



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C01B 23/00 (2026.05)

(21)(22) Заявка: 2025135177, 10.12.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.12.2025

Дата регистрации:
21.07.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.12.2025

(45) Опубликовано: 21.07.2026 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

105005, Москва, вн.тер.г. Муниципальный
округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.
1, ФГАОУ ВО "МГТУ им. Н.Э.Баумана",
Амелина Ксения Евгеньевна

(72) Автор(ы):

Бондаренко Виталий Леонидович (RU),
Куприянов Максим Юрьевич (RU),
Сирота Константин Константинович (RU),
Мирошкин Артем Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный исследовательский
университет)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2789934 C1, 14.02.2023. RU
2241523 C2, 10.12.2004. US 20240228285 A9,
11.07.2024. RU 88782 U1, 20.11.2009. RU 2738512
C1, 14.12.2020. RU 2740992 C1, 22.01.2021. RU
89213 U1, 27.11.2009.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЧИСТОГО ГЕЛИЯ

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к области устройств и способов получения сверхчистого гелия, а именно к устройствам и способам получения сверхчистого гелия путем доочистки предварительно очищенного до высокой чистоты гелия, и может быть использовано в химической промышленности. Заявлено устройство для получения сверхчистого гелия, содержащее магистраль подачи гелия, предварительно очищенного до высокой чистоты, блок очистки гелия от влаги, рекуперативный теплообменник, адсорбционный блок с первым адсорбером при температуре жидкого неона и входом адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом рекуперативного теплообменника, продуктовую магистраль, при этом рекуперативный теплообменник является кожухотрубным рекуперативным теплообменником, в адсорбционный блок

добавлены четыре адсорбера при температуре жидкого неона, последовательно соединенных друг с другом и с первым адсорбером при температуре жидкого неона, в устройство для получения сверхчистого гелия введен неоновый криостат, при этом выход адсорбционного блока при температуре жидкого неона связан с одним из входов рекуперативного теплообменника, вход неоновой криостата является одним из входов рекуперативного теплообменника и связан с выходом блока очистки гелия от влаги, а выход неоновой криостата является одним из выходов рекуперативного теплообменника. Техническим результатом, на достижение которого направлено заявленное изобретение, является создание устройства для получения сверхчистого гелия с чистотой не менее 99,999999 % из предварительно очищенного до высокой чистоты гелия. 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C01B 23/00 (2026.05)

(21)(22) Application: **2025135177, 10.12.2025**

(24) Effective date for property rights:
10.12.2025

Registration date:
21.07.2026

Priority:

(22) Date of filing: **10.12.2025**

(45) Date of publication: **21.07.2026** Bull. № 21

Mail address:

**105005, Moskva, vn.ter.g. Munitsipalnyj okrug
Basmannyj, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
FGAOU VO "MG TU im. N.E.Baumana", Amelina
Kseniya Evgenevna**

(72) Inventor(s):

**Bondarenko Vitalii Leonidovich (RU),
Kupriianov Maksim Iurevich (RU),
Sirota Konstantin Konstantinovich (RU),
Miroshkin Artem Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Moskovskii gosudarstvennyi
tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)" (RU)**

(54) **DEVICE FOR PRODUCING ULTRA-PURE HELIUM**

(57) Abstract:

FIELD: helium production.

SUBSTANCE: present invention relates to the field of devices and methods for producing ultra-pure helium, namely to devices and methods for producing ultra-pure helium by further purification of helium previously purified to high purity, and can be used in the chemical industry. A device for producing ultra-pure helium is claimed, comprising a supply line for helium pre-purified to high purity, a helium moisture removal unit, a recuperative heat exchanger, an adsorption unit with a first adsorber at the temperature of liquid neon and an adsorption unit inlet at the temperature of liquid neon connected to the outlet of the recuperative heat exchanger, a product line, wherein the recuperative heat exchanger is a shell-and-tube recuperative heat exchanger, four adsorbers at the temperature of liquid

neon are added to the adsorption unit, connected in series with each other and with the first adsorber at the temperature of liquid neon, a neon cryostat is introduced into the device for producing ultra-pure helium, wherein the outlet of the adsorption unit at the temperature of liquid neon is connected to one of the inlets of the recuperative heat exchanger, the inlet of the neon cryostat is one of the inlets of the recuperative heat exchanger and is connected to the outlet of the helium moisture removal unit, and the outlet of the neon cryostat is one of outputs of the recuperative heat exchanger.

