

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2620624

### ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ С СИСТЕМОЙ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Белоусов Артём Евгеньевич (RU),  
Кабанов Олег Васильевич (RU)*

Заявка № 2016128415

Приоритет изобретения 12 июля 2016 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 29 мая 2017 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 12 июля 2036 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

 Г.П. Ивлиев







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016128415, 12.07.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.07.2016Дата регистрации:  
29.05.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.07.2016

(45) Опубликовано: 29.05.2017 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Белоусов Артём Евгеньевич (RU),  
Кабанов Олег Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2579301 C1, 10.04.2016. RU  
2110022 C1, 27.04.1998. US 5685154 A,  
11.11.1997. US 0008067851 B2, 29.11.2011.

## (54) ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ С СИСТЕМОЙ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области газоснабжения и может быть использовано в составе газораспределительных станций (ГРС) и газорегуляторных пунктов (ГРП) для утилизации энергии потока газа. Детандер-генераторный агрегат с системой его регулирования, включающий электрогенератор, регулирующий орган с приводом, усилитель сигнала и блок сравнения, отличающийся тем, что на линии редуцирования между предохранительным запорным клапаном и регулятором давления дополнительно установлен объемный пневмодвигатель, при этом выход объемного

пневмодвигателя соединен с его входом через регулирующий клапан, датчик перепада давлений на объемном пневмодвигателе соединен с элементом сравнения, усилителем сигнала и исполнительным устройством, связанным с регулирующим клапаном. Техническим результатом является возможность работы детандер-генераторной установки с относительно малыми давлениями и расходами, независимо от неравномерности отбора газа потребителями и изменения момента сопротивления, а также увеличение доли утилизированной энергии. 1 ил.

RU 2 620 624 C1

RU 2 620 624 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016128415, 12.07.2016**(24) Effective date for property rights:  
**12.07.2016**Registration date:  
**29.05.2017**

Priority:

(22) Date of filing: **12.07.2016**(45) Date of publication: **29.05.2017** Bull. № 16

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i  
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Belousov Artem Evgenevich (RU),  
Kabanov Oleg Vasilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **EXPANDER-GENERATOR SET**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention can be used in the composition of the gas distribution stations (GDS) and gas control points (GCP) for gas flow energy utilisation. An expander-generator set with a control system, including an electric generator, a drive-operated regulating device, a signal amplifier and a comparison unit, characterized in that a volumetric air motor is additionally installed in the reduction line between the safety shut-off valve and the pressure regulator. The output of the volumetric air motor is connected to its

input via a control valve, the pressure difference sensor on the volumetric air motor is connected to the comparison element, the signal amplifier and the actuator connected to the control valve.

EFFECT: possibility of an expander-generator set operation with relatively low pressures and costs, regardless of the unevenness of gas withdrawal by consumers and changes in the moment of resistance, as well as an increase in the utilized energy.

1 dwg

Изобретение относится к области газоснабжения и может быть использовано в составе газораспределительных станций (ГРС) и газорегуляторных пунктов (ГРП) для утилизации энергии потока газа.

5 Известна установка для утилизации энергии расширения природного газа (патент РФ №2206838, опубл. 20.06.2003 г.). Изобретение обеспечивает выработку больших количеств энергии и холода путем подключения к скважине или магистральному газопроводу утилизационной энергетической установки, содержащей детандер с кинематически связанным электрогенератором и два или более теплообменника.

10 Недостатком является необходимость для ее эффективной работы высоких входного давления и расхода газа, что ограничивает круг объектов для ее применения.

Известен способ устойчивого газоснабжения газораспределительной станцией с энергохолодильным комплексом, использующим для выработки электрической энергии и холода энергию избыточного давления природного газа и система для реализации способа (патент РФ №2346205, опубл. 10.02.2009 г.). Группа изобретений осуществляют 15 одновременную выработку электрической энергии и холода с использованием включенного параллельно ГРС энергохолодильного блока, содержащего детандер-генераторные агрегаты с теплообменниками и автоматическую систему синхронизации открытия / закрытия линий редуцирования с остановкой / включением детандер-генераторных агрегатов.

20 Недостатком является переменная подача газа потребителям, кроме этого для устойчивой работы необходимы высокие давление и расход газа.

Известен пневматический детандер-генераторный агрегат (патент РФ №2525027, опубл. 10.08.2014 г.), способный работать при невысоких величинах входного давления и объемного расхода газа при помощи использования в качестве расширительной 25 машины шестеренного пневмодвигателя.

Недостатком является отсутствие системы регулирования, которая необходима для работы при переменных расходах газа в связи с неравномерностью отбора газа потребителями.

