



(51) МПК  
*F01D 17/14* (2006.01)  
*F02C 7/057* (2006.01)  
*F01D 25/08* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F01D 17/14 (2019.08); F02C 7/057 (2019.08); F01D 25/08 (2019.08)*

(21)(22) Заявка: 2018146997, 27.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 27.12.2018

Дата регистрации:  
 26.12.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.12.2018

(45) Опубликовано: 26.12.2019 Бюл. № 36

Адрес для переписки:  
 125993, Москва, Волоколамское ш., 4, МАИ,  
 патентный отдел

(72) Автор(ы):

Зинчук Александр Александрович (RU),  
 Еремин Андрей Георгиевич (RU),  
 Захаров Сергей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Московский авиационный  
 институт (национальный исследовательский  
 университет)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2271460 C2, 10.03.2006. SU 563040  
 A1, 15.01.1994. CN 200955408 Y, 03.10.2007. US  
 5649425 A1, 22.07.1997. WO 2014144290 A1,  
 18.09.2014.

(54) Универсальная турбодетандерная генераторная установка

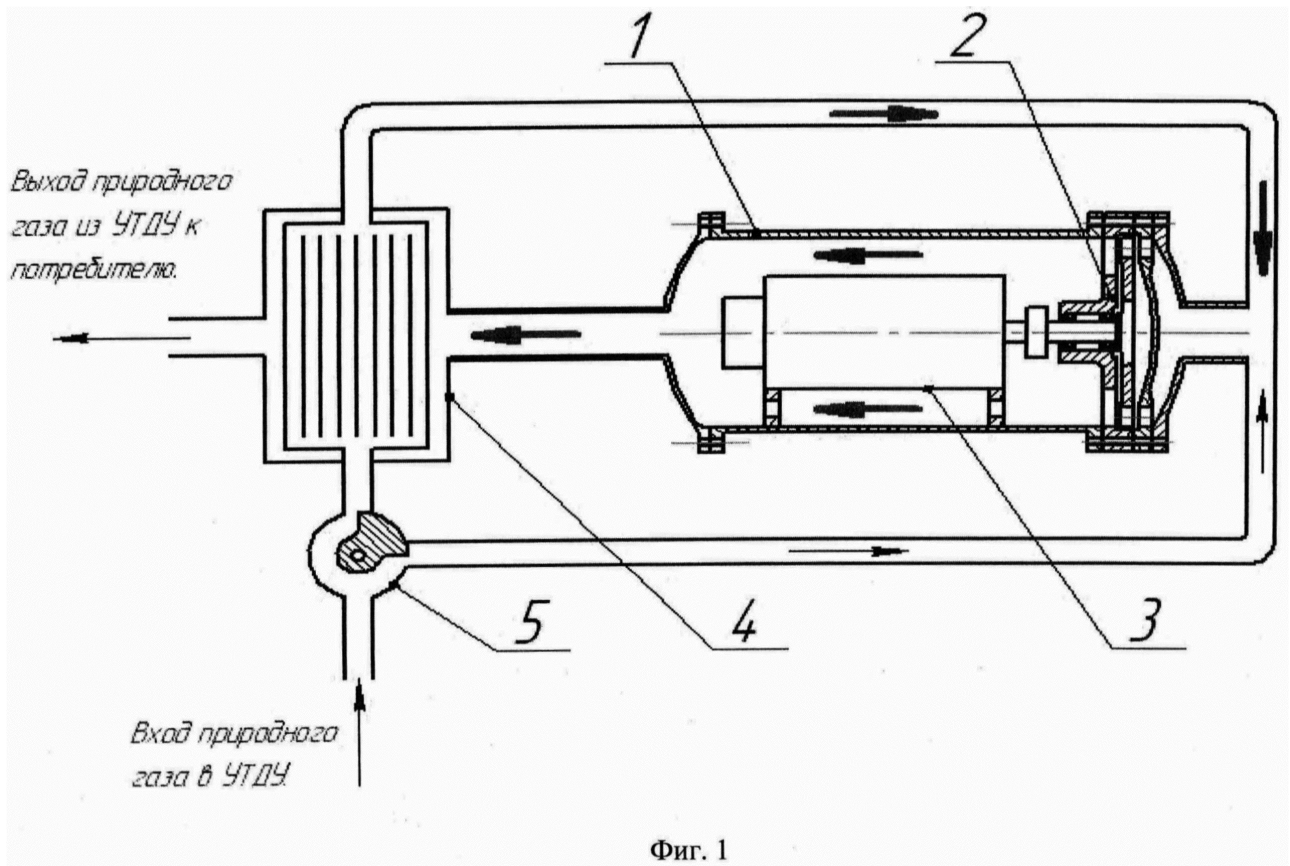
(57) Реферат:

