



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014133009/06, 12.08.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.08.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.08.2014

(45) Опубликовано: 10.12.2015 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2372572 C2 10.11.2009. RU2189553 C2 20.09.2002. RU 2182512 C2 20.05.2002. WO 2013142325 A1 26. 09.2013. US 8141362 B2 27.03.2012. US 6355092 B1 12.03.2002.

Адрес для переписки:

115573, Москва, ул. Мусы Джалиля, 10, корп. 1,
кв. 239, Мартынову Дмитрию Юрьевичу

(72) Автор(ы):

Мартынов Дмитрий Юрьевич (RU),
Мартынов Виктор Юрьевич (RU),
Новиченко Антон Игоревич (RU),
Кучинова Инна Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Мартынов Дмитрий Юрьевич (RU),
Новиченко Антон Игоревич (RU),
Мартынов Виктор Юрьевич (RU),
Кучинова Инна Викторовна (RU)

(54) ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛООБМЕННАЯ УСТАНОВКА

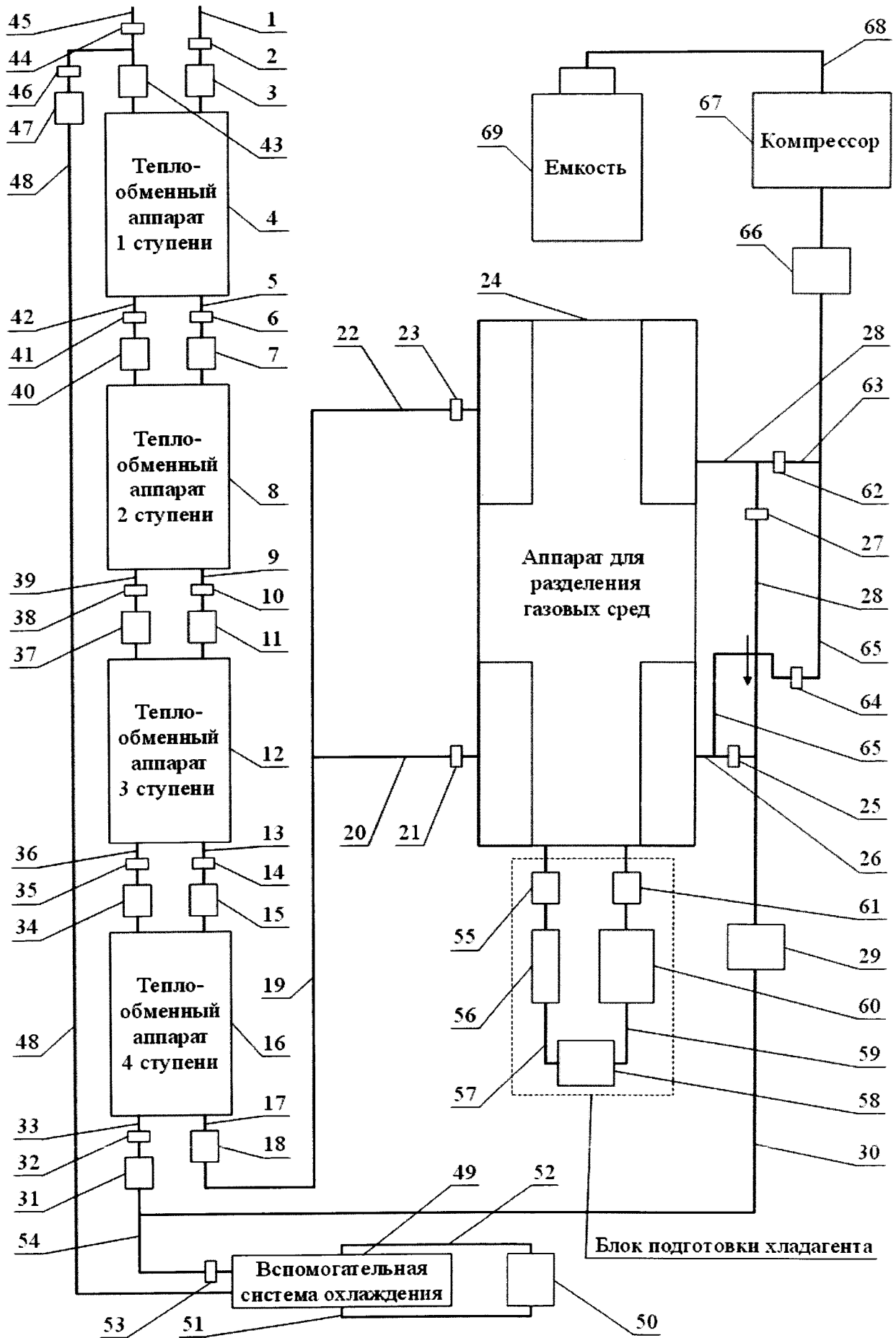
(57) Реферат:

Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано в газоразделительных теплообменных установках, предназначенных для разделения газовых сред путем их охлаждения и дальнейшей конденсации или десублимации. Газоразделительная теплообменная установка содержит последовательно соединенные теплообменные кожухотрубные аппараты с гибкой мембраной, где в режиме противотока происходит теплообмен через стенки, и в которых предусмотрены два внутренних отсека, первый для более нагретой газовой среды, второй для более холодной газовой среды, разделенных гибкими непроницаемыми мембранами, предназначенными для выравнивания давления внутри аппаратов. Газоразделительная теплообменная установка также содержит компактную систему разделения газовых сред,

включающую в себя механизмы для подвода и отвода охлажденной газовой смеси с необходимой температурой и давлением, и аппарат для разделения газовых сред. Вертикальные стенки образуют в аппарате для разделения газовых сред изолированные отделения, внутри которых за счет изменения давления последовательно сначала конденсируется или десублимируется газовая среда, затем данная среда испаряется или сублимируется. Конструктивная особенность аппарата для разделения газовых сред - наличие боковых линейных направляющих внутри аппарата, которые позволяют сохранить и прижать сконденсированную или десублимированную газовую среду к вертикальным стенкам аппарата. Технический результат - повышение эффективности теплопередачи и снижение габаритов установки. 2 з.п. ф-лы, 12 ил.

RU 2 570 281 C1

RU 2 570 281 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F28D 15/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014133009/06, 12.08.2014

(24) Effective date for property rights:
12.08.2014

Priority:

(22) Date of filing: 12.08.2014

(45) Date of publication: 10.12.2015 Bull. № 34

Mail address:

115573, Moskva, ul. Musy Dzhallilja, 10, korp. 1, kv.
239, Martynovu Dmitriju Jur'evichu

(72) Inventor(s):

Martynov Dmitrij Jur'evich (RU),
Martynov Viktor Jur'evich (RU),
Novichenko Anton Igorevich (RU),
Kuchinova Inna Viktorovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Martynov Dmitrij Jur'evich (RU),
Novichenko Anton Igorevich (RU),
Martynov Viktor Jur'evich (RU),
Kuchinova Inna Viktorovna (RU)

(54) **GAS-SEPARATION HEAT EXCHANGE UNIT**

(57) Abstract:

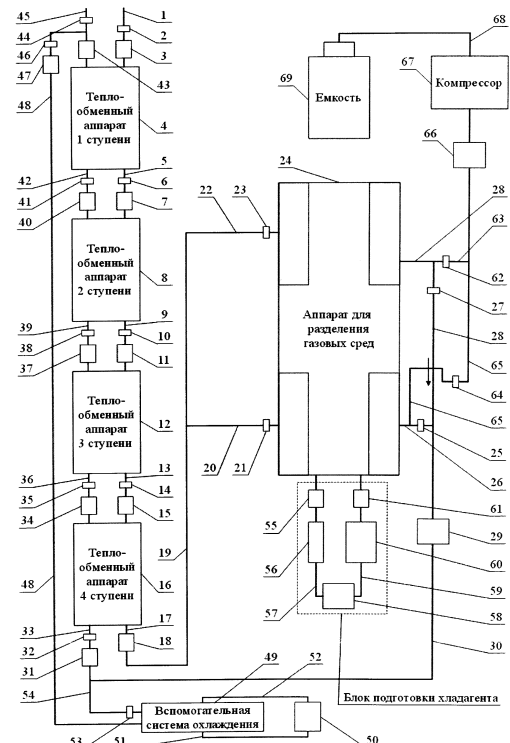
FIELD: heating.

SUBSTANCE: gas-separation heat exchange unit contains the series connected heat exchange tube shells with flexible membrane where in the countercurrent mode the heat exchange occurs through walls and in which two internal compartments are provisioned, the first for hotter gas medium, while the second one is for colder gas medium, separated by flexible impenetrable membranes intended for equalizing of pressure inside devices. The gas-separation heat exchange unit also contains the compact system of separation of gas mediums comprising the mechanisms for supply and removal of the cooled gas mix with the necessary temperature and pressure and the device for separation of gas mediums. Vertical walls form in the device for separation of gas mediums the isolated section in which due to pressure change consistently at first the gas medium is condensed or desublimated, then this medium evaporates or sublimates. Design feature of the device for separation of gas mediums - lateral linear guides inside the device which allow to keep and to press the condensed or desublimated gas medium to vertical walls of the device.

EFFECT: improvement of efficiency of heat

transmission and decrease of dimensions of the unit.

3 cl, 12 dwg



Фиг. 1

RU 2 570 281 C1

RU 2 570 281 C1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение в виде газоразделительной теплообменной установки предназначено для разделения газовых сред путем их охлаждения и дальнейшей конденсации или десублимации. Газоразделительная теплообменная установка может быть использована в теплотехнике при выделении углекислого газа из дымовых газов теплостанций и печных труб и из выходящих газообразных отходов метатенков и установок пиролиза. Газоразделительная теплообменная установка также может быть использована при разделении иных газовых сред, в том числе в качестве части криогенного теплообменного цикла при разделении газовых сред в криогенных установках.

Уровень техники

Известна теплопередающая система (описание изобретения содержится в Патенте РФ № 2371653 С2), которая содержит испаритель, окружающий часть циклической теплообменной системы и имеющий стенку, выполненную с возможностью термического соединения с частью циклической теплообменной системы для регулирования температуры указанной части, первичный фитиль, соединенный по текущей среде со стенкой, и канал удаления пара, который находится на поверхности раздела между первичным фитилем и стенкой, и конденсатор, соединенный по текущей среде с испарителем для образования замкнутого контура. Теплопередающая система содержит циклическую теплообменную систему. Способ регулирования температуры части циклической теплообменной системы, которая заполнена хладагентом, включает термическое соединение стенки испарителя с циклической теплообменной системой для регулирования температуры части циклической теплообменной системы. В качестве недостатка данной теплопередающей системы можно отметить следующие особенности. В теплопередающей системе не предусмотрена процедура выравнивания давления при передаче тепла через стенку между нагретой и более холодной газовой средой. В теплопередающей системе не предусмотрен процесс теплообмена, учитывающий возможность десублимации одной из компонент разделяемой газовой среды.