EFFECT: creating a device for producing ultra-pure helium with a purity of at least 99.999999% from helium previously purified to high purity.

1 cl, 1 dwg

Изобретение относится к области устройств и способов получения сверхчистого гелия, а именно к устройствам и способам получения сверхчистого гелия путем доочистки предварительно очищенного до высокой чистоты гелия, и может быть использовано, например, в химической промышленности.

5 Из изобретения по патенту RU 2578144 C1 МПК F25J1/00, C01B23/00, опубл. 20.03.2016, бюл. № 8 известен способ получения сверхчистого гелия, характеризующийся тем, что предварительно очищенный до чистоты 99,995 % – 99,999 % и охлажденный до температуры жидкого азота в блоке очистки гелий поступает в блок теплообменников, где разделяется на две части, меньшая из которых (дроссельный
10 поток) охлаждается обратным потоком, очищается от неона в неоновом адсорбере и дросселируется в сборник жидкого гелия, частично сжижаясь, после чего оставшаяся от дроссельного потока часть гелия или весь гелий после неонowego адсорбера с чистотой 99,9999 % – 99,99999 % по продуктовой линии направляется на нагреватель, далее в компрессор, где сжимается и закачивается в баллоны (поставляется таким
15 образом потребителю). Несмотря на то, что использование этого способа и реализующего его устройства позволяет получать сверхчистый гелий с чистотой 99,9999 % – 99,99999 % из гелия, предварительно очищенного до чистоты 99,995 % – 99,999 %, возможности этого способа (устройства) позволяют получить сверхчистый гелий только в очень малых количествах, т.к. большая часть предварительно очищенного до чистоты
20 99,995 % – 99,999 % гелия уходит в детандерный поток и не задействуется в процессе доочистки предварительно очищенного гелия.

Известно устройство, реализованное при использовании способа очистки потока гелийсодержащего газа до очень высокой чистоты, описанного в заявке на изобретение US 2024/0409409 A1 МПК C01B23/00, опубл. 12.12.2024 г., в целом содержащего этапы:
25 введения потока исходного газа в первый мембранный разделительный блок с образованием первого потока пермеата и первого потока ретентата; введения части первого потока пермеата в первую установку дегидрирования с образованием первого потока дегидрированного газа; введения первого потока дегидрированного газа во второй мембранный разделительный блок с получением второго потока пермеата и
30 второго потока ретентата; введения части второго потока пермеата во вторую установку дегидрирования с образованием второго потока дегидрированного газа и введения второго потока дегидрированного газа в установку адсорбции гелия при переменном давлении с получением потока, обедненного гелием и потока, обогащенного гелием. Также известно устройство, реализованное при использовании способа очистки потока
35 газа, состоящего из основного газа (под таковым подразумевается гелий или водород) и одного или нескольких примесных газов, описанного в заявке на изобретение US 2024/0228285 A9 МПК C01B23/00, B01D53/047, C01B3/50, C01B3/58 опубл. 11.07.2024 г., в целом содержащего этапы: объединения первого входящего потока со вторым входящим потоком, тем самым образуя объединенный входящий поток; введения
40 объединенного потока сырья в первое устройство адсорбции с переменным давлением с получением первого потока газа высокой чистоты и первого потока отбросного газа, и введения первого потока отбросного газа в мембранное разделительное устройство, в результате чего получается газовый поток, обедненный чистым газом и потоком пермеата. Несмотря на то, что по мнению авторов, использование этих устройств
45 (способов) позволяет достичь очень высокой степени очистки гелия, это становится возможно лишь при включении большого количества дополнительных элементов (дополнительных адсорбирующих блоков и установок каталитического окисления) в технологическую цепочку получения сверхчистого гелия, что существенно снижает

коридор значений параметров технологического процесса, в рамках которых управление и регулирование процессов технологического процесса остается стабильно устойчивым и позволяет получить гарантированный выход очень чистого гелия, хотя и в крайне малых количествах.

