



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015136679/06, 28.08.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.08.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.08.2015

(45) Опубликовано: 10.02.2016 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Малахова
С.Б. (каф. Э-4)

(72) Автор(ы):

Малахов Сергей Борисович (RU),
Архаров Алексей Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

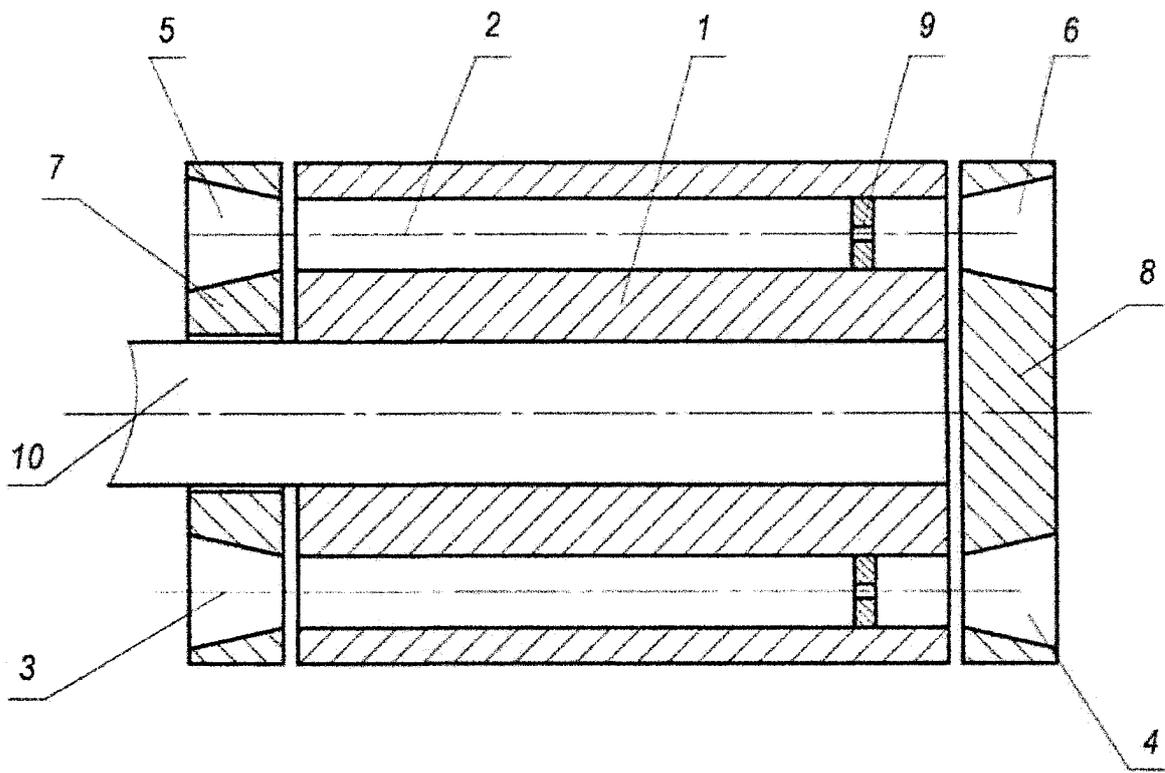
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)

(54) РОТОРНЫЙ ВОЛНОВОЙ КРИОГЕНЕРАТОР

Формула полезной модели

Роторный волновой криогенератор, содержащий ротор, в теле которого выполнены осевые энергообменные каналы, расположенные параллельно оси ротора, сопла подвода и диффузоры отвода соответственно активного и пассивного газа, выполненные в газораспределительных дисках, расположенных с обоих торцов ротора, отличающийся тем, что он снабжен дросселями, установленными в энергообменных каналах со стороны сопел подвода и диффузоров отвода пассивного газа, при этом соотношение площади сечений дросселя и канала находится в диапазоне от 0,3 до 0,9.

RU 159530 U1



RU 159530 U1

Полезная модель относится к холодильной технике и может быть использована в криогенных установках, связанных со спецификой работы в области низких температур (ниже 270 К) и установках сжижения природного газа среднего давления на газораспределительных станциях.

5 Известен волновой криогенератор установки для получения тепла и холода, выполненный в виде сопла, подключенного к линии сжатого газа, и энергопреобразующей трубки с выходной линией газа и находящейся в тепловом контакте с теплообменником (SU 1522001 А1, 15.11.1989).