Известен способ изготовления теплообменного аппарата с продольно ориентированными каналами (описание изобретения содержится в Патенте РФ № 2013734 С1), в котором после установки в корпусе аппарата пучка труб и размещения в полости пучка труб каналообразующих наполнителей корпус обжимают вместе с трубами, после чего наполнители удаляют. В данном случае полиэтиленовый наполнитель формирует внутреннее пространство теплообменного аппарата. После обжатия внешнего корпуса аппарата на протяжном стане с образованием между поверхностью труб и корпусом плотного контакта и единой структуры далее наполнитель выплавляют и удаляют во время размещения аппарата в печи при температуре 150-160°C. Данный способ изготовления теплообменного аппарата с продольно ориентированными каналами может быть, в том числе, использован при изготовлении сложно соединяемых, разделенных между собой металлическими стенками полостей теплообменного аппарата.

Известен теплообменник (описание изобретения содержится в Патенте РФ № 2189553 С2), состоящий из нескольких плоскостей, образующих полости, герметично разделенные между собой. При этом полости соединяются между собой перемычками, например сваркой, высота перемычек между плоскостями в разных плоскостях теплообменника может быть различной и зависит от пропускной способности полости, причем давление теплоносителя воспринимается одновременно всеми перемычками. Изобретение позволяет обеспечить теплообмен любых теплоносителей при больших давлениях и высоких температурах, но не учитывает теплотехнические особенности теплообменных

аппаратов, предназначенных для фазового разделения газовых сред.

Известен вертикальный парожидкостный теплообменник (описание изобретения содержится в Патенте РФ № 813110), содержащий камеру распределения жидкости, корпус, внутри которого расположен заключенный в кожух вертикальный трубный пучок, разделенный системой горизонтальных перегородок на секции с парораспределительными камерами, системой дренажа, вертикальными перегородками и паровыми каналами, образованными перегородками и кожухом, сообщенными на входе с парораспределительными камерами, при этом паровые каналы расположены в периферийной части трубного пучка и сообщены на выходе с парораспределительной камерой последующей секции. Определенным недостатком данного вертикального парожидкостного теплообменника является его узкая специализация в качестве устройства, применяемого в системах теплоснабжения, и то что в теплообменнике не предусмотрена возможность разделения аппарата, с помощью вертикальных и горизонтальных перегородок на полностью изолированные секции, с поддержанием в каждой из секций различных, заданных температур и давлений.

Известен теплообменный аппарат (описание изобретения содержится в Патенте РФ № 2372572 С2), наиболее близкий к заявляемому изобретению. Теплообменный аппарат содержит корпус с днищами, патрубки ввода и вывода теплоносителей в трубное и межтрубное пространства, трубные решетки, в отверстиях которых закреплены трубы, образующие трубный пучок, перегородки, образующие в межтрубном пространстве отсеки. При этом корпус аппарата выполнен коническим, расширяющимся в направлении расширения труб, а центральные оси труб расположены под углом к центральной оси корпуса. Подобная геометрия корпуса аппарата позволяет повысить интенсивность теплообмена. Наличие трубных решеток позволяет удерживать трубы в трубном пучке на заданном расстоянии друг от друга. В качестве недостатков теплообменного аппарата можно отметить, что данный аппарат является частью теплообменной системы и не может в полной мере обеспечить фазовое разделение газовых сред, и то, что во внутренней части аппарата не предусмотрена процедура выравнивания давления при передаче тепла через стенку между нагретой и более холодной газовой средой.

Раскрытие изобретения

Технические решения, направленные на устранение недостатков вышеперечисленных изобретений, представлены в настоящем изобретении. Задачи, решаемые в рамках настоящего изобретения, включают создание газоразделительной теплообменной установки с эффективным теплообменным циклом охлаждения газовой среды и компактной системой разделения газовых сред, с осуществлением внутри данной системы циклов - конденсации и дальнейшего испарения газа или десублимации и дальнейшей сублимации газа.

Решение данных задач осуществляется следующим образом. Техническим результатом изобретения является теплообменный цикл охлаждения газовой среды и компактная система разделения газовых сред.

При этом теплообменный цикл охлаждения газовой среды включает в себя последовательно соединенные теплообменные кожухотрубные аппараты с гибкой мембраной, в которых в режиме противотока происходит теплообмен через стенки между входящей более нагретой газовой средой и выходящей более холодной газовой средой, и в которых предусмотрено два внутренних отсека, первый для более нагретой газовой среды, второй для более холодной газовой среды, разделенных гибкими непроницаемыми мембранами, предназначенными для выравнивания давления внутри

аппаратов. В данном случае гибкая непроницаемая мембрана отклоняется в одном направлении при периодическом поступлении в аппарат газовой среды и далее при прохождении цикла теплообмена внутри закрытого с помощью электромагнитных клапанов или задвижек аппарата постепенно смещается назад, выравнивая давление между постепенно нагревающейся и расширяющейся газовой средой во втором отсеке и постепенно охлаждающейся газовой средой в первом отсеке. Таким образом, установленные в кожухотрубных аппаратах гибкие непроницаемые мембраны позволяют исключить дополнительные энергозатраты на сжатие охлаждаемого газа и существенно увеличивают энергоэффективность всей системы.

При этом компактная система разделения газовых сред включает в себя трубную арматуру, электромагнитные клапаны, вентиляторы и компрессоры для подвода и отвода охлажденной газовой смеси с необходимой температурой и давлением в компактный теплообменный аппарат, далее аппарат для разделения газовых сред, в котором осуществляется теплообменный процесс, связанный с конденсацией и дальнейшим испарением или десублимацией и дальнейшей сублимацией одной из компонент газовой среды с ее выделением в отдельную емкость. Аппарат для разделения газовых сред представляет из себя пластинчатый теплообменник, где на вертикальных пластинах или стенках закреплены боковые линейные направляющие, внутри которых конденсируется или десублимируется отделяемая газовая среда. Вертикальные стенки образуют в аппарате для разделения газовых сред изолированные отделения, внутри которых за счет изменения давления последовательно сначала конденсируется или десублимируется газовая среда, затем данная среда испаряется или сублимируется. Периодическое изменение давления внутри изолированных отделений направлено на создание теплообменных потоков между соседними отделениями, связанных с чередованием циклов поглощения и выделения тепла при фазовых переходах газовой среды. Конструктивная особенность аппарата для разделения газовых сред, наличие боковых линейных направляющих внутри аппарата, которые позволяют сохранить и прижать под действием сил земной гравитации жидкость, сконденсированную из газа, или твердые хлопья, десублимированные из газа, к вертикальным стенкам аппарата, и создают условия для быстрого теплообмена и отвода теплоты сквозь вертикальные стенки, между изолированными отделениями аппарата.

Краткое описание чертежей

На Фиг. 1 изображена блок-схема теплообменного цикла охлаждения газовой среды и компактной системы разделения газовых сред с отведением одной из компонент газовой среды в отдельную емкость.

На Фиг. 2, изображена блок-схема дополнительного теплообменного цикла охлаждения газовой среды с прохождением выделенной компоненты газовой среды в качестве теплоносителя по данному циклу.

На Фиг. 3 изображен теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной в горизонтальном разрезе А-А.

На Фиг. 4 изображен вид боковых элементов теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной в вертикальном разрезе Б-Б.

На Фиг. 5 изображен теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной в вертикальном разрезе В-В.

На Фиг. 6 изображен теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной в вертикальном разрезе Г-Г.

На Фиг. 7 изображен теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной в вертикальном разрезе Д-Д.

На Фиг. 8 в вертикальном разрезе центральной части теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной схематично изображен трубный пучок данного аппарата, увеличенный по отношению к Фиг. 5 в три раза.

На Фиг. 9 изображен фронтальный разрез Е-Е аппарата для разделения газовых сред.

На Фиг. 10 изображен вертикальный разрез Ж-Ж аппарата для разделения газовых сред.

На Фиг. 11 изображен вертикальный разрез Ж-Ж аппарата для разделения газовых сред, включающий дополнительные элементы, армирующие вертикальные вставки.

На Фиг. 12 изображен вертикальный разрез З-З аппарата для разделения газовых сред.

Осуществление изобретения

Схематично конструкция газоразделительной теплообменной установки представлена на Фиг. 1 и Фиг. 2 в виде блок-схем. Газоразделительная теплообменная установка содержит теплообменный цикл охлаждения газовой среды, состоящий из одного теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной или нескольких последовательно соединенных, однотипных теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной. При этом количество теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной в цикле охлаждения газовой среды зависит от температуры, до которой необходимо охладить газовую среду на выходе из данного цикла. Так, при глубоком охлаждении газовой среды может быть задействовано несколько десятков теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной, при не столь значительном охлаждении, например при охлаждении среды, содержащей углекислый газ, может быть использовано четыре теплообменных кожухотрубных аппарата с гибкой мембраной. Представленный на Фиг. 1 цикл охлаждения газоразделительной теплообменной установки содержит четыре аппарата с гибкой мембраной, теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной первой ступени 4, или упрощенно, теплообменный аппарат 1 ступени, теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной второй ступени 8, или упрощенно, теплообменный аппарат 2 ступени, теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной третьей ступени 12, или упрощенно, теплообменный аппарат 3 ступени, теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной четвертой ступени 16, или упрощенно, теплообменный аппарат 4 ступени.

Газоразделительная теплообменная установка на Фиг. 1 включает циклическую теплообменную систему, которая состоит из входной трубы 1, электромагнитного клапана, или задвижки 2, вентилятора высокого давления, или компрессора 3, отсека, для нагретой газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной первой ступени 4, выходной трубы 5, электромагнитного клапана, или задвижки 6, вентилятора 7, отсека, для нагретой газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной второй ступени 8, выходной трубы 9, электромагнитного клапана, или задвижки 10, вентилятора 11, отсека, для нагретой газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной третьей ступени 12, выходной трубы 13, электромагнитного клапана, или задвижки 14, вентилятора 15, отсека, для нагретой газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной четвертой ступени 16, выходной трубы 17, вентилятора высокого давления, или компрессора 18, отводной трубы 19, которая разделяется на входную трубу 20, и входную трубу 22, входных электромагнитных клапанов, или задвижек 21 и 23, аппарата для разделения газовых сред 24, выходного

электромагнитного клапана, или задвижки 25, трубы для отвода газовой среды 26, выходного электромагнитного клапана, или задвижки 27, трубы для отвода газовой среды 28, соединенной с трубой 26 и вентилятором высокого давления, или компрессором 29, трубы для отвода газовой среды 30, вентилятора 31, 5 электромагнитного клапана, или задвижки 33, и той части циклической системы, где охлажденная газовая среда движется в обратном направлении, и которая состоит из входной трубы 33, отсека для более холодной газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной четвертой ступени 16, вентилятора 34, электромагнитного клапана, или задвижки 35, входной трубы 36, отсека для более 10 холодной газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной третьей ступени 12, вентилятора 37, электромагнитного клапана, или задвижки 38, входной трубы 39, отсека для более холодной газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной второй ступени 8, вентилятора 40, электромагнитного клапана, или задвижки 41, входной трубы 42, отсека 15 для более холодной газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной первой ступени 4, вентилятора, или компрессора 43, электромагнитного клапана, или задвижки 44, отводной трубы 45. Газоразделительная теплообменная установка на Фиг. 1 также может включать систему внешнего охлаждения газовой среды, которая содержит электромагнитный клапан, или задвижку 46, вентилятор 20 высокого давления 47, трубу для отходящей газовой среды 48, вспомогательную систему охлаждения 49, систему для сжижения и воздушного охлаждения хладагента 50, трубу для подачи жидкого хладагента 51, трубу для подачи газообразного хладагента 52, регулирующийся электромагнитный клапан, или задвижку 53, трубу 54.