Из изобретения по патенту RU 2241523 C2 МПК В01D53/02, С01В23/00, опубл. 10.12.2004, бюл. № 34 известен способ низкотемпературной очистки гелия, включающий адсорбцию примесей O_2 , N_2 на при температуре в диапазоне от 78 до 80 К в двух переключающихся адсорберах, высокотемпературную регенерацию в виде нагрева до температуры из диапазона от 373 К до 393 К, вакуумирование и охлаждение до рабочей температуры адсорбции, характеризующийся тем, что в адсорберы засыпают разное количество сорбента, при этом во вспомогательном адсорбере с меньшим количеством сорбента режим адсорбции проводят с продолжительностью, равной максимальному времени режима регенерации в рабочем адсорбере, после чего в нем осуществляют высокотемпературную регенерацию, в рабочем адсорбере с большим количеством сорбента осуществляют и высокотемпературную, и низкотемпературную регенерации, при этом после высокотемпературной регенерации выполняют, например, два цикла адсорбционной очистки и низкотемпературной регенерации, при этом низкотемпературную регенерацию проводят в три этапа: на первом этапе адсорбер нагревают от 30 до 40 К выше рабочей температуры абсорбции циркулирующей гелия через адсорбер, которую проводят при том же давлении, что и адсорбцию примесей, за счет эжектирования гелия с более высоким давлением и температурой от 270 до 300 К, а из регенерируемого адсорбера отводят «грязный поток», равный потоку, подаваемому на эжектирование, во вспомогательный адсорбер, работающий в режиме очистки; на втором этапе гелий сбрасывают из адсорбера в атмосферу; на третьем этапе ведут нагрев адсорбера на температуру от плюс 5 °С до плюс 10 °С с прокачкой через него чистого теплого гелия за счет эжектирования части гелия, направляемого на очистку, а в процессе нагрева вакуумируют полость адсорбера путем периодического отключения чистого потока гелия, прокачиваемого через адсорбер. Использование данного способа и системы, его реализующей на практике позволяет получить небольшое количество гелия высокой чистоты, однако этот способ требует осуществления постоянного контроля процесса адсорбции и расхода сорбента, а также оперативного устранения недостатков, свойственных схемам управления постоянным переключением адсорберов, как правило обладающим низкой надежностью.

Из материалов группы изобретений по патенту CN 118458713 В МПК С01В23/00, опубл. 15.10.2024, известны способ очистки и извлечения особо чистого гелия на основе приоритета в выполнении определенных действий и реализующая его система. К достоинствам предложенного способа (системы) авторы изобретения относят повышение эффективности очистки и извлечения чистого гелия за счет автоматизации процесса, при этом различные требования могут быть адаптированы посредством предварительно установленных пороговых значений параметров и правил с возможностью настройки и оптимизации параметров в режиме реального времени. Несмотря на заявленную авторами универсальность этой схемы, ее реальные возможности не могут выходить за пределы возможностей, заложенных в алгоритмическом обеспечении расчетно-аналитических модулей программного обеспечения системы, основанном, по существу, только на использовании выборочной статистической обработки данных в соответствии с заданными критериями и использовании хорошо известных специалистам в данной области сведений, и не предусматривающем, например, элементы прогнозирования качественных и количественных показателей динамики изменения выхода гелия при

изменении эффективности выхода гелия как результата одновременного изменения требований по эффективности, настроек программного обеспечения и оборудования, состава реального газа и оперативной выдачи рекомендаций для конкретного технологического процесса в режиме реального времени.

