



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016136514, 12.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.09.2016

Дата регистрации:
01.02.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.09.2016

(45) Опубликовано: 01.02.2017 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

127018, Москва, 3-ий пр-д Марьиной Рощи, 40,
ФГУП "НПО "Техномаш", отд. 701, А.В.
Корнилову

(72) Автор(ы):

**Булат Павел Викторович (RU),
Продан Николай Васильевич (RU),
Засухин Отто Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной ответственностью
"Проблемная лаборатория "Турбомашины"
(RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: **RU 146440 U1, 10.10.2014. US
20110096634 A1, 28.04.2011. WO 1992010401
A1, 25.06.1992. US 3605555 A1, 20.09.1971. JP
3049468 U, 09.06.1998. US 3514073 A,
26.05.1970.**

(54) АКУСТИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

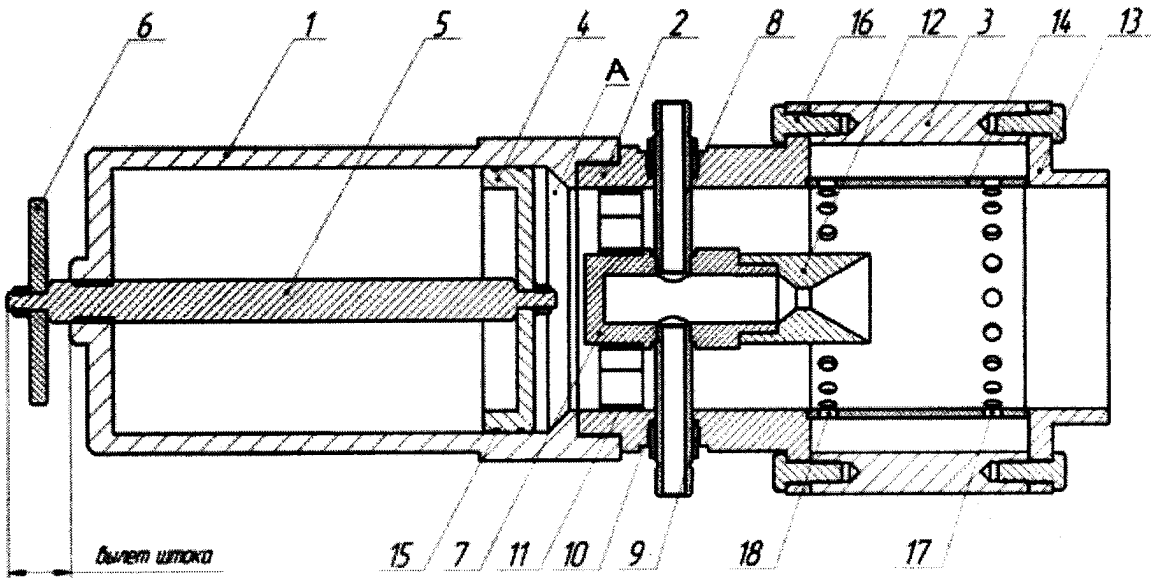
(57) Реферат:

Полезная модель относится к акустике, в частности к оборудованию для генерирования акустических колебаний, создаваемых пульсациями среды в высокоскоростной струе. Акустический излучатель содержит полый корпус, к торцам которого прикреплены гильза и стакан. Полости корпуса, стакана и гильзы образуют резонирующую полость. Механизм регулирования объема резонирующей полости выполнен в виде штока и установленного в полости стакана с возможностью перемещения поршня, скрепленного с концом штока. На наружной поверхности штока выполнена резьба. Устройство также содержит оснащенный выходным соплом ресивер, к полости которого подведены установленные в корпусе газоходы. Излучатель снабжен втулкой, прикрепленной к

свободному торцу гильзы, а также проставкой, выполненной в виде трубки, расположенной в полости гильзы и зафиксированной в ней обращенными друг к другу торцами корпуса и втулки с образованием между наружной образующей трубки и внутренней поверхностью гильзы кольцевой полости. Сопло размещено в полости проставки, а по образующей проставки у ее торца, обращенного к втулке, выполнены входные отверстия, связывающие полость проставки с кольцевой полостью. У торца проставки, обращенного к корпусу, выполнены выходные отверстия, связывающие кольцевую полость с резонирующей полостью. Технический результат - расширение области использования акустического излучателя. 2 ил.

