

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2737214

ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

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

Авторы: *Белоусов Артём Евгеньевич (RU), Дмитриева Алёна Сергеевна (RU), Щипачёв Андрей Михайлович (RU)*

Заявка № 2020115746

Приоритет изобретения 13 мая 2020 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 26 ноября 2020 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 13 мая 2040 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G05D 16/00 (2020.08); F17D 1/04 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020115746, 13.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.05.2020

Дата регистрации:
26.11.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 13.05.2020

(45) Опубликовано: 26.11.2020 Бюл. № 33

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Белоусов Артём Евгеньевич (RU),
Дмитриева Алёна Сергеевна (RU),
Щипачёв Андрей Михайлович (RU)

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1807469 A1, 07.04.1993. RU
2617856 C1, 28.04.2017. RU 2647814 C1,
19.03.2018. US 2019/0384332 A1, 19.12.2019. GB
2136095 A, 12.09.1984.

(54) ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области газовой промышленности, а именно к регуляторам давления. Регулятор содержит центральное тело сопла, регулирующий клапан с исполнительным устройством, управляющий контроллер и датчик давления, причем центральное тело расположено внутри сопла, вход и выход проточного корпуса соединены соответственно с патрубками высокого и низкого давлений, а также между собой через трубопровод с регулирующим клапаном, вход исполнительного устройства

которого связан с выходом управляющего контроллера, соединенного с выходом датчика давления, установленного перед выходным патрубком низкого давления. Техническим результатом является повышение эффективности процесса редуцирования путем поддержания давления на выходе из термоакустического регулятора давления на заданном уровне при наименьшей величине падения температуры газа в широких диапазонах входных давлений и расходов через него. 1 ил.

RU
2 737 214
C1

RU
2 737 214
C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G05D 16/00 (2006.01)
F17D 1/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G05D 16/00 (2020.08); F17D 1/04 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020115746, 13.05.2020**

(24) Effective date for property rights:
13.05.2020

Registration date:
26.11.2020

Priority:
(22) Date of filing: **13.05.2020**

(45) Date of publication: **26.11.2020 Bull. № 33**

Mail address:
**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):
**Belousov Artem Evgenevich (RU),
Dmitrieva Alena Sergeevna (RU),
Shchipachev Andrei Mikhailovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet" (RU)**

(54) **THERMOACOUSTIC PRESSURE REGULATOR**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to gas industry, namely, to pressure regulators. Control includes central nozzle body, control valve with actuator, control controller and pressure sensor, wherein central body is located inside nozzle, inlet and outlet of flow housing are connected to high and low pressure pipes, respectively, and to each other via pipeline with control valve, input of actuating device of which is connected

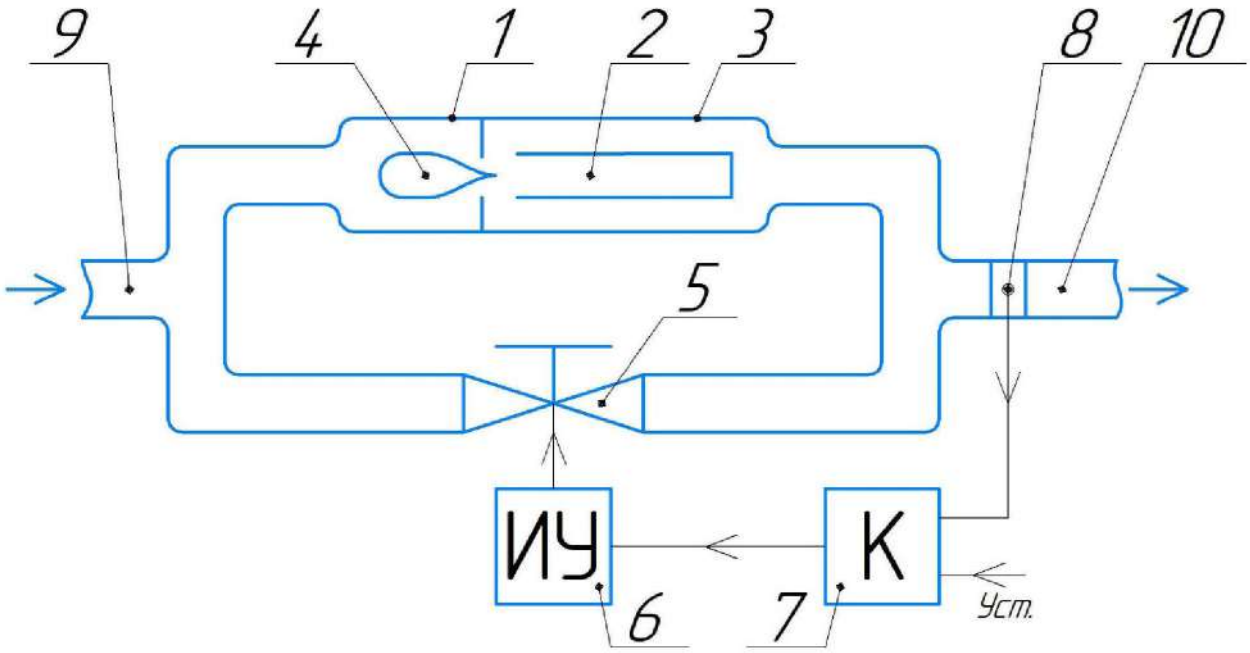
to output of control controller connected to output of pressure sensor installed before output branch pipe of low pressure.