Изобретение относится к турбодетандерным генераторным установкам в качестве источника электроснабжения малых поселений. Генератор соединен валом с турбиной, снабжен сопловым аппаратом и нагревателем газа. В единой капсуле размещены последовательно от входной газовой полости капсулы сопловой аппарат, турбина и генератор, соединенный с турбиной компенсирующей муфтой. Сопловой аппарат представляет собой диск, отделяющий входную газовую полость от турбины, и в диске по окружности размещены отверстия, в которые установлены съемные вставки, часть из них представляет собой набор лопаток соплового аппарата, а другая выполнена сплошной без каналов для прохода газа. Нагреватель газа

выполнен в виде теплообменника, который «горячей» полостью соединен с одной стороны с выходным патрубком капсулы турбодетандера, а с другой с отводящим газопроводом, при этом «холодный» контур теплообменника выходным патрубком соединен с входным патрубком капсулы турбодетандера, а входной патрубок «холодного» контура соединен с одним из выходных патрубков регулятора газа, другой выходной патрубок регулятора соединен с входным патрубком капсулы турбодетандера, а входной патрубок регулятора - с входной газовой магистралью. Технический результат - универсальность УТДУ, т.е. возможность при одном генераторе генерировать электрические мощности в диапазоне от 30 до 600 кВт. 3 ил.

RU 2 7 1 0 4 4 9 C 1

RU 2 7 1 0 4 4 9 C 1



RU 2710449 C1

RU 2710129 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F01D 17/14* (2006.01)  
*F02C 7/057* (2006.01)  
*F01D 25/08* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F01D 17/14 (2019.08); F02C 7/057 (2019.08); F01D 25/08 (2019.08)*

(21)(22) Application: **2018146997, 27.12.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**27.12.2018**

Registration date:  
**26.12.2019**

Priority:  
(22) Date of filing: **27.12.2018**

(45) Date of publication: **26.12.2019 Bull. № 36**

Mail address:  
**125993, Moskva, Volokolamskoe sh., 4, MAI,  
patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Zinchuk Aleksandr Aleksandrovich (RU),  
Eremin Andrej Georgievich (RU),  
Zakharov Sergej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Moskovskij aviatsionnyj institut  
(natsionalnyj issledovatel'skij universitet)" (RU)**

(54) **UNIVERSAL TURBO-EXPANDER GENERATOR SET**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to turbine expander sets as a power supply source for small settlements. Generator is connected to the turbine shaft, equipped with a nozzle unit and a gas heater. Nozzle device, turbine and generator connected with turbine compensating coupling are arranged in series in single capsule from inlet gas cavity of capsule. Nozzle device is a disc separating the inlet gas chamber from the turbine, and in the disc along the circumference there are holes, in which detachable inserts are installed, some part is a set of vanes of the nozzle assembly, and the other one is solid without gas passage channels. Gas heater is made in form of heat exchanger, which "hot"