Газоразделительная теплообменная установка согласно Фиг. 1 также содержит 25 компактную систему разделения газовых сред, состоящую из аппарата для разделения газовых сред 24, соединенного с системой отвода одной из компонент газовой среды и блоком подготовки хладагента.

Блок подготовки хладагента, который может быть соединен с аппаратом для 30 разделения газовых сред 24, содержит последовательно соединенные вакуумный насос или иной механизм понижения давления 55, компрессор 56, трубу для отвода хладагента 57, теплообменник 58, трубу для подвода хладагента 59, емкость для хранения жидкого хладагента 60, насос, подающий жидкий хладагент 61.

Газоразделительная теплообменная установка также содержит систему отвода одной из компонент газовой среды, представленную согласно Фиг. 1 и Фиг. 2 в двух следующих 35 вариантах. В первом варианте, изображенном на Фиг. 1, система отвода одной из компонент газовой среды включает электромагнитный клапан, или задвижку 62, трубу 63, соединенную со второй отводящей трубой 65, и последовательно соединенные электромагнитный клапан, или задвижку 64, вторую отводящую трубу 65, вакуумный насос 66, компрессор 67, трубу высокого давления 68, емкость высокого давления для 40 хранения газа 69. Пояснение: отводящую трубу 65 пересекает стрелка, которая показывает, что отводящая труба 65 не соединена с изображенной вдоль данной стрелки трубой 28.

Во втором варианте, изображенном на Фиг. 1 и Фиг. 2, система отвода одной из 45 компонент газовой среды включает электромагнитный клапан, или задвижку 62, трубу 63, соединенную со второй отводящей трубой 65, и последовательно соединенные электромагнитный клапан, или задвижку 64, вторую отводящую трубу 65, вакуумный насос 66, который далее соединяется с дополнительным теплообменным циклом охлаждения газовой среды, изображенным на Фиг. 2. В данном случае к выходу

вакуумного насоса пристыкована труба 70. Дополнительный теплообменный цикл охлаждения газовой среды состоит из одного теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной, или нескольких последовательно соединенных, однотипных теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной, и предназначен для 5 охлаждения поступающей в цикл газовой среды за счет теплообмена с одной из ранее охлажденных компонент данной газовой среды. Дополнительный теплообменный цикл охлаждения газовой среды, на Фиг. 1, включает четыре теплообменных аппарата и состоит из, отводящих охлажденную компоненту газовой среды, трубы 70, электромагнитного клапана, или задвижки 71, вентилятора высокого давления, или 10 компрессора 72, отсека для холодной компоненты газовой среды в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной четвертой ступени 73, выходной трубы 74, электромагнитного клапана, или задвижки 75, вентилятора 76, отсека для холодной компоненты газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной третьей ступени 77, выходной трубы 78, электромагнитного клапана, или 15 задвижки 79, вентилятора 80, отсека для холодной компоненты газовой среды в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной второй ступени 81, выходной трубы 82, электромагнитного клапана, или задвижки 83, вентилятора 84, отсека для холодной компоненты газовой среды в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной первой ступени 85, выходной трубы 86, вентилятора 20 высокого давления, или компрессора 87, трубы для отвода компоненты газовой среды 88, а также из подводящих нагретую газovou среду входной трубы для подвода газовой среды 89, вентилятора высокого давления, или компрессора 90, входного электромагнитного клапана, или задвижки 91, трубы 92, отсека для нагретой газовой среды, в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной первой ступени 25 85, вентилятора 93, электромагнитного клапана, или задвижки 94, трубы 95, отсека для нагретой газовой среды в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной второй ступени 81, вентилятора 96, электромагнитного клапана, или задвижки 97, трубы 98, отсека для нагретой газовой среды в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной третьей ступени 77, вентилятора 99, электромагнитного клапана, 30 или задвижки 100, трубы 101, отсека для нагретой газовой среды в теплообменном кожухотрубном аппарате с гибкой мембраной четвертой ступени 73, вентилятора высокого давления, или компрессора 102, выходного электромагнитного клапана, или задвижки 103, трубы для подвода газовой среды 104. В данном случае труба для подвода газовой среды 104 может быть напрямую соединена с отводной трубой 19 на Фиг. 1.

35 Необходимо отметить, что обозначенные в блок-схемах на Фиг. 1 и Фиг. 2 теплообменные аппараты 1, 2, 3 и 4 ступени могут иметь однотипную конструкцию в соответствии с Фиг. 3, Фиг. 4, Фиг. 5, Фиг. 6, Фиг. 7 и Фиг. 8. Так, например, нижняя часть однотипного теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной изображена в продольном горизонтальном разрезе А-А на Фиг. 3. Теплообменный 40 кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной содержит внешний теплозащитный кожух, не отмеченный на Фиг. 3, Фиг. 4, Фиг. 5, Фиг. 6, Фиг. 7, прямоугольный корпус 105, смонтированное в корпус боковое отделение 106, боковую вертикальную панель 107, боковые вертикальные панели 108, на каждой из которых закреплены вертикальные крепежные элементы 109, соединенные с корпусом 105, вертикальные крепежные 45 элементы 110, соединенные с корпусом 105, горизонтальные крепежные элементы 111, соединенные с корпусом 105, трубную решетку для закрепления труб 113, обеспечивающие подвод и отвод газовой среды входные трубы 116, выходные трубы 117, входные трубы 118, загнутые по направлению к боковым вертикальным панелям

108, и закрепленные на них, изогнутые пластиковые или металлические трубы 119, пучок прямых труб круглого сечения 120, установленный внутри аппарата и закрепленный на вертикальной панели 107 и трубной решетке 113, где каждая прямая труба круглого сечения 120 соединена сваркой или резьбовым соединением с изогнутой 5 пластиковой или металлической трубой 119, выходные трубы 121 для отвода газовой среды из аппарата. Одинаковые по размеру верхние и нижние горизонтальные крепежные элементы 111 также можно увидеть на Фиг. 4, в вертикальном разрезе Б-Б. Взаимное расположение пучка прямых труб круглого сечения 120, закрепленных на трубной решетке 113, и часть труб 119 можно увидеть на Фиг. 5 в вертикальном разрезе 10 В-В. Взаимное расположение закрепленных на корпусе 105 входных труб 116, бокового отделения 106 и закрепленных на боковом отделении 106 выходных труб 121 можно увидеть на Фиг. 6, в вертикальном разрезе Г-Г. Взаимное расположение закрепленных на корпусе 105 выходных труб 117 и входных труб 118 можно увидеть на Фиг. 7, в вертикальном разрезе Д-Д.

15 При этом теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной отличается тем, что содержит гибкую непроницаемую мембрану 112, закрепленную на вертикальных крепежных элементах 109, вертикальных крепежных элементах 110 и горизонтальных крепежных элементах 111, с образованием двух непроницаемых для газовой среды отсеков, первого отсека 114 и второго отсека 115, где гибкая непроницаемая мембрана 20 может отклоняться в направлении к корпусу 105, при периодическом поступлении в аппарат газовой среды и при прохождении цикла теплообмена и изменении давления в отсеках аппарата, далее может постепенно смещаться назад, выравнивая давление между постепенно нагревающейся и расширяющейся газовой средой во втором отсеке и постепенно охлаждающейся газовой средой в первом отсеке.

25 Конструкция содержащегося в блок-схеме на Фиг. 1 аппарата для разделения газовых сред представлена на Фиг. 9, Фиг. 10, Фиг. 11 и Фиг. 12.

Аппарат для разделения газовых сред состоит из корпуса 122, установленной поверх корпуса теплоизоляции 123, изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124, расположенных на одинаковом 30 расстоянии друг от друга, вертикальных плоских стенок 125, которые разделяют аппарат на изолированные отделения, армирующих вертикальных вставок 126, труб для подачи в отдельные изолированные отделения газовой среды 127, трубочек для подачи в специальные изолированные отделения хладагента 128, труб для отвода из отдельных изолированных отделений компонентов газовой среды 129, трубочек для отвода из 35 специальных изолированных отделений хладагента 130. В аппарате для разделения газовых сред общее количество армирующих вертикальных вставок 126, предназначенных, в том числе, для конструктивного укрепления вертикальных плоских стенок 125, может быть больше двух, как это представлено на Фиг. 11, и зависит от нагрузок при изменении давлений внутри данного аппарата.

40 При этом аппарат для разделения газовых сред отличается тем, что соседние вертикальные плоские стенки 125 образуют изолированные отделения, внутри которых закреплены изогнутые или плоские, параллельные горизонтальной линии, боковые линейные направляющие 124 и боковые армирующие вертикальные вставки 126, которые создают внутреннее пространство для подачи в отделения аппарата газовой среды и 45 малые емкости для сбора, под действием сил гравитации, сконденсированной, или десублимированной газовой среды. Наличие изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124 и армирующих вертикальных вставок 126 внутри аппарата позволяет прижать под действием силы

тяжести жидкость, сконденсированную из газовой среды, или твердые хлопья, десублимированные из газовой среды, к вертикальным стенкам аппарата 125, что обеспечивает быстрый и энергоэффективный теплообмен между изолированными отделениями аппарата через вертикальные стенки аппарата 125. Аппарат для разделения газовой среды также отличается тем, что в нем могут быть созданы специальные изолированные отделения, ограниченные вертикальными плоскими стенками 125, в которые, в целях дополнительного охлаждения, может подаваться жидкий хладагент. Специальные изолированные отделения помимо вертикальных плоских стенок 125 включают сформированные из изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124, вертикальных стенок аппарата 125 и армирующих вертикальных вставок 126 малые емкости для сбора жидкого хладагента под действием сил гравитации. Малые емкости также обеспечивают возможность перемещения и прижатия хладагента под действием силы тяжести к вертикальным стенкам аппарата 125 для быстрого и энергоэффективного теплообмена и охлаждения изолированных отделений аппарата.