30 Известно устройство регулирования турбодетандера (патент РФ №2579301, опубл. 10.04.2016 г.), принятое за прототип, устанавливаемое параллельно газораспределительной станции и содержащее турбодетандер, генератор, стопорный клапан, два регулирующих органа с приводами, байпасный клапан, переключатель режимов работы, сумматор, три элемента сравнения, датчики давления и нагрузки внешней электрической сети, частотный преобразователь, фильтр и выпрямитель. 35 Данное устройство позволяет регулировать работу турбодетандера в зависимости от величины нагрузки внешней электрической сети, снизить колебания давления газа в магистрали низкого давления, а также повысить надежность работы турбодетандера.

40 Недостатками этого устройства являются возможность эффективной работы детандер-генераторной установки в целом лишь на стабильных относительно высоких давлениях и расходах газа, а также чрезмерная сложность системы с высокими потерями энергии потока газа.

Техническим результатом является возможность работы детандер-генераторной установки с относительно малыми давлениями и расходами, независимо от 45 неравномерности отбора газа потребителями и изменения момента сопротивления, а также увеличение доли утилизированной энергии.

Технический результат достигается тем, что на линии редуцирования между предохранительным запорным клапаном и регулятором давления дополнительно установлен объемный пневмодвигатель, при этом выход объемного пневмодвигателя

соединен с его входом через регулирующий клапан, датчик перепада давлений на объемном пневмодвигателе соединен с элементом сравнения, усилителем сигнала и исполнительным устройством, связанным с регулирующим клапаном.

Устройство поясняется следующей фигурой:

5 фиг. 1 - принципиальная схема детандер-генераторного агрегата с системой его регулирования на примере линии редуцирования газорегуляторного пункта, где:

- 1 - детандер-генераторный агрегат с системой его регулирования;
- 2 - линия редуцирования давления газа;
- 3 - запорный кран;
- 10 4 - фильтр;
- 5 - предохранительный запорный клапан;
- 6 - регулятор давления газа;
- 7 - предохранительный сбросной клапан;
- 8 - объемный пневмодвигатель;
- 15 9 - электрогенератор;
- 10 - регулирующий клапан;
- 11 - датчик перепада давлений на объемном пневмодвигателе;
- 12 - элемент сравнения;
- 13 - усилитель сигнала;
- 20 14 - исполнительное устройство.

Детандер-генераторный агрегат с системой его регулирования 1 (фиг. 1), находящийся на линии редуцирования 2 между предохранительным запорным клапаном 5 и регулятором давления газа 6, включает: объемный пневмодвигатель 8, расположенный непосредственно на линии редуцирования 2 и связанный кинематически с электрогенератором 9, выход пневмодвигателя 8 соединен с его входом через регулирующий клапан 10, который приводится в действие исполнительным механизмом 14 через усилитель сигнала 13, элемент сравнения 12 и датчик перепада давлений на объемном пневмодвигателе 11.

На линии редуцирования 2 последовательно располагаются: запорный кран 3, фильтр 4, предохранительный запорный клапан 5, детандер-генераторный агрегат с системой его регулирования 1, регулятор давления 6, запорный кран 3, предохранительный сбросной клапан 7.

Устройство работает следующим образом. Во время отбора газа потребителями газ проходит через запорный кран 3, фильтр 4 и предохранительный запорный клапан 5, 35 объемный пневмодвигатель 8, регулирующий клапан 10, регулятор давления газа 6, запорный кран 3.

После предохранительного запорного клапана 5 поток разделяется в зависимости от степени открытия регулирующего клапана 10. Часть проходит через объемный пневмодвигатель 8, где, теряя энергию, совершает работу, которая преобразуется в механическую, а затем, при помощи электрогенератора 9, в электрическую энергию. Другая часть проходит через параллельную линию, которая соединяет выход объемного пневмодвигателя 8 с его входом и содержит регулирующий клапан 10.

Угловая скорость ротора электрогенератора зависит от момента на его валу, который определяется электрической нагрузкой и перепадом давлений на объемном пневмодвигателе. Перепад давлений, соответствующий номинальной угловой скорости, определяется расчетом и является уставкой для системы регулирования.

Для регулирования объемного пневмодвигателя 8 датчик 11 формирует сигнал, пропорциональный перепаду давлений, который сравнивается на элементе сравнения

12 с сигналом уставки, после чего создается сигнал управляющего воздействия, который через усилитель сигнала 13 передается на исполнительное устройство 14, связанное с регулирующим клапаном 10.

