выходящая деаэрированная жидкость подается в другой деаэратор, где неконденсируемые пузырьки газа выделяются из жидкости и мгновенно удаляются вместе с выпаром. Остающаяся жидкость содержит практически очень малую концентрацию неконденсируемых газов, в результате чего нагрузка на этот другой деаэратор по их удалению резко сокращается. Таким образом, окончательная концентрация неконденсируемых газов в жидкости, выходящей из деаэратора, существенно уменьшается. В результате процессы коррозии в парогенераторе практически исключаются. Деаэратор 100, раскрытый в настоящем описании, также обеспечивает возможность уменьшения размеров и стоимости новых деаэраторов, установленных ниже по потоку.

В соответствии с другим вариантом система, в которой используется деаэратор 100, обеспечивает возможность замены теплообменника поверхностного типа "зеленым" двухфазным компактным деаэратором 100, установленным последовательно, в котором холодная вода деаэрируется и нагревается паром, как это было здесь описано. При нагреве неконденсируемые газы интенсивно высвобождаются из воды в форме микропузырьков. После поступления в другой деаэратор, установленный ниже по потоку, неконденсируемые газы мгновенно высвобождаются и удаляются с выпаром, и деаэрирующая способность деаэратора существенно повышается, в результате чего достигается необходимая концентрация кислорода в воде, выходящей из этого другого деаэратора, (обычно ниже 7 частей на миллиард) и практическое отсутствие диоксида углерода (концентрация близка к нулю). В этом случае обеспечивается возможность существенного снижения нагревательной и деаэрирующей мощности традиционного деаэратора, в результате чего уменьшаются его размеры и стоимость.

В соответствии с другим вариантом в деаэратор 100, встроенный в трубопровод системы, подается холодная деминерализованная пополняющая вода для деаэрации и нагрева при непосредственном контакте с газами или паром. В процессе обработки в деаэраторе текущая среда разбивается на микрочастицы, смешанные с пузырьками высвобожденных неконденсируемых газов. После поступления в другой деаэратор, установленный ниже по потоку, неконденсируемые газы мгновенно высвобождаются и удаляются с выпаром, и деаэрирующая способность деаэратора существенно повышается, в результате чего достигается необходимая концентрация кислорода в деаэрированной воде (обычно ниже 7 частей на миллиард) и практическое отсутствие диоксида углерода (концентрация близка к нулю).

В соответствии с другим вариантом деаэратор 100, раскрытый в настоящем описании, обеспечивает возможность преодоления ограничений существующих деаэраторов путем существенного повышения характеристик нагрева и деаэрации.

В различных описанных здесь системах газ или пар поступает в деаэратор 100 через большое струйное сопло, например через впускное отверстие 202 (см. фиг. 1). Холодная текущая среда подается через одно или несколько боковых сопел, например, через впускное отверстие 306 (см. фиг. 1). В процессе вышеописанного смешивания газ или пар конденсируется и передает тепловую энергию выходящей текучей среде с более низкой температурой, которая ниже температуры пара и выше температуры холодной текучей среды. Быстрая регулируемая конденсация пара позволяет избежать гидравлических ударов, а также обычно возникающих шумов и вибраций в системе. Система работает тихо и без вибраций.

В свете вышеизложенного будет понятно, что вариант осуществления изобретения не только включает деаэратор 100, раскрытый в настоящем описании, и систему, в которой используется такой деаэратор, но также и энергосберегающий способ получения однофазной деаэрированной воды, которая также может быть нагрета в процессе обработки с использованием деаэратора 100. Способ в целом включает обеспечение подачи питательной воды в деаэратор; обеспечение подачи пара в деаэратор; причем деаэратор имеет вышеописанную конструкцию и работает, как это было здесь описано, для получения однофазной деаэрированной воды; и доставку однофазной деаэрированной воды пользователю или в накопительный резервуар, причем температура доставленной однофазной деаэрированной воды превышает температуру питательной воды.

В дополнение ко всему вышеизложенному другие варианты осуществления деаэратора 100 включают следующее.

Вариант 1 содержит устройство в форме "зеленого" (экологически чистого) двухфазного деаэратора с непосредственным контактом сред, имеющего круглые, квадратные, треугольные или эллиптические сопла для газа, жидкости, двухфазной среды или пара, для нагрева, конденсации, деаэрации и нагнетания жидкостей, особенно воды.

Вариант 1 содержит устройство по варианту 1, содержащее также одно или несколько впускных отверстий для газа, пара, двухфазных текучих сред или жидкостей.