Газоразделительная теплообменная установка работает следующим образом, газовая среда проходит теплообменный цикл охлаждения, в котором с помощью вентилятора высокого давления, или компрессора 3, в течение определенного заранее заданного периода времени подается по входной трубе 1, через открытый электромагнитный клапан, или задвижку 2, в один, или несколько теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной. В случае использования одного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной входящая более нагретая газовая среда распределяется по входным трубам 116 и поступает в первый отсек 114, где далее со скоростью, встречаясь с гибкой непроницаемой мембраной 112, смещает ее в направлении к стенке 105. При этом ранее охлажденная в первом отсеке 114 газовая среда отводится по выходным трубам 117 из аппарата в компактную систему разделения газовой среды. В то же время отбросная, не используемая как ценный продукт, часть газовой среды выводится из системы разделения газовой среды, соединяется с газовой средой, охлажденной в системе внешнего охлаждения газовой среды, и по входным трубам 118 поступает во второй отсек 115 теплообменного аппарата, состоящий из элементов прямоугольного корпуса 105, отделенных гибкой непроницаемой мембраной 112, изогнутых труб 119, прямых труб круглого сечения 120, бокового отделения 106. При этом ранее нагретая во втором отсеке 115 газовая среда отводится по выходным трубам 121 с помощью вентиляторов. Периодическая подача газовой среды в первый отсек 114, теплообменного аппарата приводит к повышению температуры в первом отсеке, в то же время периодическая подача отбросной части газовой среды во второй отсек 115 теплообменного аппарата приводит к понижению температуры во втором отсеке. Затем, когда временной период подачи газовой среды завершается, с помощью электромагнитных клапанов, или задвижек перекрываются входные трубы 116 и 118 и выходные трубы 117 и 121, и отсеки 114 и 115 полностью изолируются, и в течение заданного небольшого промежутка времени, определяемого площадью теплообменной поверхности пучка труб круглого сечения 120 происходит передача тепла через стенки труб 120 от нагретой газовой среды в первом отсеке 114 более холодной газовой среде во втором отсеке 115. В течение заданного времени происходит постепенное сближение температур в первом и втором отсеках, при этом повышение давления во втором изолированном отсеке и понижение давления в первом изолированном отсеке компенсируется с помощью гибкой непроницаемой мембраны 112, центральная часть которой постепенно смещается в направлении от стенки 105 к круглым трубам 120

теплообменного аппарата. В этой связи, в случае, если изохорные теплоемкости газов в первом и втором отсеках 114 и 115 теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной равны или мало отличаются друг от друга, для эффективного теплообмена объем газа во втором отсеке внутри труб 120 должен примерно совпадать с объемом газа вокруг данных труб в первом отсеке. Так, на Фиг. 8, представлен вертикальный разрез центральной части теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной, где трубы внутри теплообменного аппарата расположены на одинаковом расстоянии друг от друга и соседствуют со штриховыми линиями, проложенными через центральные оси данных труб. Для того чтобы на Фиг. 8 объем внутри труб примерно совпадал с объемом межтрубного пространства, можно выделить площадь любого единичного квадрата, состоящего из штриховых линий внутри четырех соседних труб, и разделить ее на две равные части. Первая часть, площадь между трубами, и вторая часть это площадь, где из четырех прилегающих труб штриховыми линиями отделена четвертая часть, внутри данных труб. Площадь второй части соответствует площади внутри одной трубы. Если в изображении на Фиг. 8 определить внутренний диаметр труб в трубном пучке как r , а внешний диаметр как R , расстояние между центральными осями соседних труб или сторону единичного квадрата как A , число Пи как π , то для единичного квадрата, площадь межтрубного пространства S_1 будет равна $S_1 = A^2 - \pi R^2$, а внутренняя площадь трубы S_2 будет равна $S_2 = \pi r^2$. Если считать, что площади межтрубного S_1 и внутритрубного пространства S_2 равны и $S_1 = S_2$, то рекомендованное расстояние между центральными осями соседних труб при их компоновке можно определить как $A = (\pi(r^2 + R^2))^{0,5}$. При этом длина и диаметр труб могут быть выбраны исходя из учета требований, уменьшения диаметра труб для увеличения их количества в трубном пучке и соответственно увеличения общей поверхности труб и скорости теплообмена между первым и вторым отсеками в теплообменном аппарате, а также требования лимитирования минимального диаметра труб для уменьшения тепловых потерь, связанных с трением газовых сред, при их движении внутри труб и в межтрубном пространстве.

В случае использования в теплообменном цикле охлаждения нескольких теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной данные аппараты последовательно соединяются между собой. При этом увеличение числа аппаратов в теплообменном цикле позволяет увеличить температуру охлаждения поступающей газовой среды в данном цикле. Для охлаждения поступающей газовой среды теплообменные кожухотрубные аппараты с гибкой мембраной могут быть соединены таким образом, чтобы газовая среда последовательно охлаждалась в каждом из данных аппаратов. Все последовательно соединенные теплообменные кожухотрубные аппараты с гибкой мембраной могут иметь одинаковую конструкцию, с осуществлением во внутренних отделах аппаратов теплообменных циклов нагрева отбросной части газовой среды и охлаждения поступающей на дальнейшее разделение газовой среды таким же образом, как это было ранее представлено в теплообменном цикле охлаждения с одним теплообменным кожухотрубным аппаратом с гибкой мембраной. Если используются четыре теплообменных кожухотрубных аппарата с гибкой мембраной, как это изображено на блок-схеме на Фиг. 1 в виде последовательного соединения, четырех теплообменных аппаратов 1, 2, 3 и 4 ступени, то процесс охлаждения газовой среды может протекать следующим образом. Газовая среда последовательно перемещается по отсекам для нагретой среды, расположенным в теплообменных аппаратах 1, 2, 3 и 4 ступени, где данная среда охлаждается. Если обозначить градусы Кельвина как K ,

то, например, при поступлении в теплообменный аппарат 1 ступени газовой среды с начальной температурой в 273 К может происходить охлаждение данной среды до температуры в 263 К, газовая среда, поступающая в теплообменный аппарат 2 ступени с температурой в 263 К, охлаждается в нем до 253 К, при поступлении в теплообменный аппарат 3 ступени с температурой в 253 К газовая среда охлаждается в нем до 243 К, и далее при поступлении в теплообменный аппарат 4 ступени с температурой в 243 К газовая среда охлаждается до 233 К. С другой стороны отбросная, не используемая как ценный продукт часть газовой среды может поступать из системы разделения газовых сред во второй отсек теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной, последовательно в теплообменный аппарат 4 ступени при температуре 221 К, в котором нагревается до температуры 231 К, затем в теплообменный аппарат 3 ступени при температуре 231 К, в котором нагревается до температуры 241 К, в теплообменный аппарат 2 ступени при температуре 241 К, в котором нагревается до температуры 251 К, и далее в теплообменный аппарат 1 ступени при температуре 251 К, в котором нагревается до температуры 261 К. В данном примере изохорные теплоемкости охлаждаемой газовой среды и нагреваемой отбросной части газовой среды примерно одинаковы, разница температур между нагреваемой и охлаждаемой средой в начальный момент времени во всех аппаратах составляет 22 К. При этом данная разница температур между нагреваемой и охлаждаемой средой в начальный момент времени в теплообменных аппаратах 1, 2, 3, 4 ступени показывает в градусах, ту максимальную величину, на которую может быть дополнительно охлаждена газовая среда при значительном увеличении числа теплообменных аппаратов в теплообменном цикле охлаждения газовой среды. То есть чем больше количество теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной задействованы в теплообменном цикле охлаждения, тем качественнее может быть охлаждена поступающая в данный цикл газовая среда, и тем больше энергетическая эффективность данной системы, но тем больше размеры и материалоемкость данной системы.

Обобщенно теплообменный цикл охлаждения газовой среды на Фиг. 1 выглядит следующим образом, газовая среда с помощью вентилятора высокого давления, или компрессора 3, периодически поступает в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной первой ступени 4, и затем через выходную трубу 5 с помощью вентилятора 7 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной второй ступени 8, затем через выходную трубу 9 с помощью вентилятора 11 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной третьей ступени 12 и далее через выходную трубу 13 с помощью вентилятора 15 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной четвертой ступени 16, откуда по выходной трубе 17 вентилятором высокого давления или компрессором 18 охлажденная газовая среда поступает в компактную систему разделения газовых сред. С другой стороны по входной трубе 33 вентилятором 31 в теплообменный цикл охлаждения из системы разделения газовых сред и из системы повторного охлаждения газовой среды подается не используемая как ценный продукт часть газовой среды. Далее происходит последовательный нагрев данной газовой среды, в процессе которого газовая среда поступает в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной четвертой ступени 16, откуда подается с помощью вентилятора 34 по входной трубе 36 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной третьей ступени 12, затем с помощью вентилятора 37 по входной трубе 39 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной второй ступени 8, затем с помощью вентилятора 40 по входной трубе 42 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной первой ступени 4, после которого нагретая, не

используемая как ценный продукт часть газовой среды вентилятором, или компрессором 43, выводится из цикла по отводной трубе 45. Часть газовой среды, поступающей в отводную трубу 45, может быть перенаправлена при включении вентилятора высокого давления 47 в трубу для отходящей газовой среды 48 и далее в систему внешнего охлаждения газовой среды, при этом расход перенаправляемой газовой среды может регулироваться с помощью электромагнитного клапана, или задвижки 46. Система внешнего охлаждения газовой среды позволяет увеличить расход холодной газовой среды, поступающей через входную трубу 33, до требуемого первоначального уровня, например до уровня, при котором массовый расход, поступающей в теплообменный цикл охлаждения по входной трубе 1 нагретой газовой среды равен или почти равен массовому расходу холодной газовой среды, поступающей в теплообменный цикл охлаждения по входной трубе 33. Система внешнего охлаждения газовой среды может быть создана на основе каскадных циклов охлаждения, например циклов охлаждения, в которых применяются дроссельные устройства, или в случае не столь значительного понижения температуры на основе одного холодильного цикла, в котором применяется хладагент. Система внешнего охлаждения газовой среды с одним холодильным циклом, представленная на Фиг. 1, может работать следующим образом. По трубе для отходящей газовой среды 48 нагретая газовая среда поступает в вспомогательную систему охлаждения 49, где охлаждается, через стенки передавая тепло техническому хладагенту, в качестве которого может быть использован, например, аммиак. Хладагент, циркулирующий в системе охлаждения 49, путем фазового преобразования забирает тепло у нагретой газовой среды, и далее по трубе для подачи газообразного хладагента 52 поступает в систему ожижения и воздушного охлаждения хладагента 50, в которой он сжимается переходит из газообразного в жидкое состояние и охлаждается за счет внешней среды, и по трубе для подачи жидкого хладагента 51 вновь подается для охлаждения газовой среды в вспомогательную систему охлаждения 49. Газовая среда, охлажденная в вспомогательной системе охлаждения 49, далее выводится через регулирующий массовый расход, электромагнитный клапан, или задвижку 53, и трубу 54 и поступает по входной трубе 33 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной четвертой ступени 16.