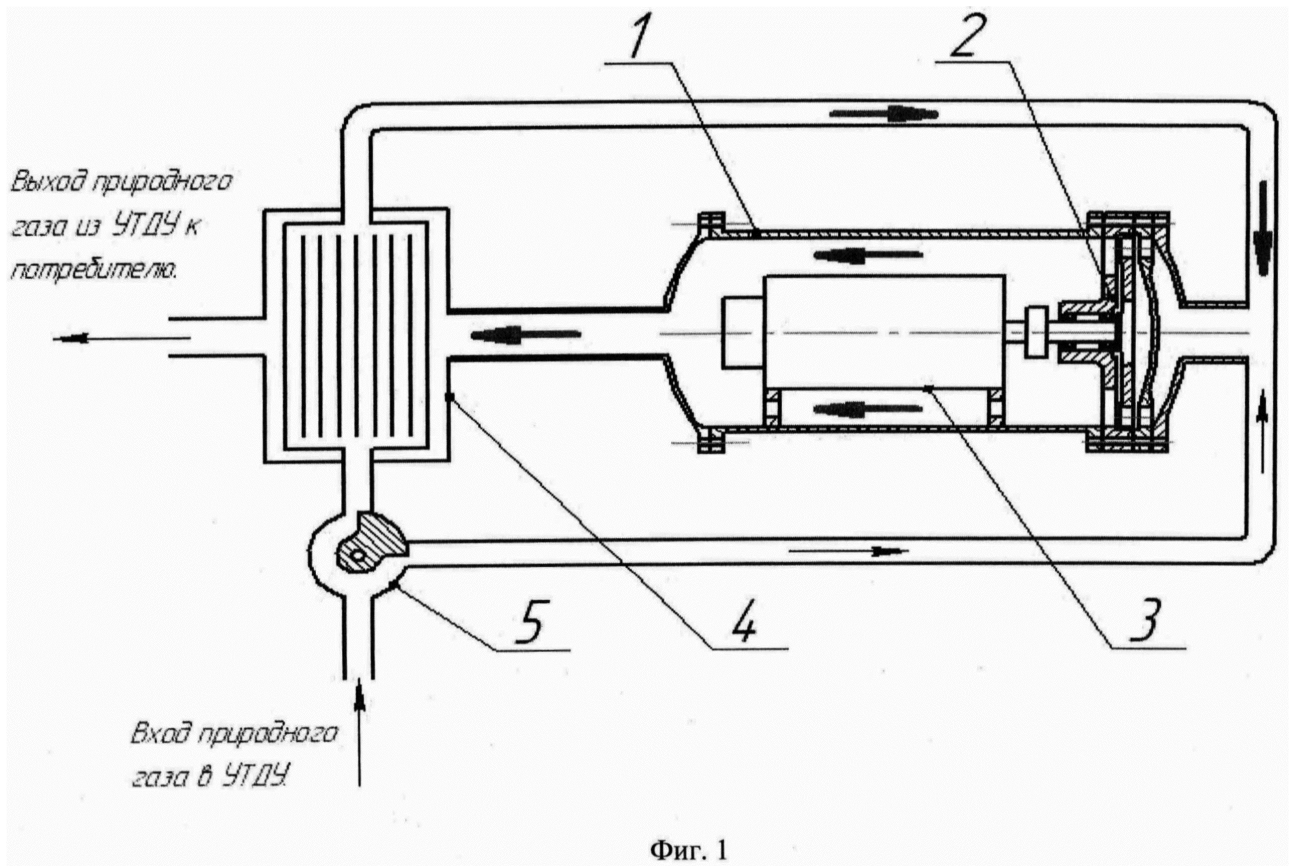
cavity is connected on one side with outlet pipe of turbo-expander capsule, and on the other side with offtake gas line, wherein "cold" heat exchanger circuit by outlet branch pipe is connected to turbo-expander capsule inlet branch pipe, and "cold" circuit inlet branch pipe is connected to one of gas regulator outlet branch pipes, other outlet branch pipe of regulator is connected to inlet branch pipe of capsule of turbine expander, and inlet branch pipe of regulator is connected to inlet gas line.

EFFECT: universality of UTES, that is possibility to generate electric power in range of 30 to 600 kW at one generator.

1 cl, 3 dwg

**RU 2 710 449 C1**

**RU 2 710 449 C1**



RU 2710449 C1

RU 2710129 C1



Изобретение относится к энергетике и предназначена для применения в средствах использования энергии технологического перепада давления природного газа. Способ снабжения потребителей природным газом с использованием газораспределительной станции (ГРС), имеющей редуцирующие линии, осуществляют при одновременной  
5 выработке электрической энергии.

Известно устройство, использующее энергию перепада давления газового потока на ГРС для одновременной выработки механической энергии и холода, превращение механической энергии в электрическую (см., например, «Теоретические основы использования энергии давления природного газа», Недра, 1968 г., авт. Зарицкий Г.Э.;  
10 «Энергосберегающие турбодетандерные установки». Недра, 1999 г., авт. Степанец А.А.; ж. «Газовая промышленность» №10 2003 г., №6 2006 г., авт. Аксенов Д.Т.; Патент РФ №2264581, 2004 г.).

Наиболее близким техническим решением к предложенной является конструкция турбогенератора ООО НТЦ Микротурбины технологии, изложенная на сайте STC-  
15 MTT.RU в материале «Разработка и создание автономных энергетических установок малой мощности с расширительной турбиной на базе турбин конструкции ЛПИ для магистральных газопроводов и распределительных станций» от 17.03.2009.