Вариант 3 содержит устройство по любому из вариантов 1, 2, в котором входное сопло (или сопла) выровнено со смесительным соплом (или соплами).

Вариант 4 содержит устройство по любому из вариантов 1-3, которое содержит также смесительную часть или части, где газ или пар смешиваются с жидкостями на сверхзвуковой скорости.

Вариант 5 содержит устройство по любому из вариантов 1-4, в котором осуществляется конденсация газа или пара и нагрев жидкости до определенной температуры, и неконденсируемые газы высвобождаются из жидкости в форме пузырьков.

Вариант 6 содержит устройство по любому из вариантов 1-5, которое выполнено для сбора и закачивания конденсата из местной системы отопления для генерации тепла, электричества и горячей воды для бытовых нужд в зданиях и на промышленных предприятиях.

Вариант 7 содержит устройство по любому из вариантов 1-6, также включающее смешивание входных газов, пара, жидкостей или многофазных текучих сред с разными давлениями до 600 psig и температурами до 700°F.

Вариант 8 содержит устройство по любому из вариантов 1-7, которое используется для нагрева, конденсации и деаэрации различных потоков газов и жидкостей.

Вариант 9 содержит устройство по любому из вариантов 1-8, включающее также обеспечение жидкостей на выходе с заданной температурой.

Вариант 10 содержит устройство по любому из вариантов 1-9, в котором диаметр входной части сопла для газа или пара больше диаметра его критического сечения на величину, определяемую коэффициентом, пропорциональным давлению, температуре и количеству.

Вариант 11 содержит устройство по любому из вариантов 1-10, в котором диаметр выходной части сопла для газа или пара больше зазора между выходной частью сопла и корпусом устройства на величину, определяемую коэффициентом, пропорциональным давлению, температуре и количеству.

Вариант 12 содержит устройство по любому из вариантов 1-11, в котором диаметр входной части сопла для газа или пара на 30% больше диаметра выходной части сопла для пара или газа.

Вариант 13 содержит устройство по любому из вариантов 1-12, в котором диаметр выходной части сопла для пара равен диаметру выходного отверстия устройства для двухфазной смеси.

Вариант 14 содержит устройство по любому из вариантов 1-13, которое используется в качестве скруббера для нагрева и очистки различных жидкостей и газов от частиц и дыма.

Вариант 15 содержит устройство по любому из вариантов 1-14, которое используется в качестве устройства предварительного нагрева на энергетических станциях и в бойлерных установках.

Вариант 16 содержит устройство по любому из вариантов 1-15, которое содержит выпускную часть для двухфазной смеси жидкости и пузырьков неконденсируемых газов, выпускаемой на дозвуковой скорости с давлениями, которые меньше давлений рабочего и закачиваемого потоков.

Вариант 17 содержит устройство по любому из вариантов 1-16, которое используется на входе и выходе центробежного насоса для предотвращения кавитации.

Вариант 18 содержит устройство по любому из вариантов 1-17, которое содержит также обратные клапаны на входе и выходе центробежных насосов для предотвращения кавитации.

Вариант 19 содержит устройство по любому из вариантов 1-18, которое используется для крекинга тяжелой сырой нефти.

Вариант 20 содержит устройство по любому из вариантов 1-19, которое установлено внутри резервуара для смешивания с различными жидкостями и газами для нагрева и деаэрации.

Вариант 21 содержит устройство по любому из вариантов 1-20, которое используется для гидроразрыва в скважинах с использованием сил кавитации.

Вариант 22 содержит устройство по любому из вариантов 1-21, которое используется в усовершенствованных геотермальных системах, в усовершенствованных способах добычи нефти или производства метанола.

Вариант 23 содержит устройство по любому из вариантов 1-22, которое используется в различных химических процессах, в пищевой промышленности, в нефтедобыче, молочной промышленности, на промышленных предприятиях, для перегонки/пивоварения, деминерализации, очистки растворов, пастеризации, стерилизации, нагрева воды, регенерации отходящего тепла, теплообмена, обезжиривания, нагрева густых суспензий, фильтрации, стирки, приготовления пищи, протравливания или термической обработки.

Вариант 24 содержит устройство по любому из вариантов 1-23, которое используется в новых и модифицированных применениях для энергетических станций, котельных установок, при производстве жидких углеводородов для синтетических топлив или при преобразовании смесей окиси углерода и водорода в жидкие углеводороды (процессы Бергиуса-Дьюса и Фишера-Тропша).

