



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 213 915<sup>(13)</sup> C1

(51) МПК<sup>7</sup> F 25 В 11/00, 9/04

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2002102020/06, 21.01.2002

(24) Дата начала действия патента: 21.01.2002

(46) Дата публикации: 10.10.2003

(56) Ссылки: SU 1043435 A, 23.09.1983. RU 2148218 C1, 27.04.2000. SU 807001 A, 25.02.1981. RU 2175739 C1, 10.11.2001. US 5582012 A, 10.12.1996. US 4924677 A, 15.05.1990.

(98) Адрес для переписки:  
450000, г.Уфа-центр, ул. Карла Маркса, 12,  
УГАТУ, отдел интеллектуальной собственности

(71) Заявитель:  
Уфимский государственный авиационный  
технический университет

(72) Изобретатель: Цирельман Н.М.,  
Шайхутдинов Д.Х.

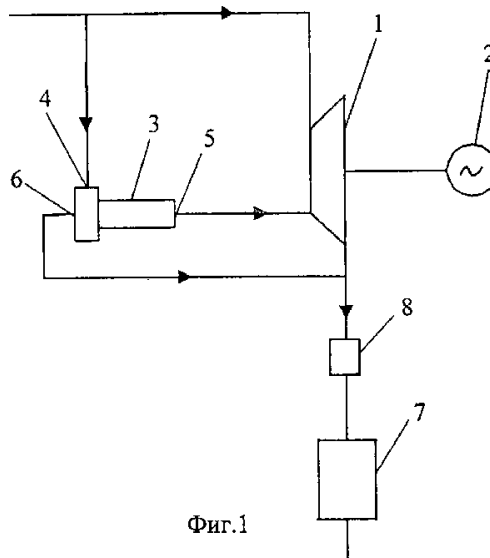
(73) Патентообладатель:  
Уфимский государственный авиационный  
технический университет

(54) ТУРБОДЕТАНДЕРНАЯ УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области газовой промышленности, к энергетике и холодильной технике и, в частности, к установкам по утилизации потенциальной энергии давления газа. В турбодетандерной установке, содержащей турбодетандер, электрогенератор, находящийся на одном валу с турбодетандером, вихревую трубу, имеющую вход, который присоединен к линии подачи газа в турбодетандер, выход горячего потока газа из вихревой трубы, присоединенный к турбодетандеру для обогрева его рабочих поверхностей, и выход холодного потока газа из вихревой трубы, присоединенный к линии низкого давления за турбодетандером, и холодильную камеру, соединенную линией низкого давления с турбодетандером через установленный между ними сепаратор. Использование изобретения позволит предотвратить обледенение рабочих поверхностей турбодетандера и засорение

теплообменников холодильной камеры. 2 ил.



Фиг.1

RU 2 213 915 C1

RU 2 213 915 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 213 915** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **F 25 B 11/00, 9/04**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002102020/06, 21.01.2002

(24) Effective date for property rights: 21.01.2002

(46) Date of publication: 10.10.2003

(98) Mail address:  
450000, g.Ufa-tsejtr, ul. Karla Marksa, 12,  
UGATU, otdel intelektual'noj sobstvennosti

(71) Applicant:  
Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj  
tehnicheskij universitet

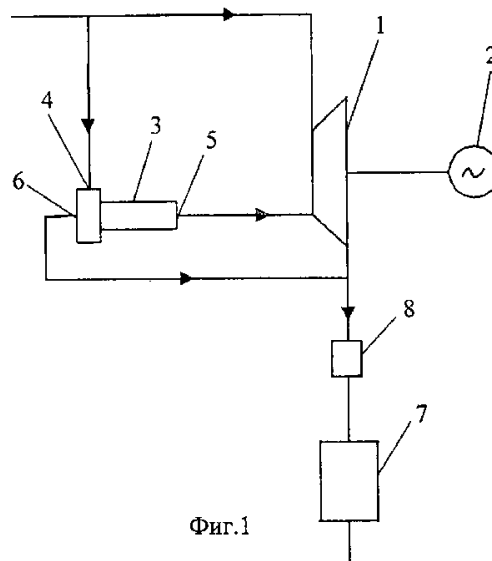
(72) Inventor: Tsirel'man N.M.,  
Shajkhutdinov D.Kh.

(73) Proprietor:  
Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj  
tehnicheskij universitet

(54) **TURBO-EXPANDER PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: gas industry; power engineering; refrigerating engineering; plants for utilization of potential energy of gas pressure. SUBSTANCE: proposed plant includes turbo-expander, electric generator mounted on one shaft with turbo-expander and vortex tube whose inlet is connected to line supplying gas to turbo-expander; vortex tube has hot gas flow outlet which is connected to turbo-expander for heating its working surfaces and cold gas flow outlet connected to low-pressure line after turbo-expander; plant is also provided with cooling chamber connected with turbo-expander by means of low-pressure line through separator mounted between them. EFFECT: avoidance of icing of working surfaces and choking of heat exchangers. 2 dwg



RU 2 213 915 C1

RU 2 213 915 C1

Изобретение относится к области газовой промышленности, к энергетике и холодильной технике и, в частности, к установкам по утилизации потенциальной энергии давления газа.