- 5 Из изобретения по патенту CN 115571862 В МПК C01B23/00, опубл. 29.09.2023 известна система очистки гелия при низкой температуре, содержащая устройство подачи исходного газа, теплообменник предварительного охлаждения, модуль очистки, соединенные последовательно регенеративный теплообменник первой ступени, регенеративный теплообменник второй ступени, регенеративный теплообменник третьей ступени, регенеративный теплообменник четвертой ступени, компрессор и устройство регулировки заполнения. В изобретении также описан способ очистки гелия при низкой температуре, содержащий этапы: вакуумирования и продувки системы; введения исходного гелия в систему; охлаждения гелия с использованием четырехступенчатого теплообменника в модуле очистки, при этом первую ступень охлаждают до 200 К, 15 вторую ступени охлаждают до 77 К; третью ступень охлаждают до 20 К; четвертую ступень охлаждают до 6 К; адсорбции примесей с использованием адсорбента, заполненного гелием; повышения давления, сжатия и фильтрации для получения гелия с повышенной чистотой. Несмотря на то, что эти способ и система позволяют получать гелий повышенной чистоты, они характеризуется сложностью и низкой 20 холодопроизводительностью холодильного агрегата, используемого для охлаждения четырех ступеней теплообменника в модуле очистки.

- Наиболее близким по технической сущности является устройство для получения сверхчистого гелия, используемое в составе системы, реализующий способ получения сверхчистого гелия, описанный в изобретении по патенту RU 2789934 C1 МПК F25J1/ 25 00, C01B23/00, опубл. 14.02.2023, бюл. № 5, и содержащее магистраль подачи гелия, предварительно очищенного до высокой чистоты, блок очистки гелия от влаги, рекуперативный теплообменник, адсорбционный блок с первым адсорбером при температуре жидкого неона и входом адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом рекуперативного теплообменника, продуктовую 30 магистраль. Несмотря на то, что использование этого устройства позволяет получить сверхчистый гелий с чистотой 99.9999 % – 99.99999 % из гелия, предварительно очищенного до чистоты 99,995 % – 99,999 %, возможности этого устройства не позволяют получить гелий с чистотой не менее 99,999999 %.

- Техническим результатом, на достижение которого направлено заявленное 35 изобретение, является создание устройства для получения сверхчистого гелия с чистотой не менее 99,999999 % из предварительно очищенного до высокой чистоты гелия. Технический результат достигается за счет того, что в устройстве для получения сверхчистого гелия, содержащем магистраль подачи гелия, предварительно очищенного до высокой чистоты, блок очистки гелия от влаги, рекуперативный теплообменник, 40 адсорбционный блок с первым адсорбером при температуре жидкого неона и входом адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом рекуперативного теплообменника, продуктовую магистраль, рекуперативный теплообменник является кожухотрубным рекуперативным теплообменником, магистраль подачи гелия связана с входом блока очистки гелия от влаги, в 45 адсорбционный блок добавлены четыре адсорбера при температуре жидкого неона, последовательно соединенных друг с другом и с первым адсорбером при температуре жидкого неона, в устройство для получения сверхчистого гелия введен неоновый криостат, в состав которого включены рекуперативный теплообменник и

адсорбционный блок с адсорберами при температуре жидкого неона, и введены фильтр грубой очистки со входом фильтра грубой очистки, связанным с выходом неонowego криостата и фильтр тонкой очистки с входом фильтра тонкой очистки, связанным с выходом фильтра грубой очистки и с выходом фильтра тонкой очистки, связанным с продуктовой магистралью, при этом выход адсорбционного блока при температуре жидкого неона связан с одним из входов рекуперативного теплообменника, вход неонowego криостата является одним из входов рекуперативного теплообменника и связан с выходом блока очистки гелия от влаги, а выход неонowego криостата является одним из выходов рекуперативного теплообменника.

Изобретение поясняется чертежом.

Фиг. 1 – Изображение структурной схемы устройства для получения сверхчистого гелия.

Введены следующие обозначения.