Недостатком такой конструкции является отделение газового потока, выходящего из турбины, от зоны размещения генератора и, соответственно ухудшение его  
20 охлаждения. Кроме того, наличие соплового аппарата, выполненного с постоянной степенью парциальности, снижает универсальность турбогенератора, а именно возможность получения различной электрической мощности на генераторе. Кроме того, выполнение вала генератора и турбины единым элементом жестко привязывает генератор к данной турбине, что также снижает универсальность турбогенератора.

Задача, на выполнение которой направлено заявленное изобретение является  
25 повышение универсальности турбодетандерной генераторной установки (УТДУ), т.е. использование ее для различных рядов мощностей (от 50 до 600 кВт) путем изменения парциальности соплового аппарата в широком диапазоне без изменения его конструкции. Прохождение холодного контура теплообменника через зону размещения  
30 электрогенератора позволяет поддерживать необходимый температурный режим работы генератора и минимально допустимую температуру газа на входе в УТДУ без использования дополнительных источников тепла.

Технический результат - универсальность УТДУ, т.е. возможность при одном генераторе генерировать различные электрические мощности.

Этот результат достигается тем, в известной универсальной турбодетандерной генераторной установке, входом которой является газовая магистраль, а выходом отводящий газопровод, включающая генератор, соединенный валом с турбиной, снабженной сопловым аппаратом, и нагреватель газа, согласно заявляемому  
40 изобретению, что сопловой аппарат, турбина и генератор, соединенный с турбиной компенсирующей муфтой, размещены в единой капсуле последовательно от входной газовой полости капсулы, при этом, сопловой аппарат представляет собой диск, отделяющий входную газовую полость от турбины, и в диске по окружности размещены отверстия, в которых установлены съемные вставки, часть из них представляет собой набор лопаток соплового аппарата, а другая выполнена сплошной, без каналов для  
45 прохода газа; установка дополнительно снабжена регулятором, входной патрубком которого соединен с входной газовой магистралью, при этом, нагреватель газа выполнен в виде теплообменника, входной патрубком горячего контура которого соединен с отводящим патрубком капсулы установки, а выходной патрубком горячего контура с

отводящим газопроводом, кроме того, выходной патрубок холодного контура теплообменника соединен с подводным патрубком капсулы турбодетандера, а входной патрубок холодного контура соединен с первым выходным патрубком регулятора газа, второй выходной патрубок регулятора соединен с подводным патрубком капсулы турбодетандера.

Предлагаемая конструкция УТДУ поясняется чертежами. На фиг. 1 представлена принципиальная схема УТДУ. На фиг. 2 представлена конструктивная схема УТДУ. На фиг. 3 представлен сопловой аппарат.

На фиг. 1 обозначено:

- 1 - герметичная капсула;
- 2 - турбопривод, включающий турбину и сопловой аппарат;
- 3 - синхронный генератор переменного тока;
- 4 - теплообменный аппарат;
- 5 - распределитель расхода газа.

УТДУ состоит из герметичной капсулы, в которой находится турбопривод 2 и генератор 3. Герметичная капсула 1 представляет собой цилиндрическую оболочку 13, с полусферическими фланцевыми днищами 7 и 10. Герметичная капсула 1 является основным несущим элементом конструкции УТДУ. В цилиндрической оболочке капсулы выполнены конструктивные элементы 12 для подвода электрических коммуникаций (показано условно). Во фланцевых сферических днищах размещены подводный 9 и отводящий 11 патрубки. Турбопривод состоит из активной осевой турбины 8, корпуса турбины 2 и модульного, трансзвукового лопаточного соплового аппарата (фиг 3).

Применение модульного соплового аппарата обеспечивает возможность реализовать эксплуатацию турбодетандерной установки в широком диапазоне мощностей (от 50 до 600 кВт.) без замены рабочего колеса турбины. Соединение турбопривода с генератором 2 выполнено через эластичную компенсирующую муфту 6. Муфта предназначена для компенсации погрешностей взаимного положения вала генератора и вала турбопривода при сборке УТДУ.

Сопловой аппарат (фиг 3.) представляет собой диск, состоящий из следующих элементов:

- 17 - полусферическое силовое днище;
- 14 - сегментные вставки с набором лопаток соплового аппарата;
- 15 - сегментные сопловые заглушки и замок (на рисунке не показан);
- 16 - фланец.

Изменения парциальности турбопривода обеспечено заменой сопловой вставки на сопловую заглушку. Вследствие чего изменяется секундный расход природного газа (рабочее тело) через сопловой аппарат и эффективный КПД турбопривода. Диапазон изменения парциальности от 0,07 до 0,91.