Известны турбодетандерные установки (ТДУ), утилизирующие потенциальную энергию давления природного газа.

Известна ТДУ, содержащая расширительную машину (например, турбину) и генератор электрического тока, герметическую камеру и проходные изоляторы [Патент РФ 2151971, кл. F 25 В 11/00, 2000].

Недостатком данной установки является то, что из-за значительного понижения температуры при расширении природного газа будет происходить выпадение из него твердых частиц гидратов, конденсация паров воды и высококипящих компонентов природного газа, что может привести к обледенению рабочих поверхностей турбодетандера и засорению трубопроводов для транспортировки расширившегося газа.

Этот недостаток преодолевается в известной ТДУ, содержащей турбодетандер, электрогенератор и газовойдяной теплообменник для подогрева природного газа перед детандером [А.А. Степанец. Об эффективности детандер-генераторных агрегатов в тепловой схеме ТЭЦ // Энергетик. - 4, 1999 г., с.2].

Недостатком данной установки является то, что для подогрева природного газа перед турбодетандером необходимо наличие источников бросового тепла.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой ТДУ является турбодетандерная установка, содержащая турбодетандер, лопаточную машину и теплообменники [Патент РФ 2148218, кл. F 25 В 11/00, 2000].

Недостатком данной установки является значительное понижение температуры при расширении природного газа, в результате чего будет происходить выпадение из него твердых частиц гидратов, конденсация паров воды и высококипящих компонентов природного газа, что может привести к обледенению рабочих поверхностей турбодетандера и засорению трубопроводов для транспортировки расширившегося газа.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, является предотвращение обледенения рабочих поверхностей турбодетандера и засорения теплообменников холодильной камеры за счет применения турбодетандера с подогреваемыми рабочими поверхностями и сепаратора, установленного между турбодетандером и холодильной камерой.

Поставленная задача решается тем, что в ТДУ, содержащей турбодетандер, в отличие от прототипа установлены электрогенератор, находящийся на одном валу с турбодетандером, вихревая труба, имеющая вход, который присоединен к линии подачи газа в турбодетандер, выход горячего потока газа из вихревой трубы, присоединенный к турбодетандеру для обогрева его рабочих поверхностей, и выход холодного потока газа из вихревой трубы, присоединенный к линии низкого давления за турбодетандером, и холодильная камера, соединенная линией низкого давления с турбодетандером через

установленный между ними сепаратор.

Существо устройства поясняется чертежами (фиг.1 и фиг.2). На фиг.1 представлена схема предлагаемой установки, а на фиг.2 - схема обогрева рабочих поверхностей ступени турбодетандера.

Турбодетандерная установка (фиг.1) содержит турбодетандер 1, присоединенный к линии высокого давления и находящийся на одном валу с электрогенератором 2, вихревую трубу 3, имеющую вход 4, который подсоединен к линии высокого давления, выход горячего потока газа 5 из вихревой трубы 3, соединенный с турбодетандером 1, и выход холодного потока газа 6 из вихревой трубы 3, соединенный с линией низкого давления за турбодетандером 1, холодильную камеру 7, которая соединена с турбодетандером 1 линией низкого давления через установленный между ними сепаратор 8. На фиг.2 показана схема обогрева рабочих поверхностей ступени турбодетандера 1. Эта ступень состоит из соплового аппарата 9 и лопатки рабочего колеса 10. Выход горячего потока газа 6 вихревой трубы 3 соединен с коллектором 11 соплового аппарата 9 и с лопатками рабочего колеса 10, внутри которых проделаны каналы 12.

Работа установки осуществляется следующим образом. Природный газ из линии высокого давления поступает в турбодетандер 1, где происходит его расширение с понижением температуры. При этом потенциальная энергия давления газа преобразуют в механическую работу на валу турбодетандера 1, которую в свою очередь трансформируют в электрическую энергию в электрогенераторе 2. В потоке газа происходит конденсация паров воды и высококипящих компонентов, выпадение твердых частиц - гидратов, которые могут привести к обледенению рабочих поверхностей турбодетандера 1 и засорению теплообменников холодильной камеры 7. Для предотвращения этого обогревают рабочие поверхности турбодетандера 1 и устанавливают между турбодетандером 1 и холодильной камерой 7 сепаратор 8 для улавливания сконденсировавшийся жидкости и твердых частиц. Повышение температуры газа, необходимое для обогрева рабочих поверхностей турбодетандера 1, осуществляют в вихревой трубе 3, в которую направляют часть природного газа из линии высокого давления. В вихревой трубе поток разделяют на холодную и горячую части. Температура горячей части получается достаточно высокой и составляет около 50...75°С [Мартынов А.В., Бродянский В.А. Что такое вихревая труба? М.: Энергия, 1976, стр.3]. Эту часть потока направляют на обогрев рабочих поверхностей турбодетандера 1, схема которого показана на фиг.2. Схема обогрева соплового аппарата 9 и лопаток рабочего колеса 10 выполнена по аналогии со схемами охлаждения камер сгорания жидкостного ракетного двигателя [Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. - М.: Машиностроение, 1968. - с. 117, 118] и лопаток высокотемпературных газовых турбин авиационных ГТД [Крюков А.И. Некоторые вопросы проектирования ГТД: Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 1993. - с.85, 86] соответственно. Горячий газ поступает в коллектор 11, а из него в