1 – источник предварительно очищенного до высокой чистоты гелия (источник гелия);

2 – магистраль подачи гелия, предварительно очищенного до высокой чистоты (магистраль подачи гелия);

3 – блок очистки гелия от влаги;

4 – неоновый криостат;

5 – кожухотрубный рекуперативный теплообменник;

6 – адсорбционный блок;

7 – первый адсорбер адсорбционного блока;

8 – второй адсорбер адсорбционного блока;

9 – третий адсорбер адсорбционного блока;

10 – четвертый адсорбер адсорбционного блока;

11 – пятый адсорбер адсорбционного блока;

12 – криогенный рефрижератор;

13 – гелиевый компрессор;

14 – холодильная машина;

15 – фильтр грубой очистки;

16 – фильтр тонкой очистки;

17 – продуктовая магистраль;

18 – источник неона.

В общем случае устройство для получения сверхчистого гелия, показано на фиг. 1 (изображена структурная схема устройства).

В процессе работы устройства в источнике гелия 1 исходный поток гелия, являющийся смесью различных изотопов гелия и примесей, при помощи какого-либо известного способа подвергают предварительной очистке до достижения заданной чистоты (в наиболее предпочтительном варианте с объемной долей гелия не менее 99,999 %), в результате чего исходный гелий становится предварительно очищенным до высокой чистоты гелием, пригодным для дальнейшей доочистки (переработки) и поток предварительно очищенного до высокой чистоты гелия по магистрали подачи гелия 2 с заданным расходом предварительно очищенного до высокой чистоты гелия (не превышающим $10 \text{ м}^3/\text{ч}$) с выхода источника гелия 1 поступает на вход блока очистки гелия от влаги 3. Блок очистки гелия от влаги 3 состоит из одного или нескольких адсорбирующих элементов, в блоке очистки гелия от влаги 3 в процессе работы при высоких криогенных температурах и выше (например, в диапазоне 270 К – 275 К) осуществляется сорбция конденсата (влаги) и содержащихся в нем нерастворимых

примесей (масляные примеси, жиры, нефтепродукты и т.п.) из потока предварительно очищенного до высокой чистоты гелия, поступившего в блок очистки гелия от влаги 3, после чего очищенный от конденсата (влаги) и нерастворимых примесей поток гелия с выхода блока очистки гелия от влаги 3 попадает на один из входов неоновой криостата 4 по магистрали подачи блок очистки гелия 2 – неоновый криостат 4. Конструкция источника гелия 1 и требования к ней по достижению заданной чистоты очистки исходного потока гелия определяются исходя из требований проектировщиков по обеспечению заданной глубины переработки (заданной производительности) в устройстве в целом и в неоновом криостате 4 в частности. Конструкция источника гелия 1, магистрали подачи гелия 2 и блока очистки гелия от влаги 3 может быть как специально спроектирована под решение конкретной задачи исходя из степени и особенностей загрязнения исходного потока гелия, так и модернизирована на основе известных применяемых в промышленности технических решений.

Основной процесс очистки от примесей поступившего по магистрали подачи блок очистки гелия 2 – неоновый криостат 4 потока гелия (повышение глубины очистки предварительно очищенного до высокой чистоты гелия в источнике гелия 1), происходит в неоновом криостате 4, заполненном жидким неоном. Неоновый криостат 4 содержит кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5 и адсорбционный блок 6, при этом один из входов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5 является входом (одним из входов) неоновой криостата 4, связанным по магистрали подачи блок очистки гелия 2 – неоновый криостат 4 с блоком очистки гелия 2, а один из выходов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5 является выходом (одним из выходов) неоновой криостата 4, связанным по магистрали подачи неоновый криостат 4 – фильтр грубой очистки 15 с входом фильтра грубой очистки 15. Также неоновый криостат 4 содержит адсорбционный блок 6 с входом адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с одним из выходов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5 по магистрали подачи кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5 – адсорбционный блок 6 и с выходом адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с одним из входов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5 по магистрали подачи адсорбционный блок 6 – кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5.