Вариант 25 содержит устройство по любому из вариантов 1-24, которое используется в производстве биогаза, производстве пива, усовершенствованном извлечении нефти, производстве асфальта, на сталелитейных заводах и на заводах по производству удобрений, а также при ожигении и газификации угля.

Вариант 26 содержит устройство по любому из вариантов 1-25, которое используется в процессах, обеспечивающих защиту окружающей среды: высокоэффективное удаление газов и частиц, очистка дыма и топочных газов или нейтрализация реагентов в мокрых скрубберах путем непосредственного кон-

такта загрязняющих веществ из различных газовых потоков.

Вариант 27 содержит устройство по любому из вариантов 1-26, которое используется в различных процессах отопления для офисов, жилых домов и промышленных предприятий, для химической регенерации или в местных системах энергоснабжения.

Вариант 28 содержит устройство по любому из вариантов 1-27, которое используется для деаэрации жидкостей в деаэраторах вихревого типа для предотвращения шума в процессе движения сред в трубопроводах различных энергетических систем, в процессах отопления жилых зданий и промышленных предприятий или в местных системах энергоснабжения.

Вариант 29 содержит устройство по любому из вариантов 1-28, которое содержит также воздухоотводчик для удаления неконденсируемых газов перед поступлением жидкости в деаэратор для использования в различных системах производства энергии, в процессах отопления для офисов, жилых домов и промышленных предприятий или в местных системах энергоснабжения.

Вариант 30 содержит устройство по любому из вариантов 1-29, которое используется для получения эмульсий в различных системах производства энергии, в процессах отопления для офисов, жилых домов и промышленных предприятий или в местных системах энергоснабжения.

Вариант 31 содержит устройство по любому из вариантов 1-30, которое используется на энергетических станциях, работающих на ископаемом и ядерном топливе для нагрева и деаэрации питательной воды или для охлаждения реактора в случае аварии, связанной с утечкой охлаждающего агента.

Вариант 32 содержит устройство по любому из вариантов 1-31, которое также содержит трансзвуковое устройство, устройство деаэрации вихревого типа, управляющий насос и многофункциональную систему управления, работающую в качестве контура гидравлической связи с существующими системами отопления.

Вариант 33 содержит устройство по любому из вариантов 1-32, которое также содержит теплообменник с высокой степенью турбулентности, обеспечивающий гидравлическую изоляцию от существующей системы отопления.

В то время как изобретение было описано подробно в отношении лишь ограниченного количества вариантов его осуществления, следует понимать, что изобретение не ограничивается лишь такими описанными вариантами. Напротив, изобретение может быть модифицировано для охвата любого количества изменений, замен или эквивалентов, которые здесь не были описаны, но соответствуют сущности и объему изобретения. Кроме того, в то время как были описаны различные варианты осуществления изобретения, следует понимать, что его аспекты могут включать лишь некоторые из описанных вариантов. Соответственно, изобретение не должно рассматриваться как ограниченное вышеприведенным описанием и ограничивается только объемом прилагаемой формулы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система деаэрации, содержащая
 средство подачи питательной воды;
 средство подачи пара;
 энергосберегающий деаэратор, выполненный для приема питательной воды и пара,
 причем энергосберегающий деаэратор содержит
 первый канал для входящего потока, который в целом проходит по центральной оси деаэратора от впускного отверстия, имеющего коническую форму со сходящимися боковыми стенками, к расширительной камере с расходящимися боковыми стенками, далее к камере сжатия со сходящимися боковыми стенками и к выпускному отверстию, причем камера сжатия имеет первое входное отверстие, которое сформировано выпускным отверстием расширительной камеры;
 первый канал для входящего потока, выполненный для приема одного из питательной воды и пара;
 второй канал для входящего потока с боковыми стенками, которые сходятся для формирования кольцеобразного второго входного отверстия камеры сжатия, причем кольцеобразное второе входное отверстие окружает первое входное отверстие и концентрично с ним;
 второй канал для входящего потока, выполненный для приема другого из питательной воды и пара,
 причем первый и второй каналы для входящих потоков сходятся в камере сжатия, и оба канала направлены в сторону выпускного отверстия для формирования канала для выходящего потока;
 причем питательная вода и пар могут смешиваться в камере сжатия для формирования двухфазной текучей среды, содержащей воду и пузырьки газа;
 камера сжатия выполнена для сжатия двухфазной текучей среды таким образом, что пузырьки газа конденсируются и канал для выходящего потока содержит однофазную деаэрированную воду;
 приемный резервуар для приема однофазной деаэрированной воды и
 набивку, расположенную между деаэратором и приемным резервуаром, причем набивка конструктивно размещена и выполнена для обеспечения удаления загрязняющих веществ и химических компонентов в паре, который затем полностью смешивается и захватывается водой приемного резервуара.