RU 168404 U1

RU 168404 U1



Фиг. 1

RU 168404 U1

RU 168404 U1

Полезная модель относится к оборудованию для генерирования акустических колебаний, создаваемых пульсациями среды в высокоскоростной струе, и может быть использована в тех областях, где возникает необходимость в применении регулируемых интенсивных звуковых колебаний в открытом пространстве, в замкнутых и
5 полузамкнутых объемах, например, в металлургической отрасли для упрочнения поверхностных слоев металлических изделий.

Известен газоструйный излучатель, содержащий оснащенный воздухопроводом корпус, в котором установлены сопло и резонатор, выполненный в виде стакана, сопло и резонатор расположены в корпусе соосно и таким образом, что их общая ось проходит
10 через фокус сферического отражателя, образованного в корпусе.

В процессе работы газоструйного излучателя рабочая среда - компрессорный воздух под давлением 0,05-0,6 МПа подается по воздухопроводу на вход сопла. Воздух проходит через сопло и поступает в резонатор. На участке сопло - резонатор генерируются звуковые волны, которые отражаются от отражателя. Основная несущая
15 частота генерирования волн регулируется подбором глубины полости резонатора.

(см. патент РФ №1571856, кл. В06В 1/20, 1995 г.).

В результате анализа выполнения известного излучателя необходимо отметить, что в его конструкции не предусмотрена возможность плавного регулирования частоты генерирования излучаемых звуковых волн, что значительно сокращает область его
20 использования.

Известен акустический излучатель, содержащий полый корпус, к одному из торцов которого пристыкован стакан, а к другому - втулка. Сообщенные друг с другом полости корпуса, стакана и втулки образуют резонирующую полость. В стакане с возможностью перемещения размещен поршень, предназначенный для регулирования объема
25 резонирующей полости. В корпусе размещен ресивер, к входу которого подведены пропущенные через отверстия корпуса газоходы, а выход ресивера размещен в резонирующей полости, ограниченной на выходе диафрагмой. К выходному торцу ресивера присоединена гильза, в которой размещен стержень, установленный в гильзе посредством упругих опорных колец. На торце стержня закреплена шайба, образующая
30 с торцом гильзы кольцевой зазор, являющийся выходом ресивера.

В процессе работы излучателя в ресивер через газоходы подают под давлением рабочую среду (воздух), которая через кольцевой зазор между торцом гильзы и шайбой истекает из ресивера, образуя струю. Струя натекает на диафрагму, которая разделяет поток рабочей среды на две части. Одна часть поступает в резонирующую полость,
35 другая часть истекает в окружающее пространство. Истекающая струя отделяет резонирующую полость от окружающего пространства и ее можно считать замкнутой.

Так как часть рабочей среды попадает в резонирующую полость, то давление в ней возрастает. Рост давления обусловлен увеличением количества рабочей среды при постоянном объеме резонирующей полости. За счет того, что давление с одной стороны струи (со стороны резонирующей полости) больше, чем давление с другой стороны (со стороны окружающей среды), струя из-за силы, возникающей в результате разности давлений, смещается в сторону окружающей среды. Смещение струи будет происходить до тех пор, пока рабочая среда, вытекающая из кольцевой щели, не прекратит поступать в резонирующую полость, и из этой полости рабочая среда не начнет эжектироваться
45 и уноситься струей в окружающее пространство. Из-за уноса среды из резонирующей полости давление в ней начнет уменьшаться и в определенный момент станет ниже, чем давление в окружающем пространстве. За счет того, что давление с одной стороны струи (со стороны резонирующей полости) меньше, чем давление с другой стороны (со

стороны окружающей среды), струя, из-за силы, возникающей в результате разности давлений, смещается в сторону резонирующей полости. Такое смещение струи будет происходить до тех пор, пока давление в ней не станет равным давлению в окружающей среде, после чего, процесс начнет повторяться. За счет описанного повторяющегося колебания струи в окружающее пространство из излучателя будет истекать пульсирующий поток с интенсивным акустическим излучением и определенной основной дискретной частотой.