Адсорбционный блок 6 состоит из первого адсорбера адсорбционного блока 7 при температуре жидкого неона с входом первого адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона, являющимся входом адсорбционного блока 6 при температуре жидкого неона, второго адсорбера адсорбционного блока 7 при температуре жидкого неона с входом второго адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом первого адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона магистралью подачи первый адсорбер адсорбционного блока 7 – второй адсорбер адсорбционного блока 8, третьего адсорбера адсорбционного блока 9 при температуре жидкого неона с входом третьего адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом второго адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона магистралью подачи второй адсорбер адсорбционного блока 8 – третий адсорбер адсорбционного блока 9, четвертого адсорбера адсорбционного блока 10 при температуре жидкого неона с входом четвертого адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом третьего адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона магистралью подачи третий адсорбер адсорбционного блока 9 – четвертый адсорбер адсорбционного блока 10, пятого адсорбера адсорбционного блока

11 при температуре жидкого неона с входом пятого адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом четвертого адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона магистралью подачи четвертый адсорбер адсорбционного блока 10 – пятый адсорбер адсорбционного блока 11, выход пятого адсорбера адсорбционного блока при температуре жидкого неона, является выходом адсорбционного блока 6 при температуре жидкого неона.

После прихода потока гелия с выхода блока очистки гелия от влаги 3 на один из входов неонowego криостата 4 (он же один из входов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5) он попадает в межтрубное пространство рекуперативного кожухотрубного теплообменного аппарата 5 с витыми трубками, где происходит охлаждение потока гелия до температуры порядка 40К. После этого охлажденный до температуры порядка 40 К поток гелия по магистрали подачи кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5 – адсорбционный блок 6, являющейся внутренней магистралью неонowego криостата 4, поступает в адсорбционный блок 6 при температуре жидкого неона на вход адсорбционного блока 6 при температуре жидкого неона (он же вход первого адсорбера адсорбционного блока 7 при температуре жидкого неона), после чего попадает в первый адсорбер адсорбционного блока 7 при температуре жидкого неона, где за счет теплообмена с жидким неоном во внутренней полости неонowego криостата 4 происходит доохлаждение потока гелия до температуры порядка 27 К, соответствующей температуре жидкого агрегатного состояния неона (температуре кипения неона) и являющейся рабочей температурой адсорбции. Далее поток доохлажденного гелия последовательно проходит из первого адсорбера адсорбционного блока 7 при температуре жидкого неона по магистрали подачи первый адсорбер адсорбционного блока 7 – второй адсорбер адсорбционного блока 8 во второй адсорбер адсорбционного блока 8 при температуре жидкого неона, из второго адсорбера адсорбционного блока 8 при температуре жидкого неона по магистрали подачи второй адсорбер адсорбционного блока 8 – третий адсорбер адсорбционного блока 9 в третий адсорбер адсорбционного блока 9 при температуре жидкого неона, из третьего адсорбера адсорбционного блока 9 при температуре жидкого неона по магистрали подачи третий адсорбер адсорбционного блока 9 – четвертый адсорбер адсорбционного блока 10 в четвертый адсорбер адсорбционного блока 10 при температуре жидкого неона, из четвертого адсорбера адсорбционного блока 10 по магистрали подачи четвертый адсорбер адсорбционного блока 10 – пятый адсорбер адсорбционного блока 11 в пятый адсорбер адсорбционного блока 11 при температуре жидкого неона. Во всех адсорберах 8-11 адсорбционного блока 6 за счет теплообмена с жидким неоном во внутренней полости неонowego криостата 4 происходит поддержание температуры потока гелия порядка 27 К, соответствующей температуре жидкого агрегатного состояния неона (температуре кипения неона) и являющейся рабочей температурой адсорбции всех адсорберов адсорбционного блока 8-11. В адсорберах 7-11 адсорбционного блока 6 осуществляется очистка от примесей CH_4 ; CO ; CO_2 ; H_2 ; N_2 ; O_2 , после чего поток очищенного от примесей гелия из пятого адсорбера адсорбционного блока 11 при температуре жидкого неона по магистрали подачи адсорбционный блок 6 – кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5, являющейся внутренней магистралью неонowego криостата 4, поступает через один из входов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5 в кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5, где происходит разделение потока очищенного от примесей гелия на обогащенный гелием поток очищенного от примесей гелия кожухотрубного рекуперативного теплообменника и обедненный гелием поток очищенного от примесей