2. Система по п.1, в которой деаэратор выполнен таким образом, что температура однофазной деаэрированной воды превышает температуру питательной воды.

3. Система по п.1, в которой деаэратор представляет собой первый деаэратор и система содержит также второй деаэратор и насос, причем первый деаэратор расположен на стороне всасывания насоса, а второй деаэратор расположен на стороне нагнетания насоса.

4. Система по п.2, содержащая также теплообменник, конструктивно выполненный и расположенный для приема однофазной деаэрированной воды, температура которой превышает температуру питательной воды.

5. Система по п.1, в которой первый канал для входящего потока выполнен с возможностью приема первой текучей среды, представляющей собой одно из питательной воды и пара;

второй канал для входящего потока выполнен с возможностью приема второй текучей среды, представляющей собой другое из питательной воды и пара,

при этом деаэратор выполнен таким образом, что первая текучая среда создает гидродинамическую силу, которая больше гидродинамической силы, создаваемой второй текучей средой.

6. Система по п.1, в которой деаэратор выполнен таким образом, что двухфазная текучая среда в камере сжатия движется со сверхзвуковой скоростью и однофазная деаэрированная текучая среда в канале для выходящего потока, который находится снаружи деаэратора, движется с дозвуковой скоростью.

7. Система по п.6, в которой первый канал для входящего потока выполнен с возможностью приема первой текучей среды, представляющей собой одно из питательной воды и пара;

второй канал для входящего потока выполнен с возможностью приема второй текучей среды, представляющей собой другое из питательной воды и пара;

при этом деаэратор выполнен таким образом, что первая текучая среда создает первое гидродинамическое давление;

при этом деаэратор выполнен таким образом, что вторая текучая среда создает второе гидродинамическое давление; и

при этом деаэратор выполнен таким образом, что однофазная деаэрированная текучая среда создает третье гидродинамическое давление, которое меньше первого гидродинамического давления и меньше второго гидродинамического давления.

8. Система по п.3, в которой первый канал для входящего потока выполнен с возможностью приема первой текучей среды, представляющей собой одно из питательной воды и пара;

второй канал для входящего потока выполнен с возможностью приема второй текучей среды, представляющей собой другое из питательной воды и пара;

при этом деаэратор выполнен таким образом, что первая текучая среда создает гидродинамическую силу, которая больше гидродинамической силы, создаваемой второй текучей средой.

9. Система по п.3, в которой деаэратор выполнен таким образом, что двухфазная текучая среда в камере сжатия движется со сверхзвуковой скоростью и однофазная деаэрированная текучая среда в канале для выходящего потока, который находится снаружи деаэратора, движется с дозвуковой скоростью.

10. Система по п.9, в которой первый канал для входящего потока выполнен с возможностью приема первой текучей среды, представляющей собой одно из питательной воды и пара;

второй канал для входящего потока выполнен с возможностью приема второй текучей среды, представляющей собой другое из питательной воды и пара;

при этом деаэратор выполнен таким образом, что первая текучая среда создает первое гидродинамическое давление;

при этом деаэратор выполнен таким образом, что вторая текучая среда создает второе гидродинамическое давление; и

при этом деаэратор выполнен таким образом, что однофазная деаэрированная текучая среда создает третье гидродинамическое давление, которое меньше первого гидродинамического давления и меньше второго гидродинамического давления.

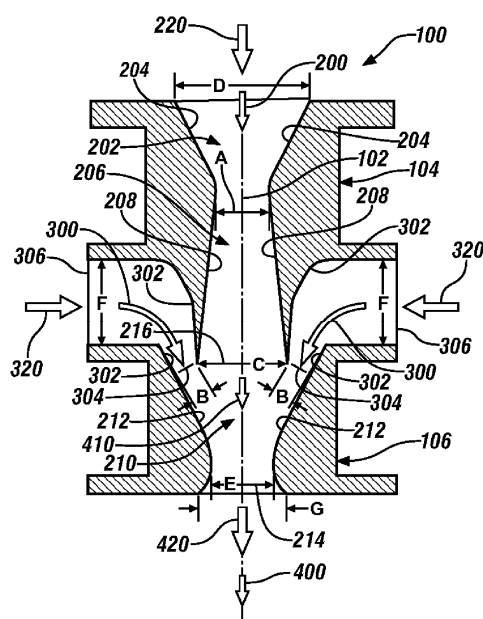
11. Система по п.4, в которой первый канал для входящего потока выполнен с возможностью приема первой текучей среды, представляющей собой одно из питательной воды и пара;