10 Недостатком известной конструкции является высокие энергозатраты на получение холода.

Наиболее близким аналогом к предлагаемому устройству является роторный волновой криогенератор, содержащий ротор, в теле которого выполнены осевые энергообменные каналы, расположенные параллельно оси ротора, сопла подвода и диффузоры отвода активного и пассивного газа, выполненные в газораспределительных 15 дисках, расположенных с обоих торцов ротора (RU 2250423 С2, 20.04.2005).

Недостатком известного устройства является низкая холодопроизводительность.

Задачей предлагаемой полезной модели является увеличение эффективности работы криогенной установки в виде роторного волнового криогенератора.

20 Технический результат - повышение изоэнтропного КПД роторного волнового криогенератора на 10-15% за счет улучшения условий энергообмена.

Указанный технический результат достигается за счет того, что роторный волновой криогенератор содержит ротор, в теле которого выполнены осевые энергообменные каналы, расположенные параллельно оси ротора, сопла подвода и диффузоры отвода 25 активного и пассивного газа, выполненные в газораспределительных дисках, расположенных с обоих торцов ротора, при этом он снабжен дросселями, установленными в энергообменных каналах со стороны сопел подвода и диффузоров отвода пассивного газа, при этом соотношение площади сечений дросселя и канала находится в диапазоне от 0,3 до 0,9.

30 Наличие дросселей в энергообменных каналах приводит к повышению изоэнтропного КПД роторного волнового криогенератора на 10-15% за счет улучшения условий энергообмена, так как дроссель в энергообменном канале гарантирует повышение давления пассивного газа даже при опережающем открытии канала пассивного газа высокого давления.

На фиг. 1 показана конструктивная схема роторного волнового криогенератора.

35 На фиг. 2 показана волновая диаграмма газодинамического процесса в канале роторного волнового криогенератора.

Роторный волновой криогенератор содержит ротор 1, в теле которого выполнены осевые энергообменные каналы 2, расположенные параллельно оси ротора 1, сопла 3 и 4 подвода и диффузоры 5 и 6 отвода, соответственно, активного и пассивного газа, 40 выполненные в газораспределительных дисках 7 и 8, расположенных с обоих торцов ротора 1, при этом он снабжен дросселями 9, установленными в энергообменных каналах 2 со стороны сопел 4 подвода и диффузоров 6 отвода пассивного газа. Позицией 10 на схеме обозначен вал ротора 1.

Роторный волновой криогенератор работает следующим образом.

45 При включении приводного двигателя (на чертеже не показан) вал 10 ротора 1 приводится во вращение и в энергообменные каналы 2, расположенные параллельно оси ротора 1, через сопла 3 и 4 подвода активного и пассивного газа в определенной последовательности поступают потоки активного и пассивного газа, которые затем

удаляются через диффузоры 5 и 6 отвода. В процессе взаимодействия потоков активного и пассивного газа происходит снижение давления и температуры активного газа, так как от него отводится энергия, и повышение давления и температуры пассивного газа. В результате этого взаимодействия активный газ расширяется и охлаждается, а пассивный газ сжимается и нагревается. Благодаря наличию дросселей 9, установленных в осевых энергообменных каналах 2 со стороны сопел 4 подвода пассивного газа, и прохождении последнего через дроссели 9, активный газ совершает дополнительную работу и поэтому выходя через диффузоры 5 отвода имеет более низкую температуру. За один оборот ротора 1 в энергообменных каналах 2 может осуществиться несколько рабочих циклов криогенератора.

Рабочий цикл роторного волнового криогенератора с петлевой схемой подачи сред представлен на фиг. 2 волновой диаграммой. Волновая диаграмма представляет собой развертку энергообменных каналов, на которой изображены основные волны энергообмена, определяющие рабочий цикл криогенератора, а также показана контактная поверхность - граница раздела активного и пассивного газа.

Основными волнами, участвующими в процессе энергообмена являются: падающая ударная волна (ПУВ, показанная на фиг. 2), образующаяся при впуске в энергообменный канал 2 активного газа высокого давления (АВ); волна сжатия (ВС2), образующаяся при впуске в канал 2 пассивного газа низкого давления (ПН); волны торможения (ВТ1 и ВТ2), образующиеся, соответственно, при набегании потока на кромки пассивного и активного газораспределительных дисков 7 и 8 при закрытии энергообменного канала 2; волна разрежения (ВР2), образующаяся при сообщении энергообменного канала 2 с диффузором 6 отвода пассивного газа высокого давления (ПВ); волна разрежения (ВР1), образующаяся при отсечке энергообменного канала 2 кромкой активного газораспределительного диска 7; волна разрежения (ВР3), образующаяся при выпуске из энергообменного канала 2 активного газа низкого давления (АН).