Функционирование УТДУ происходит следующим образом. Предварительно перед заполнением капсулы природным газом воздух в капсуле 1 замещается инертным газом. После этого инертный газ вытесняется природным газом. Газ, попадая в 1 и проходя через сопловой аппарат 2, снижает свое давление и приводит во вращение турбину, которая через муфту 6 соединена с генератором 2. Генератор 2 в зависимости от количества установленных сопловых вставок 14 выдает соответствующую электрическую мощность. Для исключения выпадения конденсата на элементах турбопривода вследствие охлаждения газа при дросселировании в конструкцию УТДУ введен теплообменный аппарат 4 (фиг.1). Он установлен на выходе природного газа из герметичной капсулы 1. При степени понижения давления в сопловом аппарате

равной двум и статической температуре природного газа на входе  $T=320$  К. статическая температура газа на выходе равна  $T=285$  К. При эксплуатации УТДУ с рабочим телом, имеющим меньшую статическую температуру на входе возможно выпадение конденсата и загромождение проточной части турбопривода 2. При дальнейшем движении рабочего тела в зоне размещения генератора 3 природный газ нагревается, тем самым, охлаждая генератор. Нагретый природный газ на выходе из капсулы 1 попадает в теплообменный аппарат 4. В теплообменном аппарате происходит теплообмен между горячим природным газом на выходе и холодным природным газом на входе в УТДУ. Таким образом, на выходе из теплообменного аппарата 4 горячий газ для потребителя охлаждается, а холодный газ на входе в капсулу 1 нагревается. Наличие обводной магистрали и распределителя расхода газа 5 дает возможность поддерживать температурный режим работы генератора и минимально допустимую температуру природного газа на входе в капсулу 1 при широком диапазоне температуры окружающей среды. Минимальная температура на входе в капсулу 1 определяется величиной концентрации водяных паров и других примесей в природном газе.