EFFECT: high efficiency of the reduction process by maintaining pressure at the outlet of the thermoacoustic pressure regulator at a given level with the lowest value of gas temperature drop in wide ranges of input pressures and flow rates through it.

1 cl, 1 dwg

RU
2 737 214
C 1

RU
2 737 214
C 1



Фиг. 1

RU 2737214 C1

RU 2737214 C1

Изобретение относится к области газовой промышленности, а именно к регуляторам давления, и может быть использовано в пунктах редуцирования для понижения и поддержания на заданном уровне давления природного газа с попутным перераспределением его энергии таким образом, чтобы сократить величину падения температуры в процессе редуцирования, что позволит снизить расход тепла внешних источников энергии на ее восстановление, необходимое для предотвращения обмерзания оборудования и гидратообразования.

Известен термостабилизирующий регулятор давления (патент РФ № 2617856, опубл. 28.04.2017), содержащий подводящий трубопровод, соединенный каналом через узел регулирования потока газа с цилиндром температурного разделения и через диафрагму - с отводящим трубопроводом. Положительная обратная связь обеспечивается по «горячему» контуру каналом между трубопроводом и цилиндром температурного разделения, который содержит крестовину с плавно выпрямляющими поток газа профилированными пластинами и центральным каналом возврата «горячего» газа после крестовины в центр цилиндра температурного разделения, узел регулирования потока газа, устройство закрутки и поворота газа на «горячем» конце цилиндра температурного разделения, содержащее в стенках каналы поворота «горячего» газа, соединенные с трубками, расположенными в канале вокруг цилиндра температурного разделения для обеспечения выхода перепускаемой части «горячего» газа из цилиндра температурного разделения в отводящий трубопровод. Каждый канал поворота «горячего» газа содержит терморегулятор с возможностью поддержания заданной температуры на выходе из регулятора давления за счет изменения площади проходного сечения каналов поворота «горячего» газа в зависимости от величины температуры газа в устройстве закрутки и поворота газа.

Недостатком известного технического решения является фиксированный диапазон перепадов давлений и расходов газа, в которых возможна эффективная работа терморегуляторов, используемых в системе предварительного подогрева газа, что снижает диапазон функционирования регулятора давления в целом. Кроме этого, получение высоких температур с использованием лежащего в основе изобретения эффекта Ранка-Хилша на практике затруднительнее, чем в случае применения эффекта Гартмана-Шпренгера.

Известен способ регулируемого бесподогревного редуцирования магистрального природного газа и устройство для его осуществления (патент РФ № 2162190, опубл. 20.01.2001). Устройство для регулируемого бесподогревного редуцирования магистрального природного газа содержит устройство энергоразделения, аппарат для утилизации образующегося холода и линии подвода и отвода газа, которое дополнительно снабжено узлом плавного регулирования общего расхода газа, соединенного линией подачи газа с энергоразделительным устройством, представляющим собой кожухотрубный теплообменник в виде трубы с относительной длиной $\bar{x}_{\text{дозв}} = \text{от } 5 \text{ до } 20$ калибров и имеющий раздельные входы дозвукового и сверхзвукового потоков газа, линию отвода газа к потребителю и линию подачи газа в аппарат утилизации холода из теплообменника. Сам теплообменник имеет приемную камеру для приема газа и редуцирующий орган, выполненный в виде пучка сверхзвуковых каналов, при этом каждый канал начинается профилированным соплом и заканчивается диффузором, расположенным на двух трубных досках, а каждое сопло или часть их имеют отсекающий клапан для дискретного регулирования общего расхода регулируемого газа.

Недостатком известного технического решения является генерация получаемого при дросселировании холода, требующего утилизации, что ограничивает применение известного устройства.

Известен газодинамический нагреватель (патент РФ № 2225574, опубл. 10.03.2004), содержащий сопло, снабженное расширяющейся сверхзвуковой частью, и соосно расположенный конический резонатор, причем угол раскрытия расширяющейся части сопла составляет от 10 до 20° на одну сторону.