Частота и амплитуда генерируемых резонатором акустических колебаний зависит от объема резонирующей полости. Увеличение ее объема приводит к уменьшению частоты и увеличению амплитуды колебаний, т.к. требуется больше времени для наполнения полости рабочей средой. И наоборот, уменьшение объема полости приводит к увеличению частоты и уменьшению амплитуды колебаний, т.к. требуется меньше времени для наполнения полости. Таким образом, возможность регулирования объема резонирующей полости обеспечивает работу устройства в широких диапазонах амплитудно-частотных характеристик.

(см. патент РФ на полезную модель №146440, кл. В06В 1/20, 2014 г.)

В результате анализа известного акустического излучателя необходимо отметить, что он, в отличие от приведенного выше, обеспечивает возможность регулирования работы в широких диапазонах амплитудно-частотных характеристик за счет регулирования объема резонирующей полости. Однако для известного излучателя характерны и недостатки. Первый из них заключается в сложности регулирования расхода рабочей среды и отсутствии возможности плавного его регулирования при заданных амплитудно-частотных характеристиках. Максимальный расход обусловлен величиной кольцевой щели, так как площадь проходного сечения в ней минимальна относительно всего тракта подвода рабочей среды. Для регулирования расхода рабочей среды изменяется величина зазора кольцевой щели, при увеличении требуемого расхода через резонатор величина зазора кольцевой щели увеличивается, и при определенном значении площадь проходного сечения кольцевой щели становится больше площади проходного сечения ресивера, в связи с чем для дальнейшего увеличения расхода рабочей среды необходимо менять ресивер. Расход газа, в свою очередь, напрямую влияет на мощность акустического излучения.

Другим существенным недостатком известного акустического излучателя является сложность подвода сжатого газа к кольцевому зазору, так как в полости ресивера находится стержень с опорными кольцами, препятствующими прохождению газа. Для обеспечения максимального расхода газа требуется увеличение максимальной величины проходного сечения полости ресивера, что достигается путем использования опорных колец с минимальной толщиной стенок и стержня с минимальным диаметром поперечного сечения, что приводит к снижению надежности устройства. Если требуется увеличение максимального расхода газа через резонатор, то требуется увеличивать размеры ресивера и компонентов, расположенных в его полости, что приводит к увеличению массогабаритных характеристик устройства. Все это снижает диапазон регулирования параметров работы излучателя.

Известен генератор ударных волн, содержащий, полый корпус, к одному из торцов которого пристыкован стакан, а к другому - втулка. Внутренние объемы корпуса, стакана и втулки образуют резонирующую полость. В стакане с возможностью перемещения размещен поршень, предназначенный для регулирования объема резонирующей полости. В полости корпуса посредством опорного кольца закреплен ресивер, к полости которого подведены газоходы, пропущенные через выполненные

в корпусе радиальные отверстия. Для обеспечения герметичности полости корпуса в радиальных отверстиях корпуса установлены уплотнительные втулки, опирающиеся на уплотнительные шайбы. К торцу ресивера присоединено сопло. В полости гильзы, у ее свободного торца расположена трубка, смонтированная в гильзе посредством опорного кольца, закрепленного в полости гильзы.

В процессе работы генератора через газоходы в ресивер подают под давлением рабочую среду, которая через сопло истекает из ресивера, образуя струю, поступающую в полость гильзы. Давление среды в ресивере должно быть таким, чтобы реализовался колебательный режим ее течения. На таком режиме происходит изменение ударно-волновой структуры струи. При таком течении газа образуется перемещающийся по резонирующей полости газовый диск Маха, который двигается в сторону трубки. В момент достижения газового диска Маха торца трубки, происходит его отсечение от резонирующей полости, после чего внутри трубки перемещается к ее выходу отсеченный диск Маха в виде ударной волны. В результате из трубки истекает поток рабочей среды в виде ударных волн, размеры которых совпадают с размерами внутренней полости трубки. Частота, с которой ударные волны рабочей среды истекают из устройства, зависит от частоты колебательного течения в резонирующей полости. Увеличение объема данной полости приводит к уменьшению частоты образования ударных волн вследствие более медленного опорожнения полости за счет эжекционных свойств струи. И наоборот, уменьшение ее объема приводит к увеличению частоты образования ударных волн вследствие более быстрого опорожнения полости за счет эжекционных свойств струи рабочей среды. Управление частотными характеристиками генератора происходит за счет регулирования объема резонирующей полости.