второй канал для входящего потока выполнен с возможностью приема второй текучей среды, представляющей собой другое из питательной воды и пара;

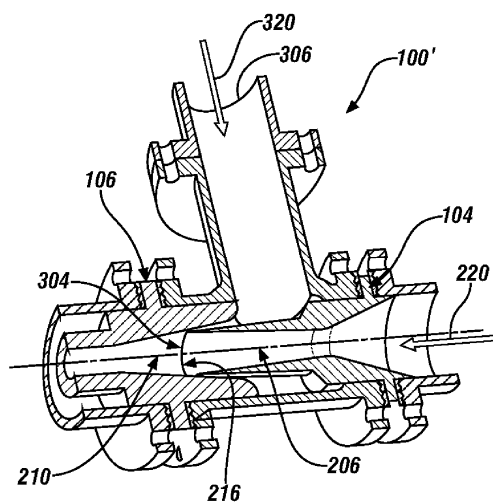
при этом деаэратор выполнен таким образом, что первая текучая среда создает гидродинамическую силу, которая больше гидродинамической силы, создаваемой второй текучей средой.

12. Система по п.4, в которой деаэратор выполнен таким образом, что двухфазная текучая среда в камере сжатия движется со сверхзвуковой скоростью и однофазная деаэрированная текучая среда в канале для выходящего потока, который находится снаружи деаэратора, движется с дозвуковой скоростью.

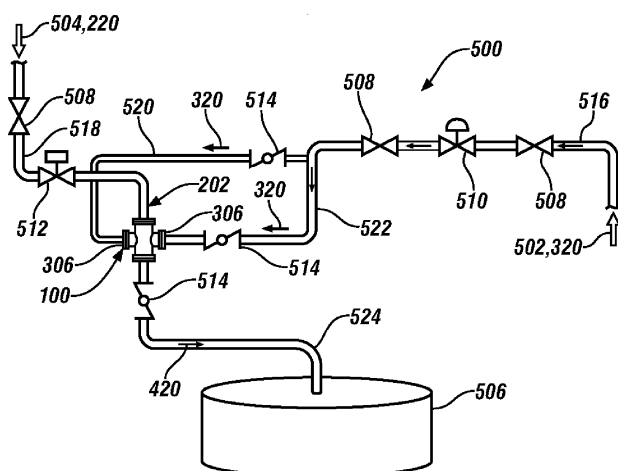
13. Система по п.12, в которой
 первый канал для входящего потока выполнен с возможностью приема первой текучей среды, представляющей собой одно из питательной воды и пара;
 второй канал для входящего потока выполнен с возможностью приема второй текучей среды, представляющей собой другое из питательной воды и пара,
 при этом деаэратор выполнен таким образом, что первая текучая среда создает первое гидродинамическое давление;
 при этом деаэратор выполнен таким образом, что вторая текучая среда создает второе гидродинамическое давление; и
 при этом деаэратор выполнен таким образом, что однофазная деаэрированная текучая среда создает третье гидродинамическое давление, которое меньше первого гидродинамического давления и меньше второго гидродинамического давления.