гелия кожухотрубного рекуперативного теплообменника. Обедненный гелием поток очищенного от примесей гелия кожухотрубного рекуперативного теплообменника попадает в межтрубное пространство рекуперативного кожухотрубного теплообменного аппарата 5 с витыми трубками, где смешивается с потоком гелия с выхода блока очистки гелия от влаги 3 и по магистрали подачи кожухотрубный рекуперативный теплообменник 5 – адсорбционный блок 6 поступает в адсорбционный блок 6 для очистки от примесей, а обогащенный гелием поток очищенного от примесей гелия кожухотрубного рекуперативного теплообменника с одного из выходов кожухотрубного рекуперативного теплообменника 5, являющимся выходом (одним из выходов) неоновом криостата 4 по магистрали подачи неоновый криостат 4 – фильтр грубой очистки 15 поступает на вход фильтра грубой очистки 15. В процессе работы поддержание постоянной температуры и уровня жидкого неона в неоновом криостате 4 осуществляется с помощью криогенного рефрижератора 12, работающего по замкнутому циклу Гиффорда-Макмагона, при этом работу криогенного рефрижератора 12 обеспечивает гелиевый компрессор 13, охлаждение гелиевого компрессора 13 обеспечивается холодильной машиной 14, подача неона в криостат осуществляется из источника неона 18 (сосуды или баллоны под давлением), а поддержание рабочего давления в криостате осуществляется с помощью нагревателя мощностью 100 Вт (на фиг. 1 не показан).

Обогащенный гелием поток очищенного от примесей гелия кожухотрубного рекуперативного теплообменника с входа фильтра грубой очистки 15 попадает в фильтр грубой очистки 15, после чего с выхода фильтра грубой очистки 15 по магистрали подачи фильтр грубой очистки 15- фильтр тонкой очистки 16 попадает на вход фильтра тонкой очистки 16 и далее в фильтр тонкой очистки 16. В фильтре грубой очистки 15 и в фильтре тонкой очистки 16 происходит улавливание механических частиц в потоке гелия, после чего с выхода фильтра токой очистки 16 поток окончательно очищенного от механических и немеханических примесей гелия с чистотой не менее 99,999999 %, температурой не более 288 К и давлением не менее 0,8 МПа поступает на продуктовую магистраль 17 и далее к потребителям и/или в блок хранения продукта (при наличии такового, на фиг. 1 не показан). Конструкция адсорбционного блока 6 в целом и адсорберов 7-11, фильтров 15 и 16, конструкция неоновом криостата 4 и конструкция устройства в целом проектируются исходя из требований проектировщиков по обеспечению заданной глубины переработки (заданной производительности) в устройстве в целом и в адсорбционном блоке 6 и фильтрах 15, 16 в частности с учетом особенностей работы и ограничений по производительности, массогабаритным и другим характеристикам (например, по металлоемкости или потерям от теплопритоков из окружающей среды).

(57) Формула изобретения

Устройство для получения сверхчистого гелия, содержащее магистраль подачи гелия, предварительно очищенного до высокой чистоты, блок очистки гелия от влаги, рекуперативный теплообменник, адсорбционный блок с первым адсорбером при температуре жидкого неона и входом адсорбционного блока при температуре жидкого неона, связанным с выходом рекуперативного теплообменника, продуктовую магистраль, отличающееся тем, что рекуперативный теплообменник является кожухотрубным рекуперативным теплообменником, магистраль подачи гелия связана с входом блока очистки гелия от влаги, в адсорбционный блок добавлены четыре адсорбера при температуре жидкого неона, последовательно соединенных друг с другом

и с первым адсорбером при температуре жидкого неона, в устройство для получения сверхчистого гелия введен неоновый криостат, в состав которого включены рекуперативный теплообменник и адсорбционный блок с адсорберами при температуре жидкого неона, и введены фильтр грубой очистки со входом фильтра грубой очистки, связанном с выходом неоновых криостата и фильтр тонкой очистки с входом фильтра тонкой очистки, связанным с выходом фильтра грубой очистки и с выходом фильтра тонкой очистки, связанным с продуктовой магистралью, при этом выход адсорбционного блока при температуре жидкого неона связан с одним из входов рекуперативного теплообменника, вход неоновых криостата является одним из входов рекуперативного теплообменника и связан с выходом блока очистки гелия от влаги, а выход неоновых криостата является одним из выходов рекуперативного теплообменника.