Функционирование теплообменного цикла охлаждения газовой среды также включает в себя использование электромагнитных клапанов, или задвижек 2, 6, 10, 14, 32, 35, 38, 41, 44, 46, которые при окончании периода подачи более нагретой газовой среды в первые отсеки и более холодной газовой среды во вторые отсеки теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной 4, 8, 12, 16, одновременно закрываются и изолируют данные отсеки, обеспечивая в течение заданного небольшого промежутка времени сохранение давления в первом и втором отсеках, за счет смещения в первоначальное положение гибкой непроницаемой мембраны, и эффективную передачу тепла от более нагретой газовой среды к более холодной.

Помимо теплообменного цикла охлаждения на Фиг. 1 газоразделительная теплообменная установка также содержит компактную систему разделения газовых сред, в которой проводится отделение ценных компонентов газовой среды. Разделение газовых сред протекает следующим образом. Из выходной трубы 17 охлажденная газовая среда вентилятором высокого давления, или компрессором 18, подается в отводную трубу 19. Из отводной трубы 19 газовая среда поочередно подается при открытом входном электромагнитном клапане, или задвижке 21, и закрытом входном электромагнитном клапане, или задвижке 23, во входную трубу 20, и при открытом входном электромагнитном клапане, или задвижке 23, и закрытом входном

электромагнитном клапане, или задвижке 21, во входную трубу 22. По входных трубам 20 и 22 газовая среда далее поступает в аппарат для разделения газовых сред 24, который может функционировать, согласно Фиг. 9, Фиг. 10, Фиг. 11, Фиг. 12, следующим образом. Газовая среда поступает в аппарат для разделения газовых сред по трубам для подачи в изолированные отделения газовой среды 127 в виде двух чередующихся потоков. Каждое из изолированных отделений разделенных вертикальными плоскими стенками 125, проходит две стадии. На первой стадии в отделении поддерживается повышенное, или нормальное давление, и по трубам для подачи в отдельные изолированные отделения газовой среды 127, подается и равномерно распределяется по отделению газовая среда, которая далее медленно перемещается вдоль всех, расположенных внутри отделения изогнутых, или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124. В это же время через вертикальные плоские стенки 125 отводится теплота и газовая среда внутри отделения охлаждается до определенной заранее заданной температуры, при которой происходит отделение одной из компонент газовой среды путем ее конденсации, или десублимации. Далее сконденсированная или десублимированная компонента газовой среды под действием гравитации опускается вниз, попадает на изогнутые, или плоские, параллельные горизонтальной линии, боковые линейные направляющие 124, соединенные с образованием острого угла с вертикальными стенками аппарата 125. Затем по линейным направляющим сконденсированная, или десублимированная компонента газовой среды стекает, или скатывается, и далее собирается в небольшую емкость, сформированную из изогнутых, или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124, вертикальных стенок аппарата 125, и армирующих вертикальных вставок 126. Оставшаяся часть газовой среды по трубам для отвода из отдельных изолированных отделений компонентов газовой среды 129 выводится из отделения.

На второй стадии в отделении создается пониженное давление, новая газовая среда в отделение не поступает, оставшаяся часть газовой среды по трубам для отвода из отдельных изолированных отделений компонентов газовой среды 129 выводится из отделения и происходит постепенное испарение или сублимация сконденсированной, или десублимированной на предшествующей стадии компоненты газовой среды. Процесс проходит при определенной заранее заданной температуре в отделении и сопровождается значительным поглощением тепла. Таким образом, все отделения, разделенные вертикальными стенками аппарата 125, могут быть разделены по следующему принципу, если в одном отделении происходит фазовый переход, сопровождающийся выделением тепла, в двух соседних происходит фазовый переход, сопровождающийся поглощением тепла и в обратном порядке, если в одном отделении происходит фазовый переход, сопровождающийся поглощением тепла, в двух соседних происходит фазовый переход, сопровождающийся выделением тепла, что достигается путем чередования отделений, в которых происходит поглощение и выделение тепла. При этом половина отделений, в которые периодически подается газовая среда, через трубы для подачи в отдельные изолированные отделения газовой среды 127, на Фиг. 10, соединяется входной трубой 20, на Фиг. 1, а вторая половина расположенных между ними отделений через трубы для подачи в отдельные изолированные отделения газовой среды 127 с входной трубой 22, что позволяет обеспечить периодическое чередование отделений, в которые подается газовая среда. Аналогично, для отвода газовой среды половина отделений через трубы для отвода из отдельных изолированных отделений компонентов газовой среды 129, на Фиг. 10 соединяется с трубой для отвода газовой среды 26, на Фиг. 1, а вторая половина расположенных между ними отделений через

трубы для отвода из отдельных изолированных отделений компонентов газовой среды 129 соединяется с трубой для отвода газовой среды 28, при этом периодическое чередование отделений, из которых отводится газовая среда, согласно Фиг. 1 обеспечивается путем открытия и закрытия выходных электромагнитных клапанов, или задвижек 25 и 27, и работы вентилятора высокого давления, или компрессора 29.

Общее повышение, или сохранение давления поступающей в отделения газовой среды на первой стадии осуществляется согласно Фиг. 1 с помощью вентилятора высокого давления, или компрессора 18, электромагнитных клапанов, или задвижек 21 и 23, выходных электромагнитных клапанов, или задвижек 25 и 27, и вентилятора высокого давления, или компрессора 29.

На второй стадии понижение давления в отделениях аппарата для разделения газовых сред 24 происходит при прекращении подачи в отделение газовой среды при закрытии электромагнитного клапана, или задвижки 21, или 23, и при применении вакуумного насоса 66, который понижает давление в отделениях до заранее заданной величины, путем откачки ценной компоненты газовой среды из отделений по отводящей трубе 65 и трубе 63. В данном случае накопленная в небольших емкостях сформированных из изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124, вертикальных стенок аппарата 125 и армирующих вертикальных вставок 126 ценная компонента газовой среды постепенно испаряется, или сублимируется внутри отделений в результате работы вакуумного насоса при создании в отделениях требуемого пониженного давления.

В аппарате для разделения газовых сред 24 также необходимо поддерживать необходимую температуру, в данном случае пониженную температуру в тех отделениях, в которых происходит испарение, или сублимация ценной компоненты газовой среды, более высокую в тех отделениях, в которых происходит конденсация или десублимация ценной компоненты газовой среды. Для поддержания заданных значений температуры в отделениях требуется компенсировать теплопритоки через теплоизоляцию 123, и дополнительно понизить температуру газовой среды при ее поступлении в отделения, в которых происходит конденсация, или десублимация ценной компоненты газовой среды. Охлаждению отделений аппарата для разделения газовых сред 24 может способствовать разница между теплотой испарения и теплотой конденсации, или разница между теплотой сублимации и теплотой десублимации, которая возникает при изменении давления в отделениях на первой и второй стадии работы данных отделений. Также, необходимое, дополнительное охлаждение отделений может быть проведено с помощью включения в конструкцию аппарата для разделения газовых сред 24 специальных изолированных отделений, в которые, в целях дополнительного охлаждения, может подаваться жидкий хладагент. Специальные изолированные отделения могут быть расположены на определенном расстоянии друг от друга, между отделениями в которых происходит разделение газовой среды, например так, как это представлено на Фиг. 9 и Фиг. 12, обеспечивать общее охлаждение аппарата для разделения газовых сред 24 до требуемой температуры и функционировать следующим образом. Из блока подготовки хладагента жидкий хладагент согласно Фиг. 9 и Фиг. 12 подается по трубочкам для подачи в специальные изолированные отделения хладагента 128 и равномерно растекается по малым емкостям, сформированным из изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих 124, вертикальных стенок аппарата 125, и армирующих вертикальных вставок 126, заполняя их. В специальных изолированных отделениях устанавливается постоянное давление, при котором хладагент испаряется, получая тепло через вертикальные стенки аппарата

125 от газовой среды. Далее испарившийся хладагент через трубочки для отвода из специальных изолированных отделений хладагента 130 выводится в блок подготовки хладагента, в котором хладагент готовится для повторной подачи в специальное изолированное отделение. Помимо общего охлаждения газовой среды в аппарате для
5 разделения газовых сред 24 специальные изолированные отделения могут быть использованы как отделения для промежуточного теплообмена, в случае если в них периодически изменяется давление, и также периодически происходит испарение и конденсация хладагента, с изменением температуры внутри специальных изолированных отделений. В данном случае целью изменения температуры внутри специальных
10 изолированных отделений может быть охлаждение или нагрев до требуемой температуры соседних отделений, в которых находится газовая среда или компонента газовой среды.

Жидкий хладагент для работы специальных изолированных отделений согласно Фиг. 1 может готовиться в блоке подготовки хладагента, где отработанный
15 газообразный хладагент с помощью вакуумного насоса или иного механизма понижения давления 55 поступает и сжимается в компрессоре 56, и далее по трубе для отвода хладагента 57 поступает в теплообменник 58, где охлаждается с помощью внешней среды, и через трубу для подвода хладагента 59 собирается в емкости для хранения жидкого хладагента 60, из которой насосом, подающим жидкий хладагент 61, при
20 заданном расходе и давлении снова подается в специальное изолированное отделение.

После разделения газовой среды в аппарате для разделения газовых сред 24 на ценную компоненту и не используемую как ценный продукт остаточную часть газовой среды происходит отвод разделенных частей газовой среды по следующим направлениям.

25 Не используемая как ценный продукт остаточная часть газовой среды при открытом выходном электромагнитном клапане или задвижке 25 и закрытом электромагнитном клапане или задвижке 64 или при открытом выходном электромагнитном клапане или задвижке 27 и закрытом электромагнитном клапане или задвижке 62 по трубе для отвода газовой среды 28 поступает в вентилятор высокого давления или компрессор
30 29, который предназначен для небольшого повышения давления до требуемых значений и для быстрой транспортировки отводимой газовой среды по трубе для отвода газовой среды 30, в вентилятор 31 и далее в теплообменный цикл охлаждения газовой среды.

Ценная компонента газовой среды при закрытом выходном электромагнитном клапане или задвижке 25 и открытом электромагнитном клапане или задвижке 64 или
35 при закрытом выходном электромагнитном клапане или задвижке 27 и открытом электромагнитном клапане или задвижке 62, через вакуумный насос 66 направляется в компрессор 67, в котором сжимается до давления, определяемого требованиями по ее хранению и использованию, и по трубе высокого давления 68 подается в емкость высокого давления для хранения газа 69, откуда далее она направляется пользователям
40 и потребителям.