(см. патент РФ на полезную модель №154734 кл. F15B 21/12, B06B 1/02, 2014 г.) - наиболее близкий аналог.

Как показал сравнительный анализ данного решения и предыдущего аналога, резонатор рассматриваемого решения обладает более простой конструкцией и не содержит элементов внутри полости ресивера, что расширяет диапазон расхода газа, проходящего через резонатор, при сравнимых массогабаритных характеристиках и без необходимости вносить значительные изменения в конструкцию устройства.

К недостаткам данного генератора ударных волн следует отнести узкий диапазон по частоте возбуждаемых колебаний и частоте следования ударных волн. Это обусловлено тем, что возвратный поток рабочей среды, образующийся в результате натекания струи на стенку канала и разделения на поток с направлением, совпадающим с направлением течения в струе, и поток с обратным направлением (возвратный поток) недостаточен для интенсивного наполнения резонирующей полости, так как большая часть рабочей среды вытекает в окружающее пространство и не используется в процессе возбуждения колебаний. Для регулирования частоты следования ударных волн и их интенсивности в этом устройстве используется два параметра: полное давление в ресивере и объем донной области. В связи с тем, что колебания возникают только в узком диапазоне полных давлений и частот возможности донной области для расширения этого частотного диапазона в полной мере не используются.

Технический результат полезной модели заключается в расширении области использования акустического излучателя за счет увеличения диапазона частотных характеристик, которое обеспечивается путем увеличения расхода газа в возвратном потоке, направленном в резонирующую полость.

Указанный технический результат обеспечивается тем, что в акустическом излучателе, содержащем полый корпус, к торцам которого прикреплены гильза и стакан, с

образованием полостями корпуса, стакана и гильзы резонирующей полости, механизм регулирования объема резонирующей полости, выполненный в виде штока и установленного в полости стакана с возможностью перемещения поршня, скрепленного с концом штока, на наружной поверхности которого выполнена резьба, которой шток
 5 ввинчен в резьбовое отверстие, выполненное в дне стакана, размещенный в корпусе и оснащенный выходным соплом ресивер, к полости которого подведены установленные в корпусе газоходы, новым является то, что излучатель дополнительно оснащен втулкой, прикрепленной к свободному торцу гильзы, а также проставкой, выполненной в виде трубки, расположенной в полости гильзы и зафиксированной в ней обращенными друг
 10 к другу торцами корпуса и втулки с образованием между наружной образующей трубки и внутренней поверхностью гильзы кольцевой полости, сопло размещено в полости проставки, а по образующей проставки у ее торца, обращенного к втулке, выполнены входные отверстия, связывающие полость проставки с кольцевой полостью, а у торца проставки, обращенного к корпусу, выполнены выходные отверстия, связывающие
 15 кольцевую полость с резонирующей полостью.

Образованная коаксиальная полость канала обратной связи позволяет менять расход газа в донной области, т.е. менять расходные характеристики при натекании хвоста струи на внутреннюю поверхность проставки. При этом рабочая среда с линии натекания границы струи попадает в канал обратной связи и, истекая через выходные отверстия,
 20 увеличивает расход рабочей среды, поступающей в донную область резонирующей полости, и уменьшая, тем самым, разряжение в этой области. Нестационарный процесс циркуляции газа через канал обратной связи вызывает колебания и позволяет использовать большее количество газа в целом для создания колебаний потока в устройстве.

35 Сущность заявленной полезной модели поясняется графическими материалами, на которых:

- на фиг. 1 - представлен акустический излучатель, осевой разрез;
- на фиг. 2 - графики изменения давления рабочей среды в резонирующей полости «А» P_A от его подаваемого давления P_0 . Значения давлений представлены в

30 безразмерном виде.