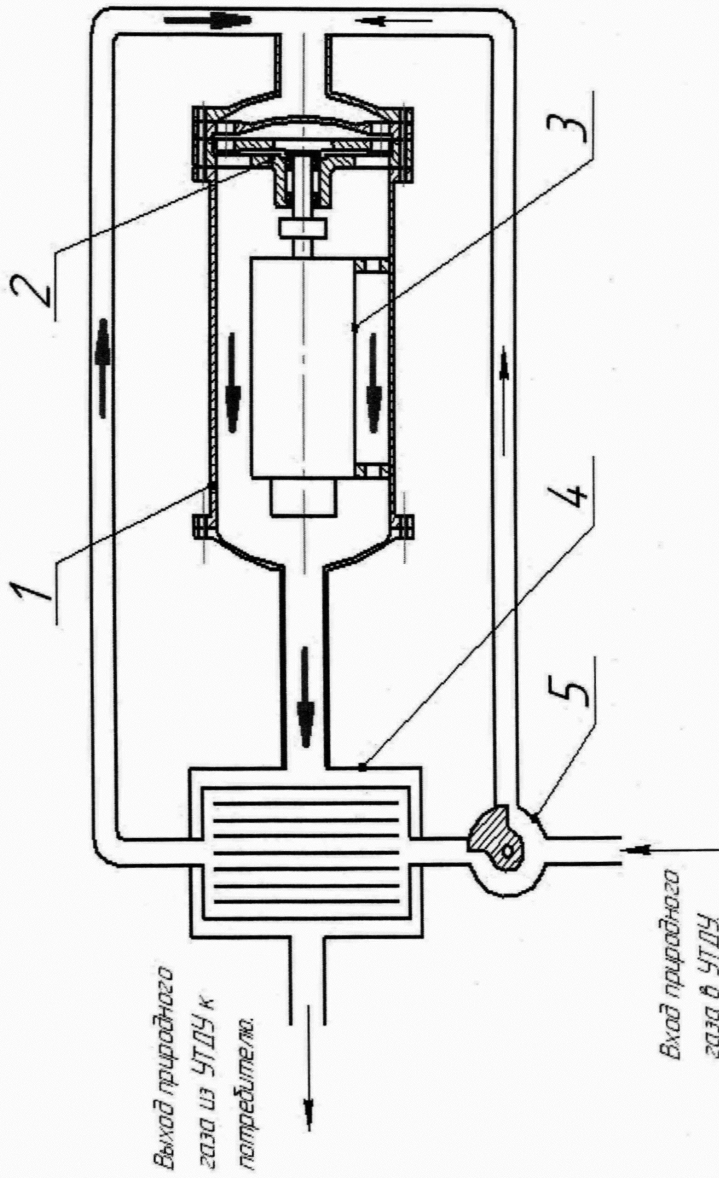
#### (57) Формула изобретения

Универсальная турбодетандерная генераторная установка, входом которой является газовая магистраль, а выходом отводящий газопровод, включающая генератор, соединенный валом с турбиной, снабженной сопловым аппаратом, и нагреватель газа, отличающаяся тем, что сопловый аппарат, турбина и генератор, соединенный с турбиной компенсирующей муфтой, размещены в единой капсуле последовательно от входной газовой полости капсулы, при этом сопловый аппарат представляет собой диск, отделяющий входную газовую полость от турбины, и в диске по окружности размещены отверстия, в которых установлены съемные вставки, часть из них представляет собой набор лопаток соплового аппарата, а другая выполнена сплошной, без каналов для прохода газа, установка дополнительно снабжена регулятором, входной патрубком которого соединен с входной газовой магистралью, при этом нагреватель газа выполнен в виде теплообменника, входной патрубком горячего контура которого соединен с отводящим патрубком капсулы установки, а выходной патрубком горячего контура - с отводящим газопроводом, кроме того, выходной патрубком холодного контура теплообменника соединен с подводящим патрубком капсулы турбодетандера, а входной патрубком холодного контура соединен с первым выходным патрубком регулятора газа, второй выходной патрубком регулятора соединен с подводящим патрубком капсулы турбодетандера.

40

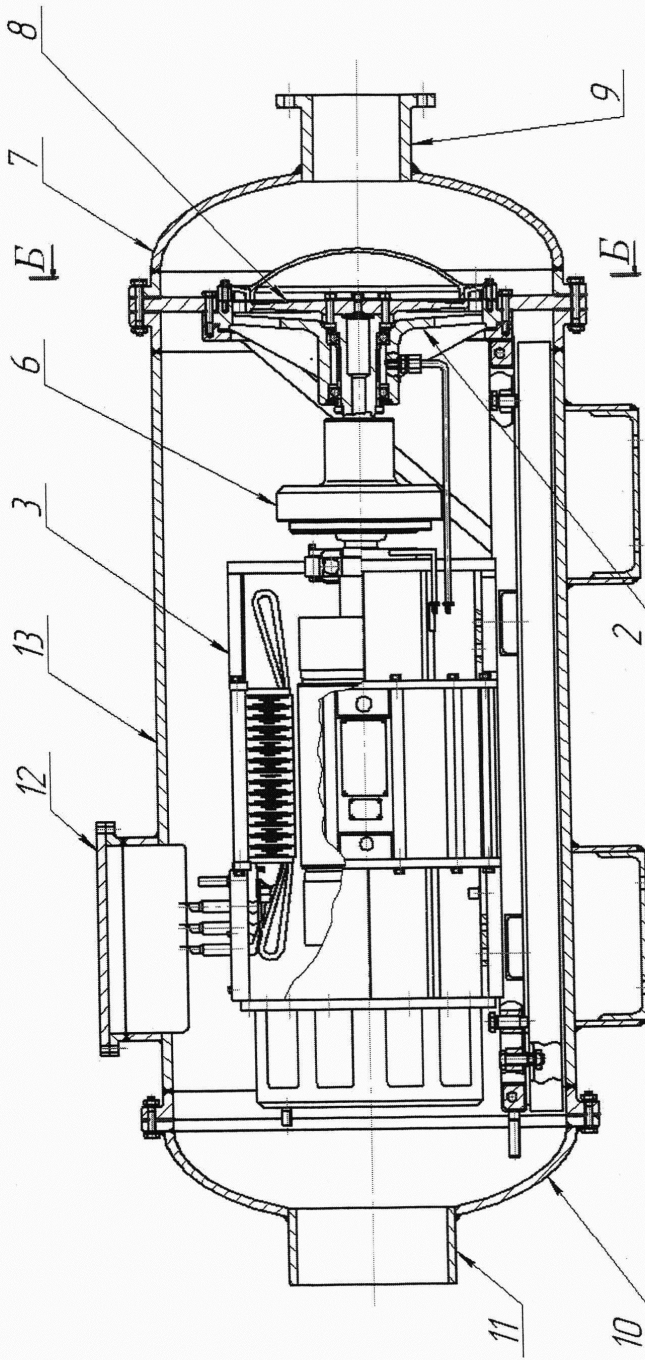
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2