Недостатком известного технического решения является узкий диапазон перепадов давлений на сопле и расстояний между соплом и резонатором, при которых возможна эффективная работа нагревателя.

Известен газодинамический нагреватель (патент РФ № 38899, опубл. 10.07.2004), содержащий сопло и соосно закрепленный резонатор. Сопло снабжено центральным телом, причем средний диаметр расположения минимального сечения сопла с центральным телом выбирается из условия $d_{кр} = 0,5 \dots 1,0 \cdot d_{вх}$, где $d_{кр}$ - средний диаметр расположения сопла с центральным телом, $d_{вх}$ - диаметр входа резонатора.

Недостатками известного технического решения является рассеивание используемого для нагрева газа после прохождения им сопла, что ограничивает применимость устройства.

Известно дроссельное устройство (Шушин Н.А. О нагреве газа при дросселировании // Известия вузов. Авиационная техника. - 2001. - №4. - С. 67-70.), взятое за прототип, содержащее сверхзвуковое сопло и закрепленный соосно ему резонатор, располагаемые в едином проточном корпусе, причем единый корпус обеспечивает герметизацию потока и способствует обтеканию разогретого резонатора ранее охлажденной в процессе разгона частью потока для его подогрева, что позволяет достичь сокращения величины падения температуры на выходе из устройства в сравнении с обычным дросселированием через отверстие.

Недостатком известного технического решения является фиксированные узкие диапазоны входных давлений и расходов газа через него, в которых возможно дросселирование до определенного требуемого выходного давления при обеспечении наименьшей величины падения температуры на выходе из устройства.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение эффективности процесса редуцирования путем поддержания давления на выходе из термо-акустического регулятора давления на заданном уровне при наименьшей величине падения температуры газа в широких диапазонах входных давлений и расходов через него.

Технический результат достигается тем, что термо-акустический регулятор давления дополнительно содержит центральное тело сопла, регулирующий клапан с исполнительным устройством, управляющий контроллер и датчик давления, причем центральное тело расположено внутри сопла, вход и выход проточного корпуса соединены соответственно с патрубками высокого и низкого давлений, а также между собой через трубопровод с регулирующим клапаном, вход исполнительного устройства которого связан с выходом управляющего контроллера, соединенного с выходом датчика давления, установленного перед выходным патрубком низкого давления.

Устройство поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - общая схема устройства, где:

1 - сопло;

- 2 - резонатор;
- 3 - единый проточный корпус;
- 4 - центральное тело;
- 5 - регулирующий клапан;
- 6 - исполнительное устройство регулирующего клапана;
- 7 - управляющий контроллер;
- 8 - датчик давления;
- 9 - входной патрубок высокого давления;
- 10 - выходной патрубок низкого давления.

Термо-акустический регулятор давления содержит сопло 1 (Фиг. 1) и закрепленный соосно ему резонатор 2, расположенные в едином проточном корпусе 3. Термо-акустический регулятор давления дополнительно содержит центральное тело 4 сопла 1, регулирующий клапан 5 с исполнительным устройством 6, управляющий контроллер 7 и датчик давления 8. Причем центральное тело 4 расположено внутри сопла 1, вход и выход проточного корпуса 3 соединены соответственно с патрубками высокого 9 и низкого 10 давлений, а также между собой через трубопровод с регулирующим клапаном 5, вход исполнительного устройства 6 которого связан с выходом управляющего контроллера 7, соединенного с выходом датчика давления 8, установленного перед выходным патрубком низкого давления 10.

Сопло 1 с центральным телом 4 обладает автоматическим регулированием, что позволяет ему обеспечивать стабильный разогрев заглушенного торца резонатора 2 в широком диапазоне перепадов давлений, начиная с критического. Контроллер 7 на основании сигнала с датчика давления 8 при помощи исполнительного устройства 6 управляет регулирующим клапаном 5, изменяя соотношение проходящих через сопло 1 и клапан 5 потоков, обладающих различным давлением, и, тем самым, обеспечивает регулирование и поддержание давления на выходе из устройства на заданном уровне, а также стабилизирует величину перепада давлений на сопле 1 при любом расходе газа через устройство.

Устройство работает следующим образом. После прохождения патрубка высокого давления 9 поток газа разделяется на два, количественное соотношение которых определяется степенью открытия регулирующего клапана 5. Управление регулирующим клапаном 5 осуществляется контроллером 7 через исполнительное устройство 6 в зависимости от величины рассогласования значений давления на выходе термо-акустического регулятора, измеряемого датчиком 8, с уставкой (Уст.) требуемой величины давления.