В случае, если в силу технических причин при использовании ценной компоненты газовой среды не требуется ее сжатие до давлений в десятки атмосфер, а массовая доля ценной компоненты, извлекаемой из газовой среды, весьма значительна, то схема газоразделительной теплообменной установки на Фиг. 1 может быть дополнена
45 представленным на Фиг. 2 дополнительным теплообменным циклом охлаждения газовой среды и работать следующим образом. Ценная компонента газовой среды отводится при закрытом выходном электромагнитном клапане или задвижке 25 и открытом электромагнитном клапане или задвижке 64 или при закрытом выходном

электромагнитном клапане или задвижке 27 и открытом электромагнитном клапане или задвижке 62 через вакуумный насос 66 в дополнительный теплообменный цикл охлаждения газовой среды, в котором ценная компонента газовой среды нагревается и используется качестве теплоносителя. Из вакуумного насоса 66 ценная компонента газовой среды поступает через трубу 70 в вентилятор высокого давления или компрессор 72, с помощью которого давление ценной компоненты газовой среды повышается до давления, эквивалентного давлению газовой среды, поступающей по входной трубе для подвода газовой среды 89 в дополнительный теплообменный цикл охлаждения газовой среды. Из вентилятора высокого давления или компрессора 72 ценная компонента газовой среды последовательно направляется в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной четвертой ступени 73 по выходной трубе 74 с помощью вентилятора 76, в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной третьей ступени 77 по выходной трубе 78 с помощью вентилятора 80, в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной второй ступени 81 и по выходной трубе 82 с помощью вентилятора 84 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной первой ступени 85, из которого нагретая в результате прохождения всех теплообменных аппаратов ценная компонента газовой среды по выходной трубе 86 поступает в вентилятор высокого давления или компрессор 87, сжимается до требуемого технического давления и по трубе для отвода компоненты газовой среды 88 направляется потребителям. С другой стороны по входной трубе для подвода газовой среды 89 в вторичный, дополнительный теплообменный цикл охлаждения газовой среды подается охлаждаемая газовая среда. Газовая среда последовательно поступает в вентилятор высокого давления или компрессор 90, который определяет ее расход и входное давление, через трубу 92 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной первой ступени 85, далее с помощью вентилятора 93 через трубу 95 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной второй ступени 81, с помощью вентилятора 96 через трубу 98 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной третьей ступени 77, с помощью вентилятора 99 через трубу 101 в теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной четвертой ступени 73. Затем охлажденная газовая среда поступает в вентилятор высокого давления или компрессор 102 и выходной электромагнитный клапан или задвижку 103, в которых регулируется выходное давление газовой среды. Далее по трубе для подвода газовой среды 104 охлажденная газовая среда может подаваться в отводную трубу 19, изображенную на Фиг. 1, и из нее в компактную систему разделения газовых сред.

Функционирование дополнительного теплообменного цикла охлаждения газовой среды также включает в себя использование электромагнитных клапанов или задвижек 71, 75, 79, 83, 91, 94, 97, 100, которые при окончании периода подачи более нагретой газовой среды в первые отсеки и более холодной ценной компоненты газовой среды во вторые отсеки теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной 73, 77, 81, 85 одновременно закрываются и изолируют данные отсеки, обеспечивая в течение заданного небольшого промежутка времени сохранение давления в первом и втором отсеках за счет смещения в первоначальное положение гибкой непроницаемой мембраны и эффективную передачу тепла от более нагретой газовой среды к более холодной.

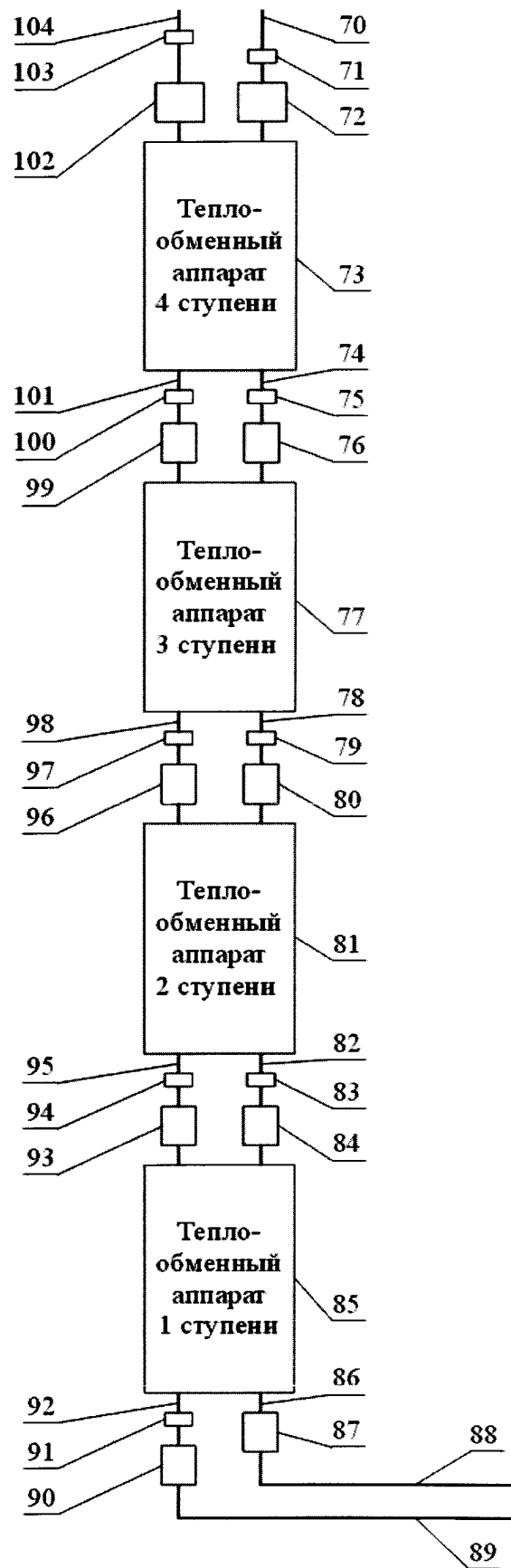
Формула изобретения

1. Газоразделительная теплообменная установка, содержащая теплообменный цикл охлаждения газовой среды, состоящий из одного теплообменного кожухотрубного

аппарата с гибкой мембраной или нескольких последовательно соединенных одноступенчатых теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной, систему внешнего охлаждения газовой среды, компактную систему разделения газовых сред, состоящую из аппарата для разделения газовых сред, соединенного с системой отвода одной из компонент газовой среды и блоком подготовки хладагента, где теплообменный кожухотрубный аппарат с гибкой мембраной содержит, внешний теплозащитный кожух, прямоугольный корпус, вмонтированное в корпус боковое отделение, боковые вертикальные панели, на каждой из которых закреплены вертикальные крепежные элементы, соединенные с корпусом, горизонтальные крепежные элементы, соединенные с корпусом, трубную решетку для закрепления труб, обеспечивающие подвод и отвод газовой среды входные трубы, выходные трубы, загнутые по направлению к боковым вертикальным панелям, и закрепленные на них изогнутые пластиковые или металлические трубы, пучок прямых труб круглого сечения, установленный внутри аппарата и закрепленный на вертикальной панели и трубной решетке, где каждая прямая труба круглого сечения соединена сваркой или резьбовым соединением с изогнутой пластиковой или металлической трубой, отличающаяся тем, что содержит гибкую непроницаемую мембрану, закрепленную на вертикальных крепежных элементах и горизонтальных крепежных элементах с образованием двух непроницаемых для газовой среды отсеков, первого отсека и второго отсека, где гибкая непроницаемая мембрана может отклоняться в направлении к корпусу при периодическом поступлении в аппарат газовой среды и при прохождении цикла теплообмена и изменении давления в отсеках аппарата, далее может постепенно смещаться назад, выравнивая давление между постепенно нагревающейся и расширяющейся газовой средой во втором отсеке и постепенно охлаждающейся газовой средой в первом отсеке.

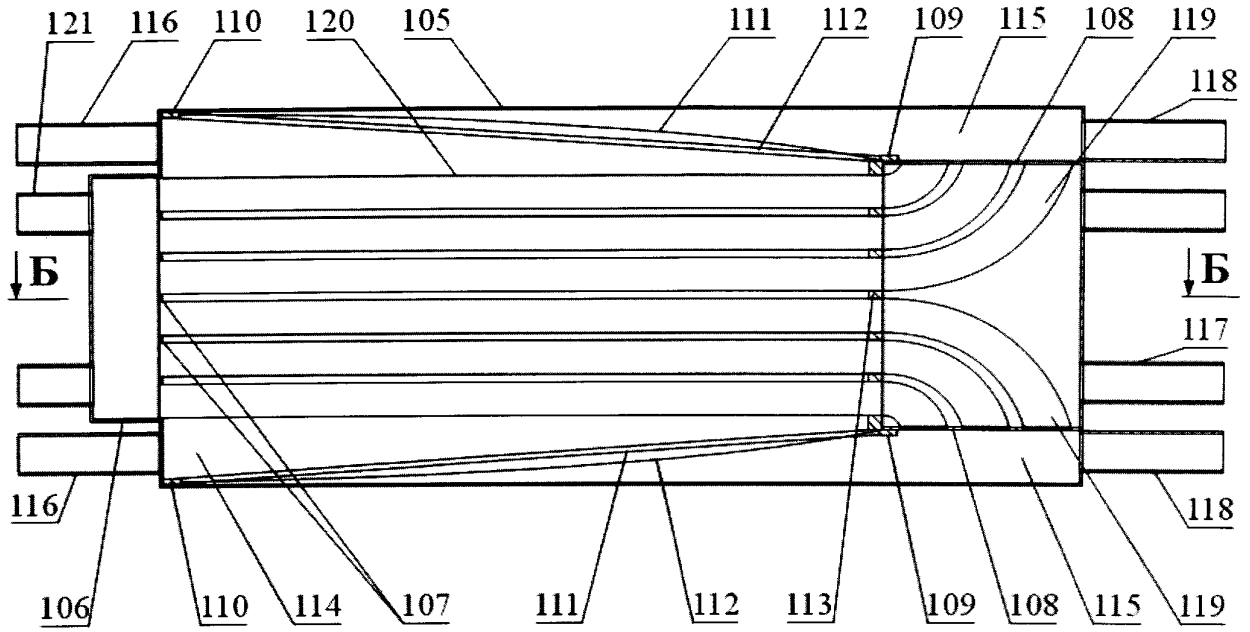
2. Газоразделительная теплообменная установка по п. 1, где конструкция аппарата для разделения газовых сред состоит из корпуса, установленной поверх корпуса теплоизоляции, изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, вертикальных плоских стенок, которые разделяют аппарат на изолированные отделения, армирующих вертикальных вставок, труб для подачи в отдельные изолированные отделения газовой среды, трубочек для подачи в изолированные отделения хладагента, труб для отвода из отдельных изолированных отделений компонентов газовой среды, трубочек для отвода из изолированных отделений хладагента, отличающаяся тем, что соседние вертикальные плоские стенки образуют изолированные отделения, внутри которых закреплены изогнутые или плоские, параллельные горизонтальной линии, боковые линейные направляющие и боковые армирующие вертикальные вставки, которые создают малые емкости для сбора под действием сил гравитации сконденсированной или десублимированной газовой среды и сформированные из изогнутых или плоских, параллельных горизонтальной линии, боковых линейных направляющих, вертикальных стенок аппарата и армирующих вертикальных вставок малые емкости для сбора жидкого хладагента.