15

20

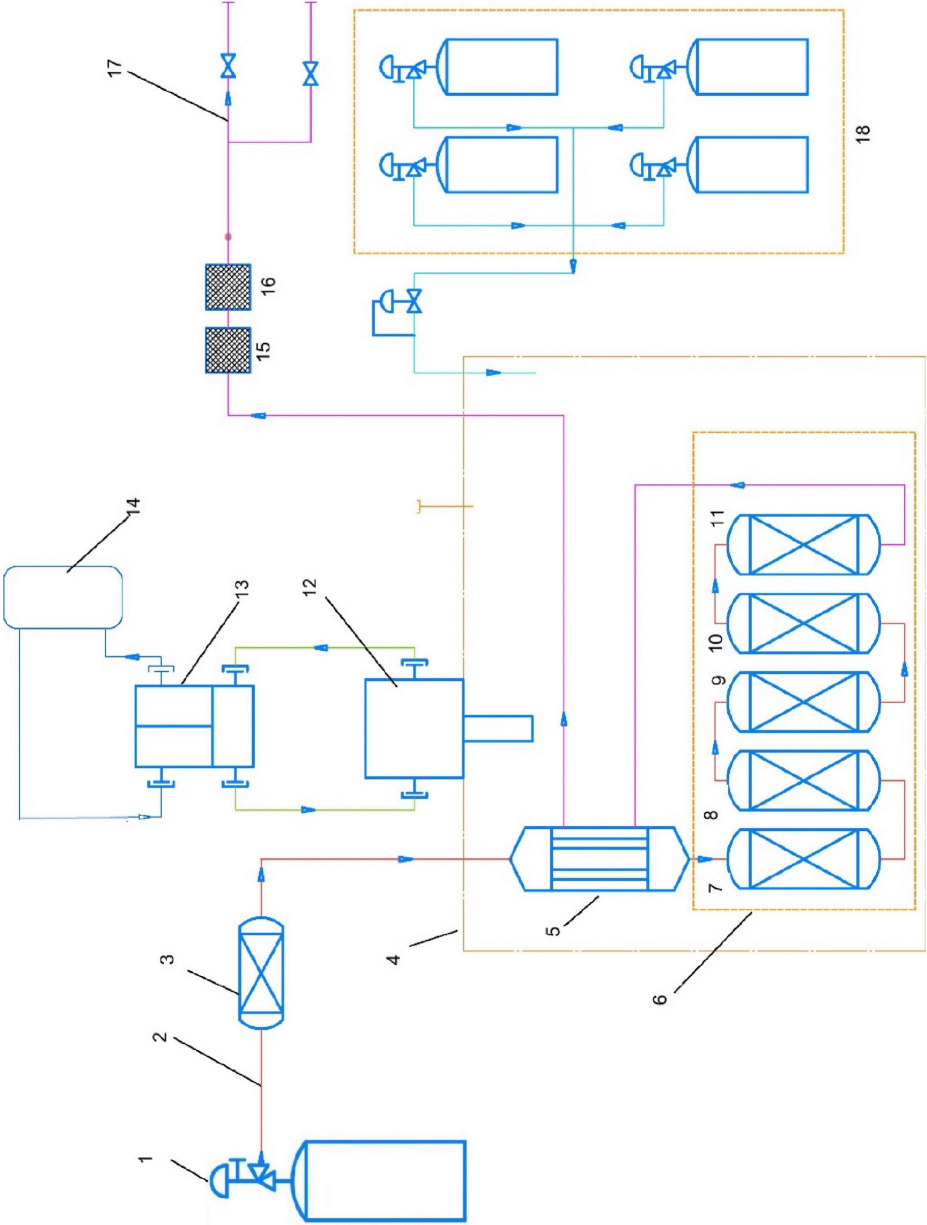
25

30

35

40

45



Фиг. 1