обогреваемый тракт, выполненный в виде каналов 12 в сопловом аппарате 9. Проходя по каналам 12, газ обогревает стенки соплового аппарата 9 и при этом охлаждается сам. Для возможности обогрева лопаток рабочего колеса 10 в них проделаны вертикальные каналы 12, в которые снизу подают горячий газ, который, пройдя по каналу 12, выходит вверх и смешивается с остальным газом. Уровень температуры холодной части потока около 0°C, поэтому он смешивается с остальным потоком природного газа за турбодетандером 1. Далее природный газ поступает в сепаратор 8, в котором происходит отделение гидратов и конденсата. Затем очищенный природный газ направляют в холодильную камеру 7.

Предлагаемая схема турбодетандерной установки позволяет наиболее полно использовать потенциальную энергию давления газа магистральных трубопроводов,

которая в данное время рассеивается на газораспределительных станциях (ГРС) и пунктах (ГРП) при редуцировании давления газа от величины магистрального уровня до уровня, необходимого потребителю.

5

#### Формула изобретения:

10

15

20

25

30

35

40

45

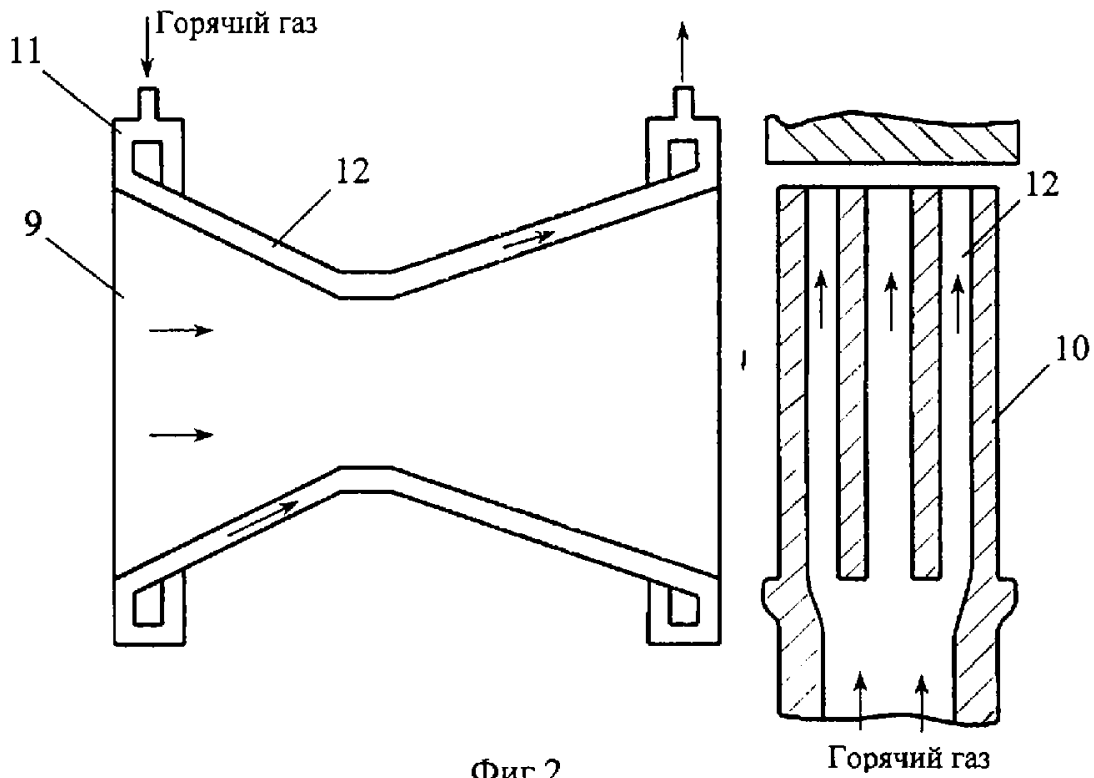
50

55

60

-4-

Турбодетандерная установка, содержащая турбодетандер, отличающаяся тем, что в ней установлены электрогенератор, находящийся на одном валу с турбодетандером, вихревая труба, имеющая вход, который присоединен к линии подачи газа в турбодетандер, выход горячего потока газа из вихревой трубы, присоединенный к турбодетандеру для обогрева его рабочих поверхностей, и выход холодного потока газа из вихревой трубы, присоединенный к линии низкого давления за турбодетандером, и холодильная камера, соединенная линией низкого давления с турбодетандером через установленный между ними сепаратор.



Фиг.2