3. Газоразделительная теплообменная установка по п. 1, отличающаяся тем, что включает дополнительный теплообменный цикл охлаждения газовой среды, состоящий из одного теплообменного кожухотрубного аппарата с гибкой мембраной или нескольких последовательно соединенных, одноступенчатых теплообменных кожухотрубных аппаратов с гибкой мембраной, предназначенный для охлаждения поступающей в цикл газовой среды за счет теплообмена с одной из ранее охлажденных компонент данной газовой среды.



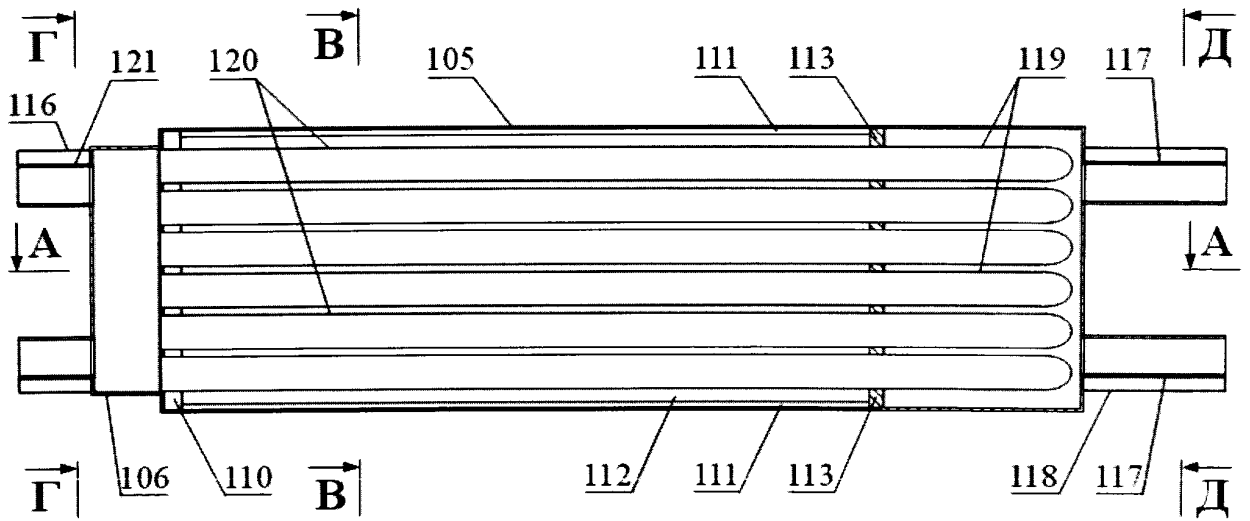
Фиг. 2

А-А



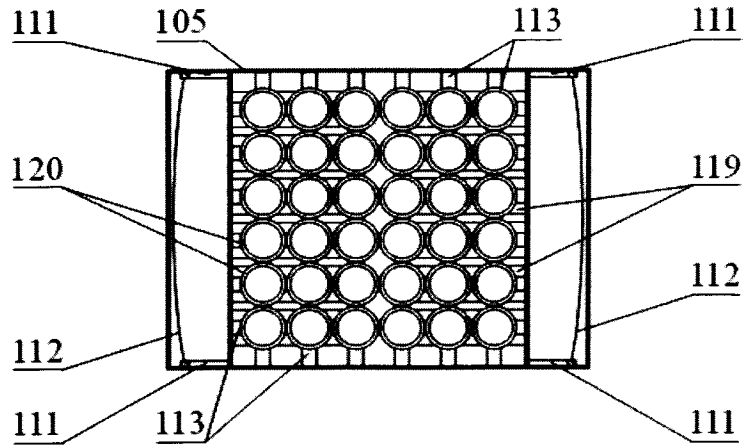
Фиг. 3

Б-Б



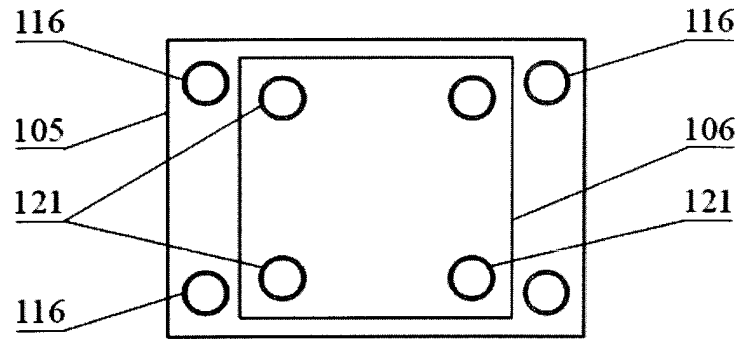
Фиг. 4

В-В



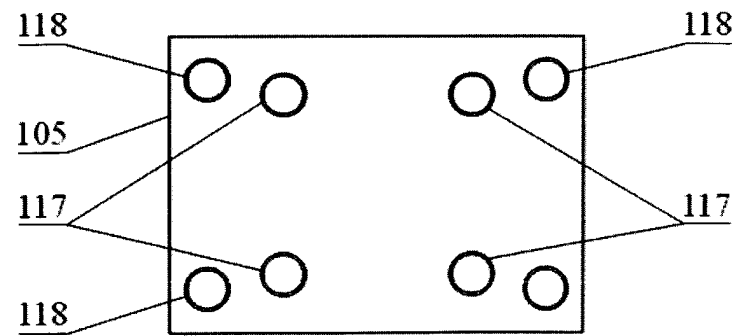
Фиг. 5

Г-Г

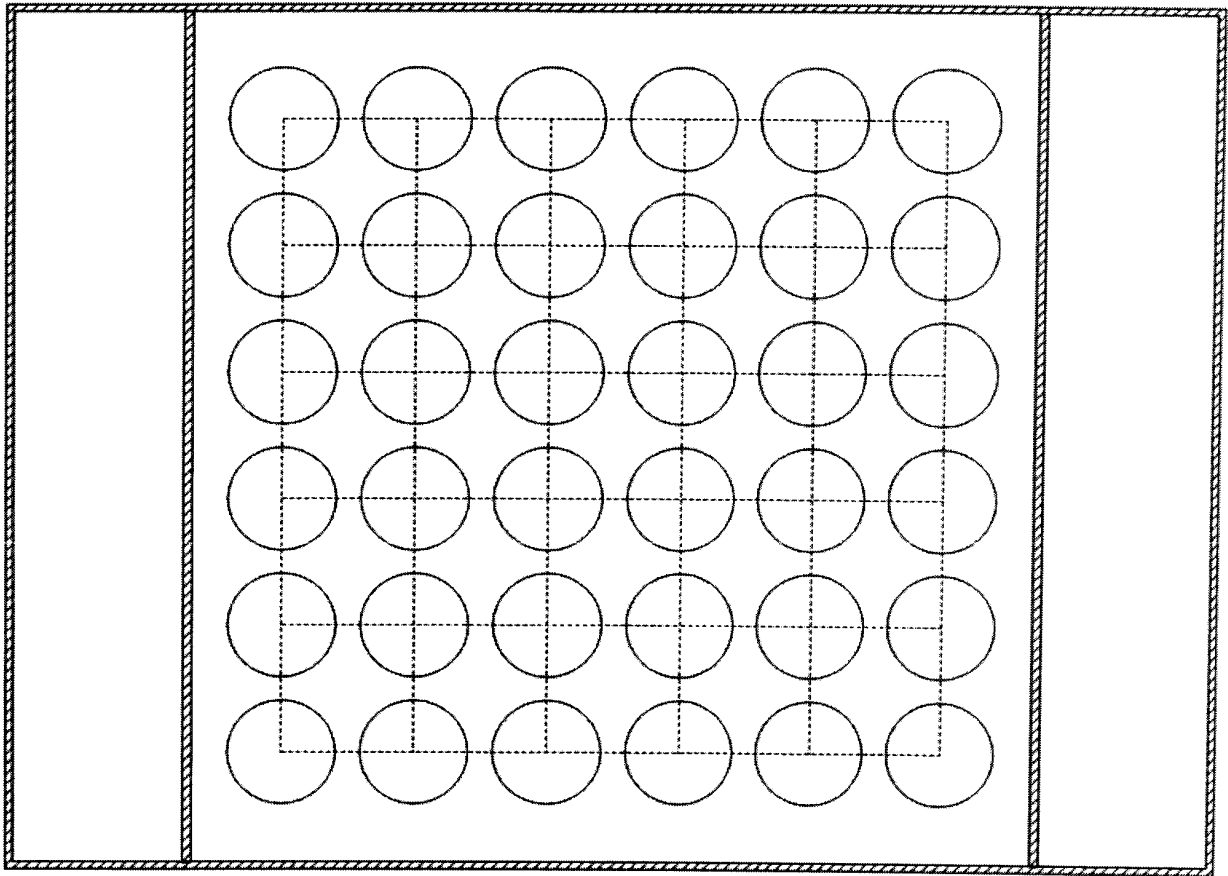


Фиг. 6

Д-Д

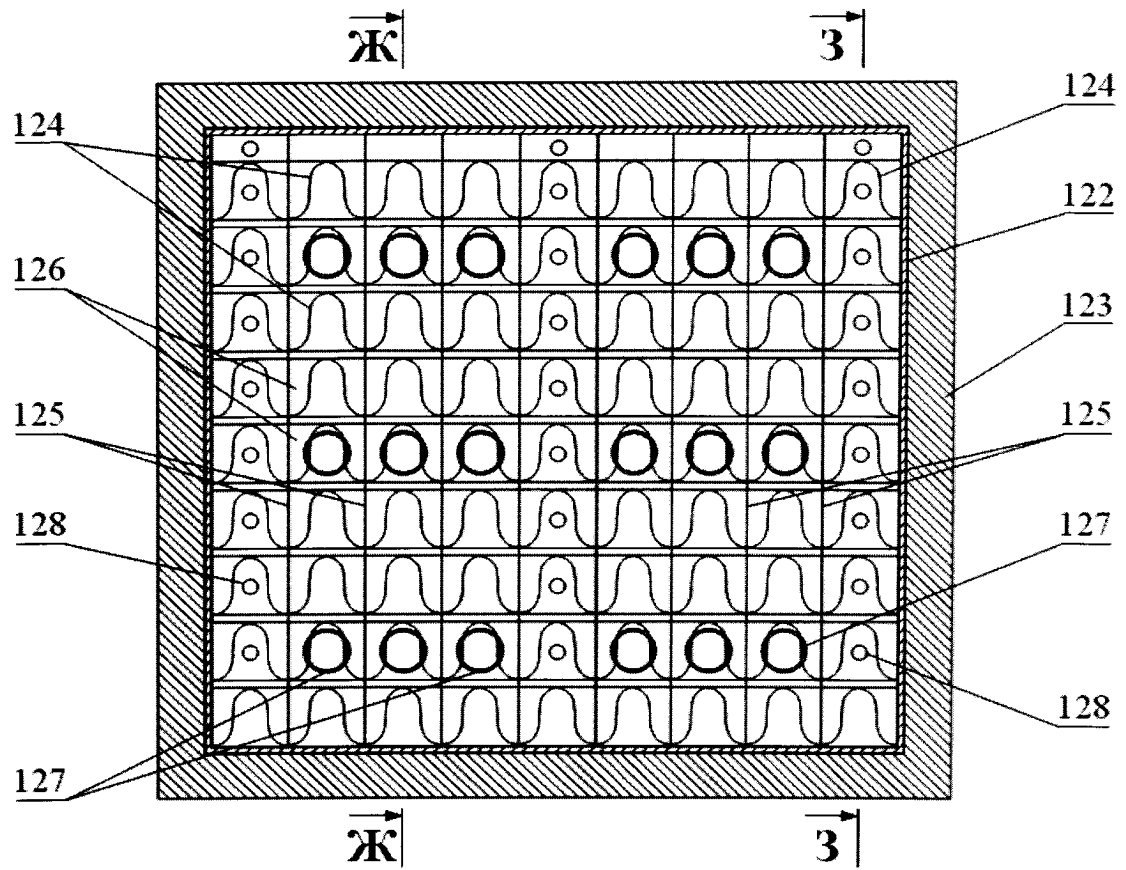


Фиг. 7



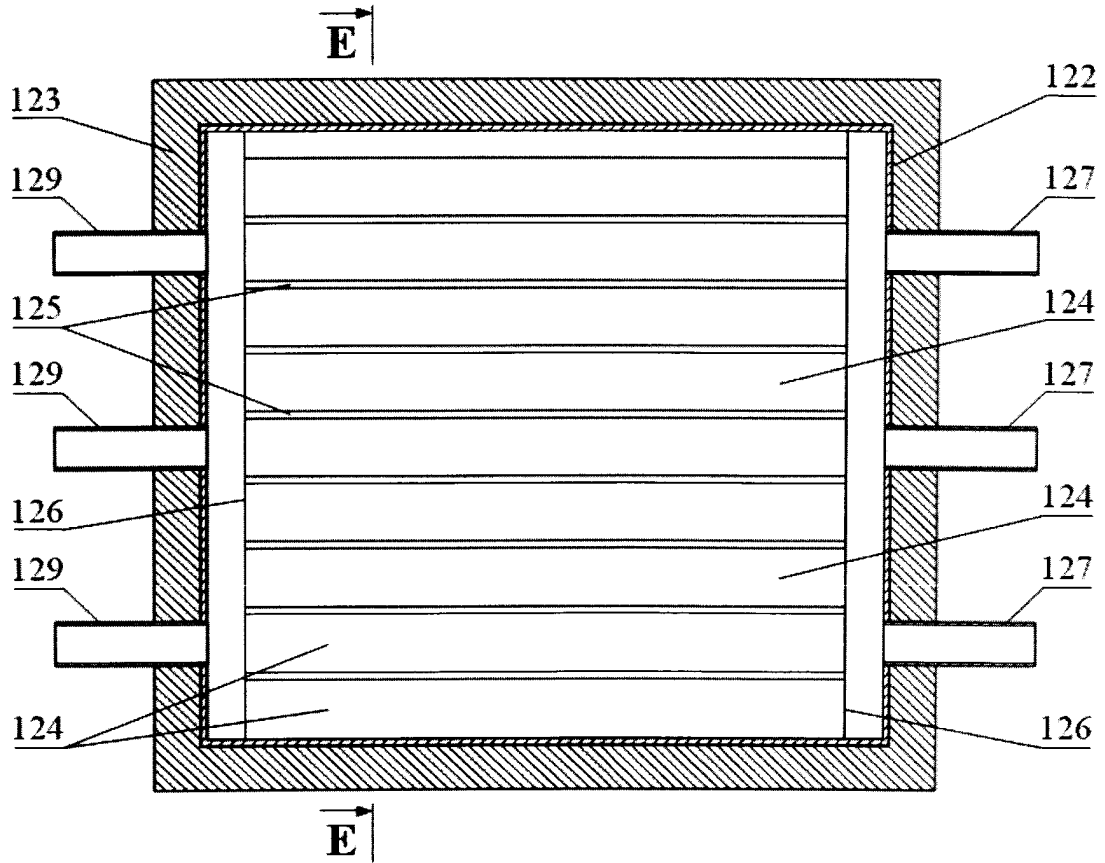
Фиг. 8

E-E



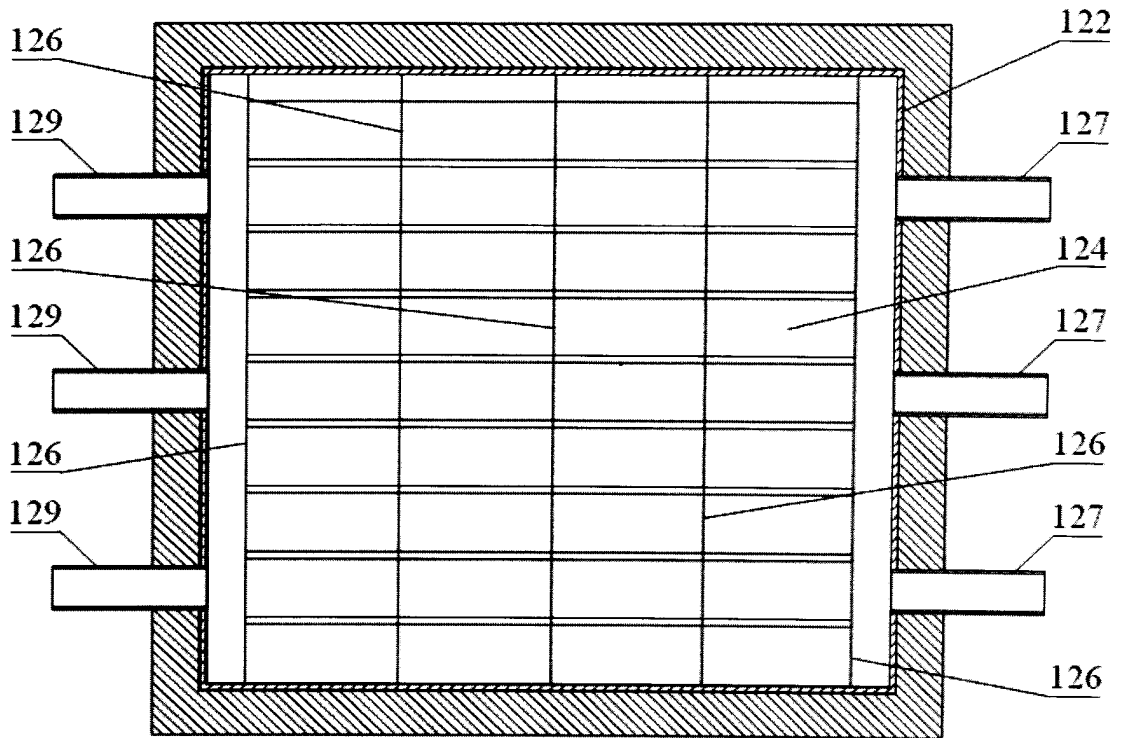
Фиг. 9

Ж-Ж



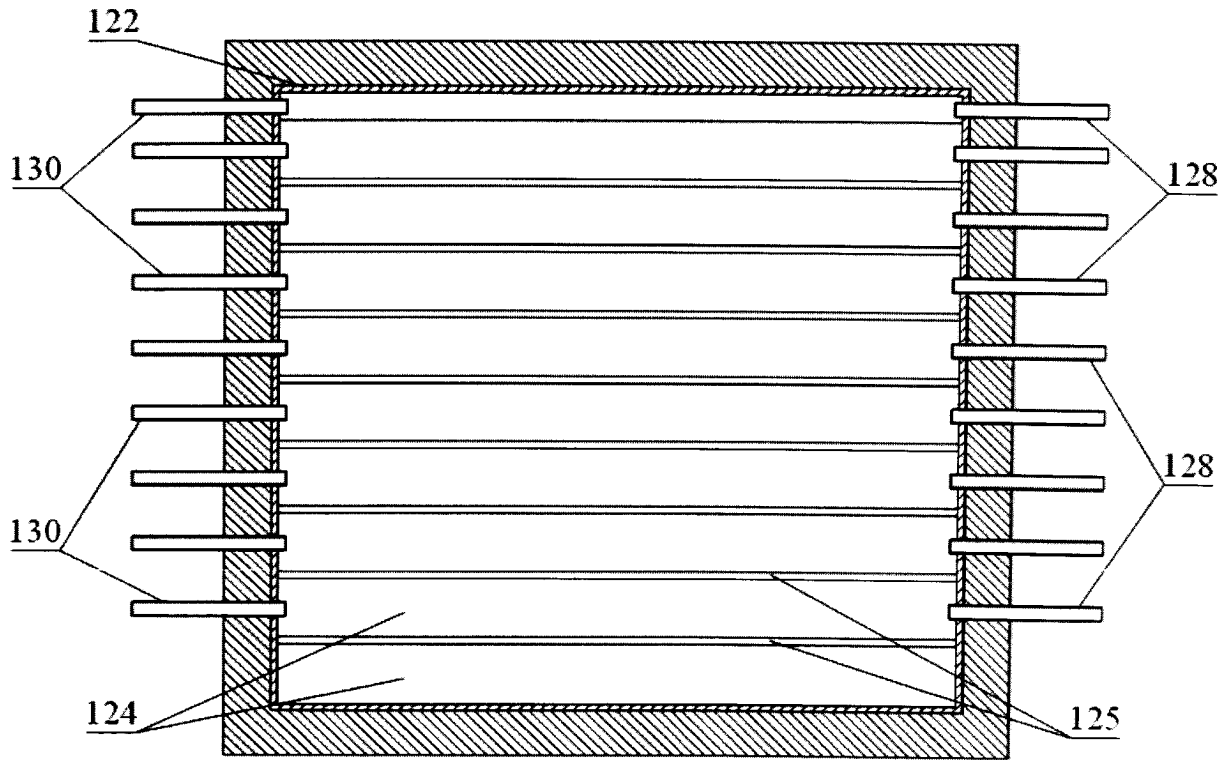
Фиг. 10

Ж-Ж



Фиг. 11

3-3



Фиг. 12