Акустический излучатель содержит стакан 1, полый корпус 2, гильзу 3. Стакан 1 и гильза 3 одним из своих торцов прикреплены к торцам корпуса 2. Стакан и гильза соединены с корпусом таким образом, что их внутренние объемы образуют единую полость «А» - резонирующую полость.

35 Монтаж гильзы 3 на корпусе 2 и стакана 1 на корпусе 2 может быть осуществлен различным известным образом, например, посредством резьбового или фланцевого соединения.

Акустический излучатель оснащен механизмом регулирования объема резонирующей полости «А», выполненным в виде размещенного с возможностью перемещения в
 40 полости стакана 1 поршня 4 и соединенного с ним концом штока 5. На штоке 5 по наружной поверхности выполнена резьба, которой он ввинчен в резьбовое отверстие, выполненное в дне стакана 1. На другом конце штока 5, находящемся вне полости стакана, закреплен элемент вращения штока (например, рукоятка) 6.

В корпусе 2 смонтирован ресивер 7, к полости которого подведены газоходы 8, пропущенные через выполненные в корпусе радиальные отверстия. Для обеспечения герметичности полости корпуса в радиальных отверстиях корпуса установлены
 45 уплотнительные втулки 9, опирающиеся на уплотнительные шайбы 10.

Ресивер 7 закреплен в корпусе 2 посредством опорного кольца 11.

К торцу ресивера 7 присоединено сопло 12. Установка сопла 12 на ресивере 7 может быть осуществлена различным известным образом, например, посредством резьбового соединения или прессовой посадки.

К свободному торцу гильзы 3 прикреплена втулка 13.

5 Внутри гильзы 3 имеется проставка 14, выполненная в виде трубки. Проставка зафиксирована между торцами корпуса 2 и втулки 13. При монтаже проставки 14, она, после установки в заданное положение, поджимается торцом втулки 13 к торцу корпуса 2 за счет ее перемещения в осевом направлении при притягивании винтами втулки к гильзе 3. Проставка 14 расположена в полости гильзы 2 таким образом, что ее наружная
10 образующая и внутренняя поверхность гильзы образуют полость кольцевой формы (кольцевую полость). Сопло 12 расположено в полости проставки 14.

Между внутренней поверхностью стакана 1 и внешней поверхностью поршня 4 установлены уплотнительные кольца 15. Корпус 2 и гильза 3 скреплены друг с другом посредством винтов 16.

15 На образующей проставки 14 у каждого ее торца выполнены сквозные отверстия 17 и 18, которые сообщают полость с внутренним объемом проставки 14. Отверстия 17 расположены со стороны торца втулки 13 и являются входными отверстиями, предназначенными для поступления рабочей среды в образованную кольцевую полость. Отверстия 18 расположены со стороны торца корпуса 2 и являются выходными
20 отверстиями, предназначенными для поступления рабочей среды из кольцевой полости в резонирующую полость.

Образованная кольцевая полость с боковых сторон ограничена обращенными друг к другу торцами корпуса 2 и втулки 13 и по своей выполняемой функции является каналом обратной связи.

25 Данный канал обратной связи соединяет внутреннюю полость излучателя, расположенную за выходным срезом сопла 12 с резонирующей полостью «А». Наличие входных 17 и выходных 18 отверстий обеспечивает течение рабочей среды по каналу обратной связи в обратном, относительно истекающего из сопла 12 газа направлении, в направлении резонирующей полости «А». Входные отверстия 17 наиболее
30 целесообразно выполнять таким образом, чтобы во время работы излучателя в их зоне находилась линия натекания границы сверхзвуковой струи рабочей среды, истекающей из сопла 12 на внутреннюю поверхность проставки 14.

Акустический излучатель работает следующим образом.

35 Перед началом работы осуществляют настройку акустического излучателя на заданный режим работы.