На 1-ой фазе (фиг. 2) в канал 2, наполненный пассивным газом низкого давления, поступает активный газ высокого давления (точки 1-3), формируется контактная поверхность (КП1) и падающая ударная волна (ПУВ). После сжатия пассивного газа падающей ударной волной (ПУВ) начинается его сброс (точка 2) и формируются волны разрежения (ВР2). При полном заполнении канала 2 активным газом сброс газа прекращается (точка 4). Завершение подачи активного газа высокого давления (точка 3) приводит к возникновению волн разрежения (ВР1). 2-я фаза начинается со сброса активного газа из канала 2 в диффузор 5 отвода активного газа низкого давления (точка 5). Образующиеся при этом волны разрежения ВР3 обеспечивают падение давления в канале 2, благодаря чему пассивный газ низкого давления поступает в канал 2 (точки 6 и 8). При полном заполнении канала 2 ротора 1 пассивным газом сброс в диффузор 5 отвода активного газа низкого давления прекращается (точка 7). Завершение сброса активного газа низкого давления (точка 7) приводит к возникновению волны торможения ВТ2.

Одним из важных условий энергообмена является повышение давления пассивного газа в канале падающей ударной волной ПУВ к моменту открытия канала сброса пассивного газа ПВ в точке 2. Дроссель в энергообменном канале гарантирует повышение давления пассивного газа даже при опережающем открытии канала ПВ. Это позволяет стабилизировать изоэнтропный КПД роторного волнового криогенератора при изменениях входных параметров.

Установки сжижения природного газа на газораспределительных станциях работают в условиях существенных сезонных колебаний давлений и расходов (до 50%).

Применение данного роторного волнового криогенератора в сравнении с аналогами позволит в среднем достигнуть повышение изоэнтропного КПД на 10-15%.

(57) Реферат

5 Полезная модель относится к холодильной технике и может быть использована в криогенных установках, связанных со спецификой работы в области низких температур (ниже 270 К).

10 Роторный волновой криогенератор, содержащий ротор, в теле которого выполнены осевые энергообменные каналы, расположенные параллельно оси ротора, сопла подвода и диффузоры отвода соответственно активного и пассивного газа, выполненные в газораспределительных дисках, расположенных с обоих торцов ротора, при этом он снабжен дросселями, установленными в энергообменных каналах со стороны сопел подвода и диффузоров отвода пассивного газа, при чем соотношение площади сечений дросселя и канала находится в диапазоне от 0,3 до 0,9.

15 Технический результат - повышение изоэнтропного КПД роторного волнового криогенератора на 10-15% достигается за счет улучшения условий энергообмена.