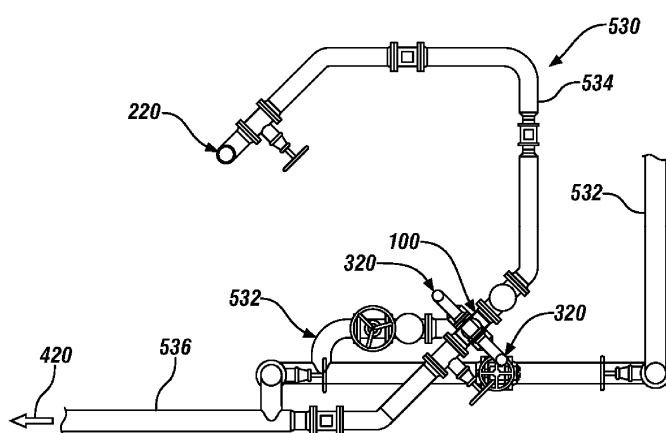
Фиг. 1А



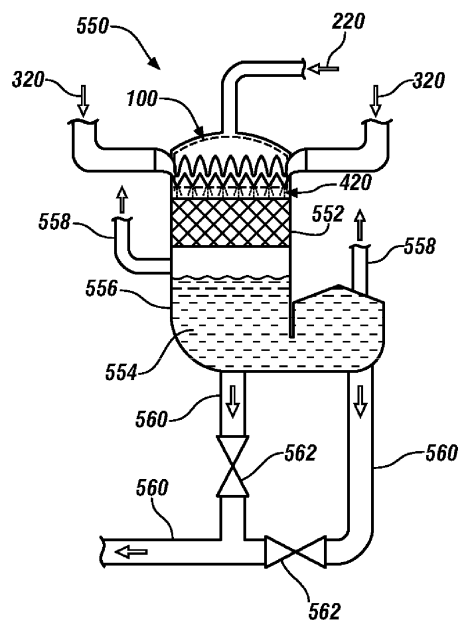
Фиг. 1В



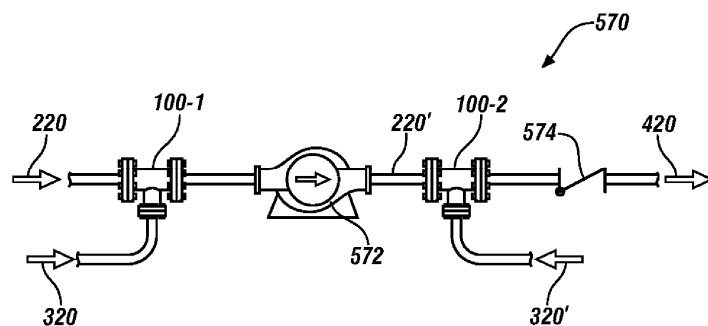
ФИГ. 2



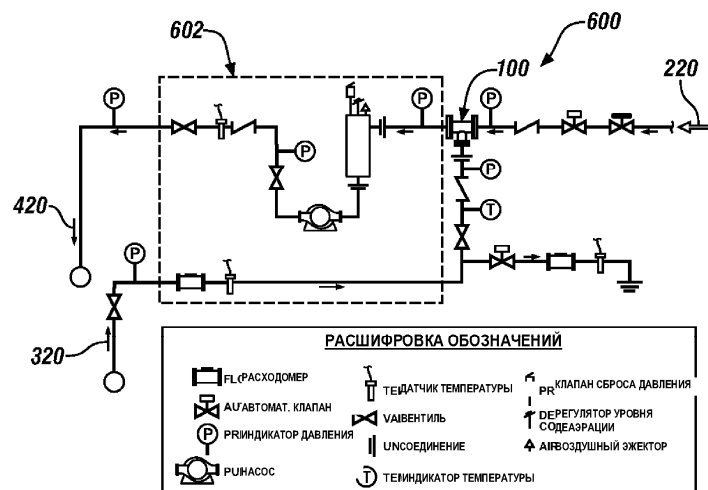
ФИГ. 3



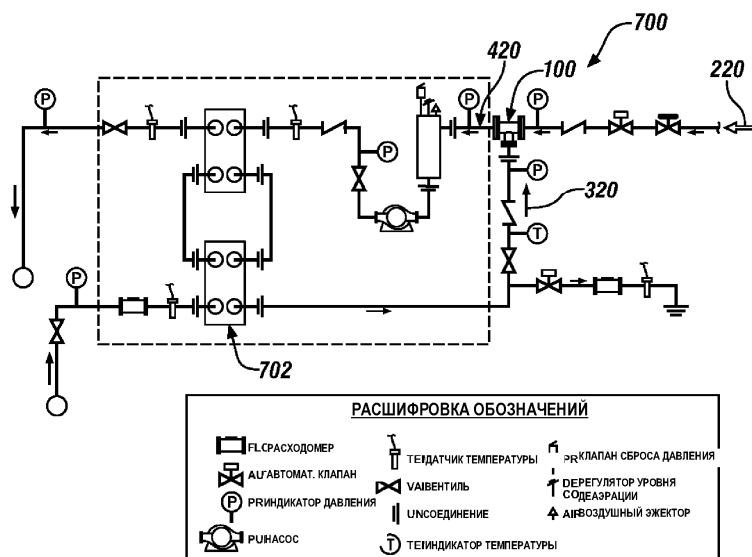
ФИГ. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2