Основными характеристиками акустического излучателя являются частота и интенсивность генерируемого акустического поля. Параметры акустического поля задаются давлением подаваемой рабочей среды P_0 и вылетом штока 5, определяющим
40 положение поршня 4 в полости стакана 1 и, следовательно, объем резонирующей полости «А». Зная требуемые параметры акустического поля, определяют необходимую величину давления подачи рабочей среды и вылет штока 5, определяющий объем резонирующей полости «А». Определение данных параметров осуществляется по известным методикам и не представляет сложностей для специалистов.

45 В процессе работы акустического излучателя через газоходы 8 в ресивер 7 подают под давлением рабочую среду (например, воздух от компрессора - не показан), которая через сопло 12 истекает из ресивера 7, образуя питающую струю, поступающую через сопло 12 в полость проставки 14. Давление рабочей среды в ресивере изменяют до тех пор, пока линия натекания внешней границы струи не будет находиться в области

входных отверстий 17 проставки 14, что является условием для возникновения колебаний рабочей среды в излучателе.

Таким образом, истекая из сопла 12, граница струи натекает на внутреннюю поверхность втулки 13, а затем, по мере увеличения давления подаваемой рабочей среды, линия натекания смещается в сторону проставки 14 и в определенный момент линия натекания струи располагается на внутренней поверхности проставки 14 в зоне отверстий 17, в результате чего рабочая среда с линии натекания струи через отверстия 17 начинает поступать в канал обратной связи через входные отверстия 17, образуя течение в направлении к резонирующей полости «А». Из канала обратной связи рабочая среда через выходные отверстия 18 поступает в резонирующую полость «А».

Отбор рабочей среды через канал обратной связи происходит до тех пор, пока давление в резонирующей полости «А» не превысит давление в питающей струе, после чего, в результате разности давлений, струя рабочей среды начнет смещаться в сторону окружающей среды. Смещение струи будет происходить до тех пор, пока рабочая среда, истекающая из сопла 12, не прекратит поступать в полость «А» (газ с границы натекания струи, по мере ее смещения, перестанет попадать в канал с обратной связью), и из полости «А» рабочая среда начнет эжектироваться и уноситься струей в окружающее пространство. Из-за уноса среды из полости «А» давление в ней начнет уменьшаться и в определенный момент станет ниже, чем давление в окружающем пространстве. За счет того, что давление с одной стороны струи (со стороны полости «А») меньше, чем давление с другой стороны (со стороны окружающей среды), струя, из-за силы, возникающей в результате разности давлений, смещается в сторону полости «А». Смещение струи в сторону полости «А» будет происходить до тех пор, пока ее границы не достигнут входных отверстий канала с обратной связью, после чего, процесс начнет повторяться. За счет описанного повторяющегося процесса колебания струи в окружающее пространство из излучателя будет истекать пульсирующий поток рабочей среды с интенсивным акустическим излучением и определенной основной дискретной частотой.

В процессе колебаний рабочей среды внутри излучателя происходит изменение давления в резонирующей полости «А» P_A . Зависимость давления P_A от подаваемого давления рабочей среды P_0 представлена на графиках (фиг. 2), на которых верхняя линия соответствует максимальному значению давления P_A в колебательном процессе, а нижняя линия соответствует минимальному значению давления P_A . Разность между максимальным и минимальным значениями P_A соответствует амплитуде колебаний. Малые значения амплитуды соответствуют высокочастотным колебаниям давления P_A , которые не представляют практического интереса в рамках рассматриваемого излучателя. Большие значения амплитуды соответствуют низкочастотным колебаниям давления P_A . На графике представлены результаты для двух излучателей: пунктирной линией обозначена зависимость изменения давления P_A для излучателя без канала обратной связи, такая конструкция соответствует наиболее близкому аналогу, сплошной линией обозначена зависимость изменения давления P_A для излучателя с каналом обратной связи, такая конструкция соответствует заявленной полезной модели. Наличие канала обратной связи обеспечивает низкочастотное акустическое излучение на тех режимах, где оно отсутствует для устройств без канала обратной связи, что значительно расширяет область использования заявленного акустического излучателя.