Первый поток, теряя давление и температуру, разгоняется в сопле 1 с центральным телом 4 и набегают на заглушенную полость резонатора 2, возбуждая разогревающие находящийся в нем газ высокочастотные ударные волны. Разогретый газ периодически истекает из резонатора 2 в проточную часть единого с соплом 1 корпуса 3, где смешивается с обтекающим резонатор 2 газом низкой температуры, образуя с ним поток газа усредненной температуры, направляемый на смешение с отделенным ранее после входного патрубка высокого давления 9 вторым потоком газа.

Второй поток газа проходит через регулирующий клапан 5, где дросселируется в зависимости от степени его открытия и направляется на смешение с первым. Разделенные ранее после входного патрубка высокого давления 9 потоки смешиваются в один, который через выходной патрубок низкого давления 10 выводятся из термо-акустического регулятора давления с требуемыми значениями давления и температуры.

Давление на выходе термо-акустического регулятора зависит от количеств подачи

природного газа через регулирующий клапан 5 и через сопло 1, а также от степеней понижения давления на них. Поддержание давления на выходе из термо-акустического регулятора на заданном уровне, вместе с автоматическим регулированием высотности сопла 1 его центральным телом 4, позволяют обеспечить стабильность работы термо-акустического регулятора, зависящую от постоянства перепада давлений на сопле 1, что, в свою очередь, обеспечивает большую линейность зависимости температуры на выходе из регулятора от расхода через него и надежность технологической операции редуцирования в целом.

При уменьшении отбора газа потребителями давление после термо-акустического регулятора увеличивается, уменьшая при этом перепад давлений на сопле 1. Превышение давления над уставкой (Уст.), при помощи датчика 8 регистрируется контроллером 7, который посылает исполнительному устройству 6 сигнал на уменьшение степени открытия регулирующего клапана 5 до тех пор, пока давление на выходе термо-акустического регулятора не сравняется с уставкой (Уст.) требуемого давления, попутно восстановив при этом перепад давлений на сопле 1. При увеличении отбора газа потребителями, для поддержания давления на выходе термо-акустического регулятора давления, регулирующий клапан 5 открывается.

Таким образом, как показано в вышеприведенном описании изобретения, достигается технический результат, заключающийся в повышении эффективности процесса редуцирования путем поддержания давления на выходе из термо-акустического регулятора давления на заданном уровне при наименьшей величине падения температуры газа в широких диапазонах входных давлений и расходов через него.

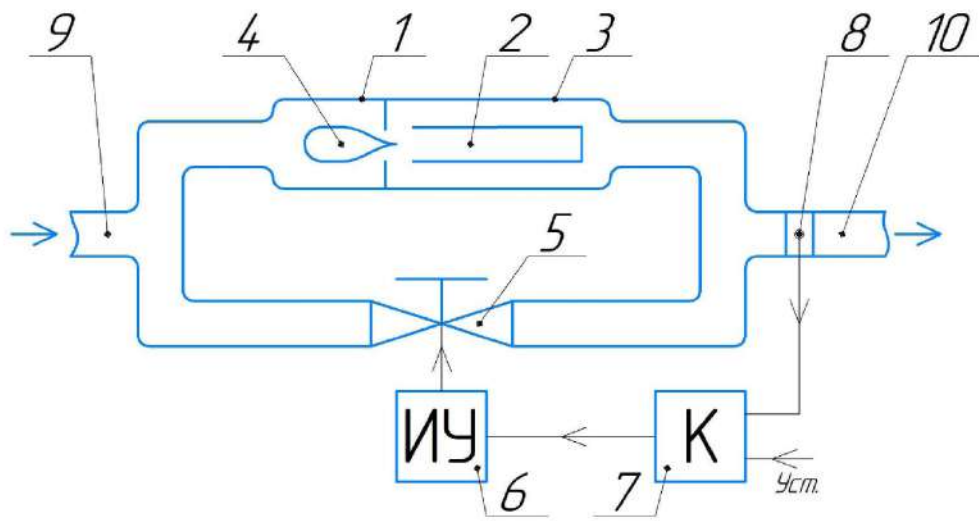
(57) Формула изобретения

Термоакустический регулятор давления, включающий сопло и закреплённый соосно ему резонатор, расположенные в едином проточном корпусе, отличающийся тем, что дополнительно содержит центральное тело сопла, регулирующий клапан с исполнительным устройством, управляющий контроллер и датчик давления, причём центральное тело расположено внутри сопла, вход и выход проточного корпуса соединены соответственно с патрубками высокого и низкого давлений, а также между собой через трубопровод с регулирующим клапаном, вход исполнительного устройства которого связан с выходом управляющего контроллера, соединенного с выходом датчика давления, установленного перед выходным патрубком низкого давления.

35

40

45



Фиг. 1