20

25

30

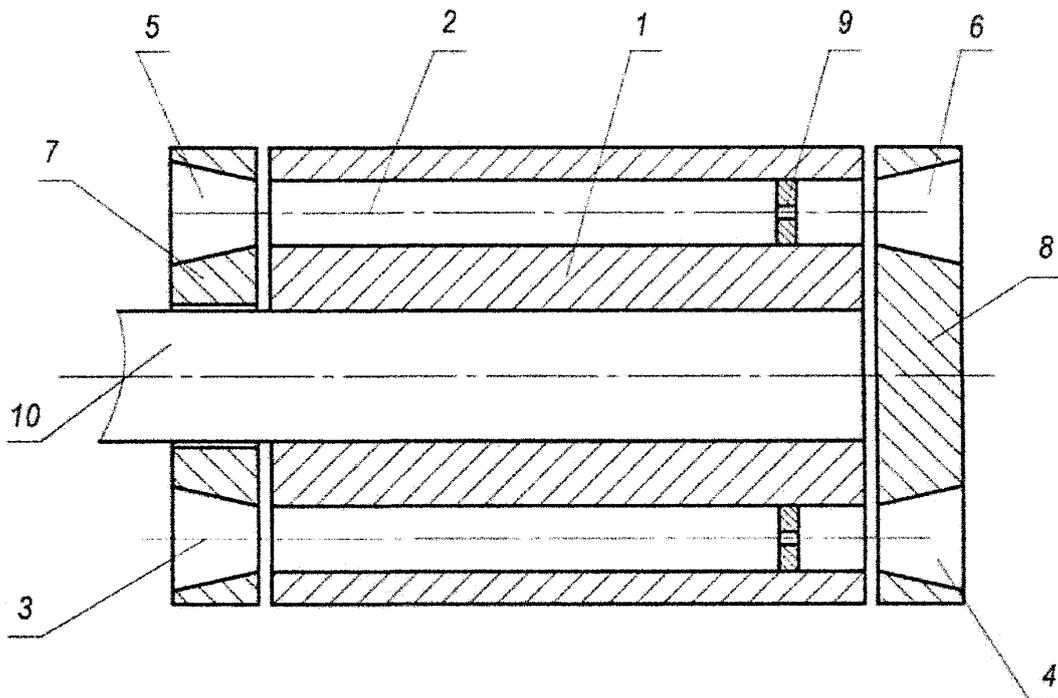
35

40

45

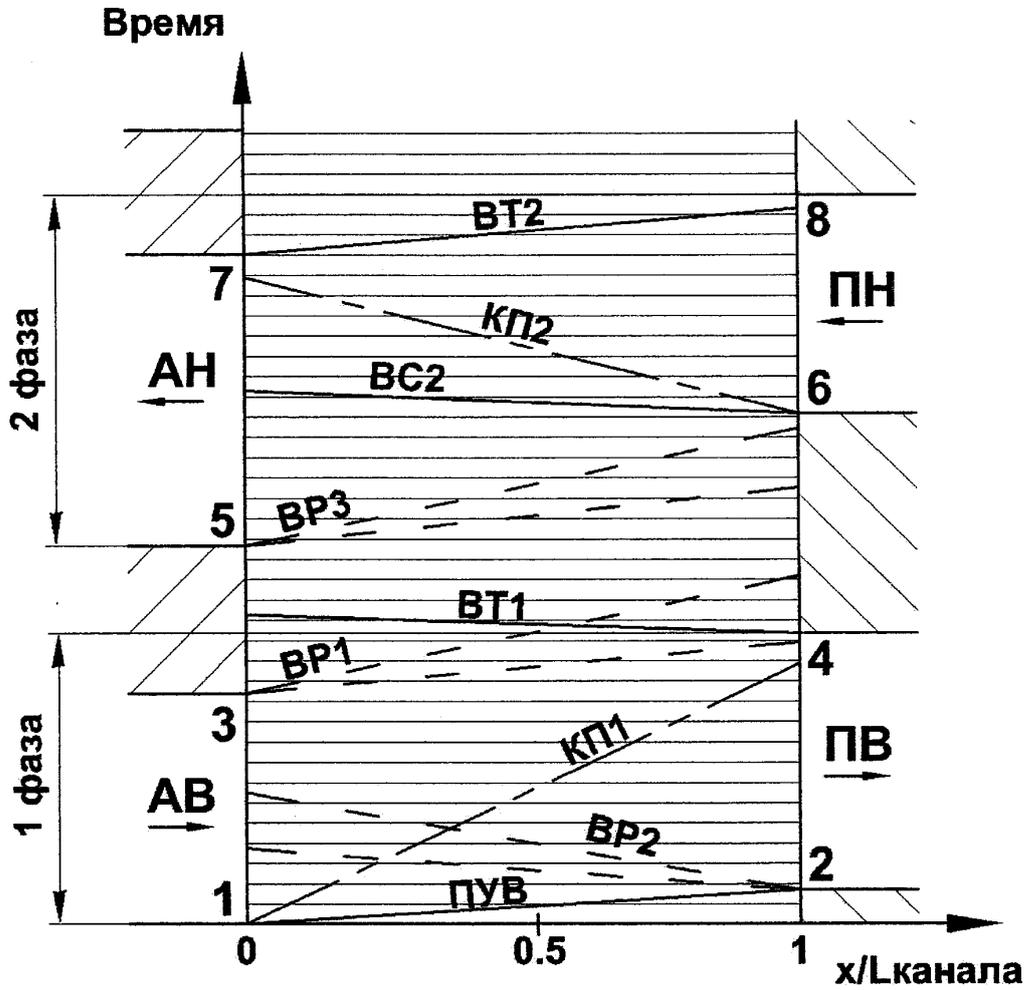


Роторный волновой
криогенератор



Фиг.1

Роторный волновой криогенератор



Фиг. 2