(57) Формула полезной модели

Акустический излучатель, содержащий полый корпус, к торцам которого
прикреплены гильза и стакан, с образованием полостями корпуса, стакана и гильзы
5 резонирующей полости, механизм регулирования объема резонирующей полости,
выполненный в виде штока и установленного в полости стакана с возможностью
перемещения поршня, скрепленного с концом штока, на наружной поверхности штока
выполнена резьба, которой шток ввинчен в резьбовое отверстие, выполненное в дне
10 стакана, размещенный в корпусе и оснащенный выходным соплом ресивер, к полости
которого подведены установленные в корпусе газоходы, отличающийся тем, что
излучатель дополнительно оснащен втулкой, прикрепленной к свободному торцу
гильзы, а также проставкой, выполненной в виде трубки, расположенной в полости
гильзы и зафиксированной в ней обращенными друг к другу торцами корпуса и втулки
15 с образованием между наружной образующей трубки и внутренней поверхностью
гильзы кольцевой полости, сопло размещено в полости проставки, а по образующей
проставки у ее торца, обращенного к втулке, выполнены входные отверстия,
связывающие полость проставки с кольцевой полостью, а у торца проставки,
обращенного к корпусу, выполнены выходные отверстия, связывающие кольцевую
20 полость с резонирующей полостью.

20

25

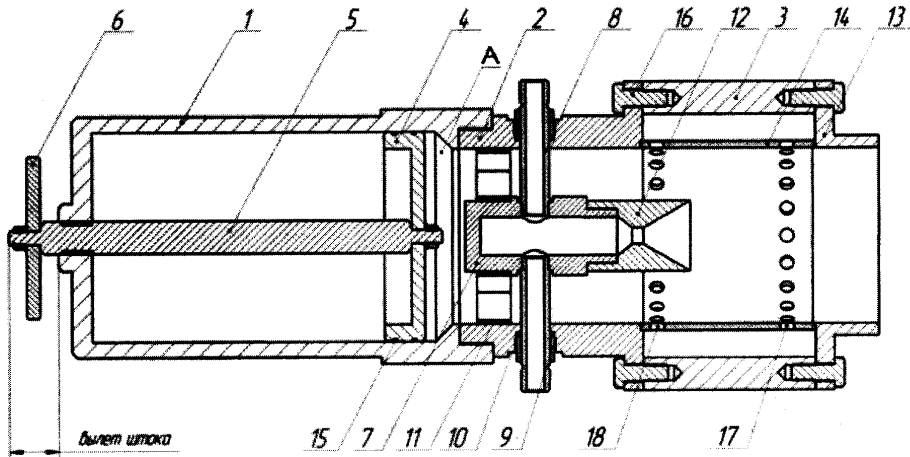
30

35

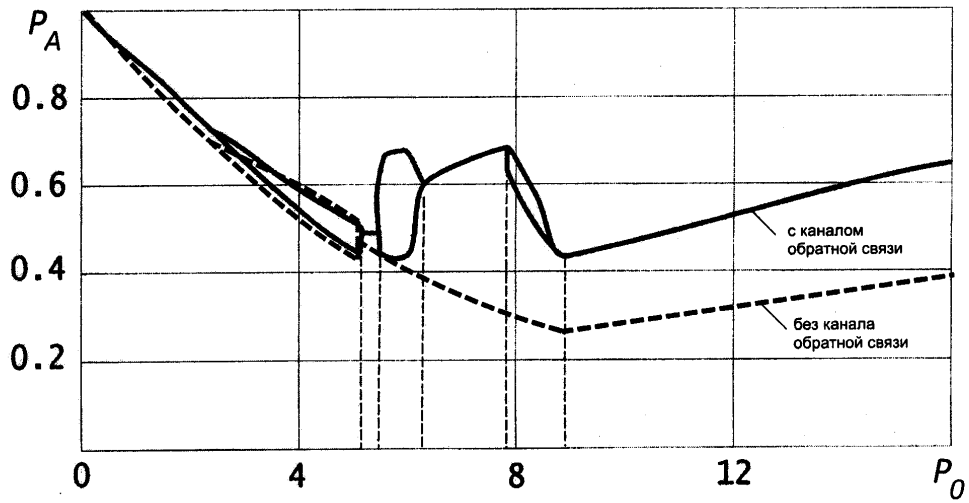
40

45

АКУСТИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ



Фиг. 1



Фиг.2