5 При уменьшении отбора газа потребителями давление после объемного пневмодвигателя растет, а перепад на нем соответственно уменьшается ниже значения уставки, что выявляется элементом сравнения 12. Для его поддержания при помощи усилителя сигнала 13 и исполнительного устройства 14 регулирующий клапан 10 закрывается, увеличивая таким образом поток газа, проходящий через объемный пневмодвигатель до тех пор, пока перепад давлений на пневмодвигателе не сравняется  
10 с уставкой.

При увеличении отбора газа потребителями работа устройства происходит в обратном порядке.

#### (57) Формула изобретения

15 Детандер-генераторный агрегат с системой его регулирования, включающий электрогенератор, регулирующий орган с приводом, усилитель сигнала и блок сравнения, отличающийся тем, что на линии редуцирования между предохранительным запорным клапаном и регулятором давления дополнительно установлен объемный пневмодвигатель, при этом выход объемного пневмодвигателя соединен с его входом  
20 через регулирующий клапан, датчик перепада давлений на объемном пневмодвигателе соединен с элементом сравнения, усилителем сигнала и исполнительным устройством, связанным с регулирующим клапаном.

25

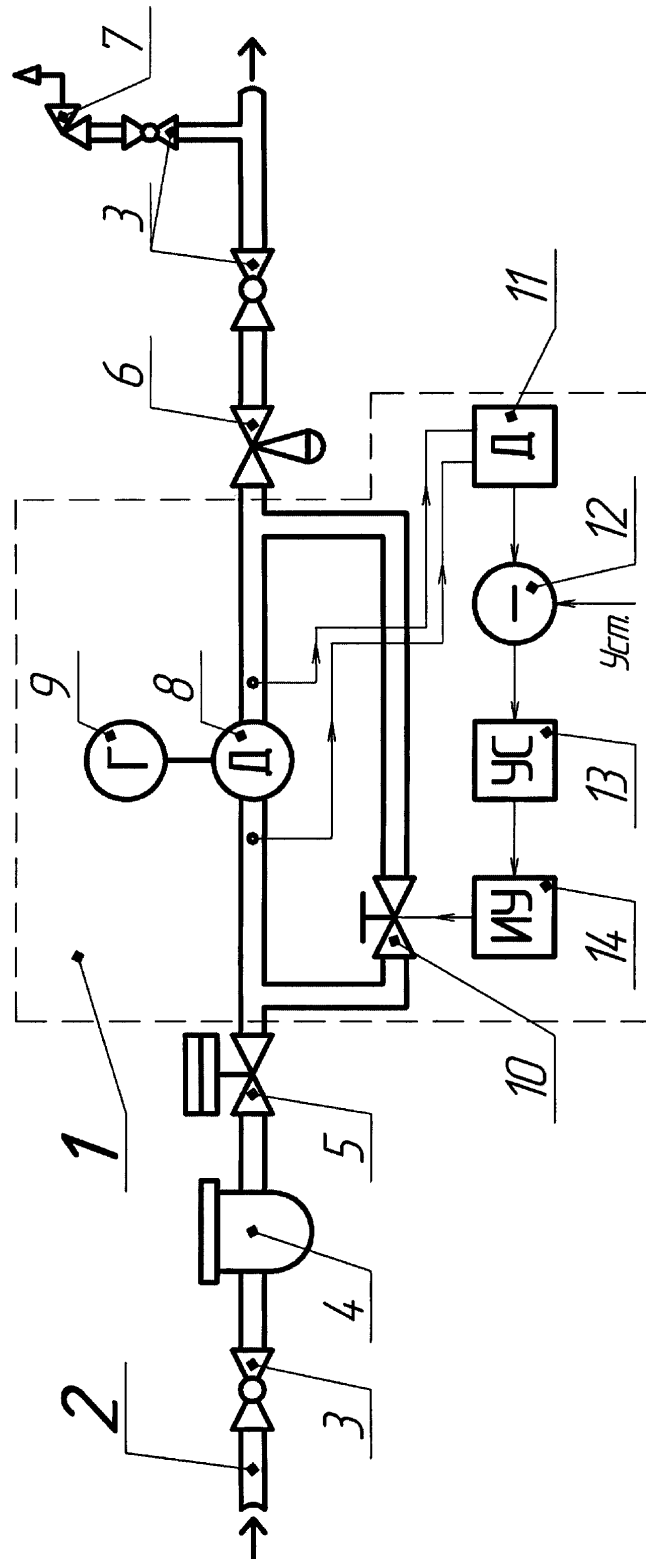
30

35

40

45

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ  
С СИСТЕМОЙ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ



Фиг. 1