



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H04R 9/08 (2017.05); G10K 13/00 (2006.01); H04R 1/30 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017107612, 07.03.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.03.2017Дата регистрации:  
07.05.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.03.2017

(45) Опубликовано: 07.05.2018 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

214522, Смоленская обл., Смоленский р-н, пос.  
Катынь АРЗ, 1, кв. 35, Жарикову И.А.

(72) Автор(ы):

Жариков Игорь Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Жариков Игорь Анатольевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 964709 A2, 07.10.1982. RU 57066  
U1, 27.09. 2006. US 0005191697 A1, 09.03.1993.  
US 0008925478 B2, 06.01.2015. US2002034315  
A1, 21.03.2002.

(54) Пневматический громкоговоритель

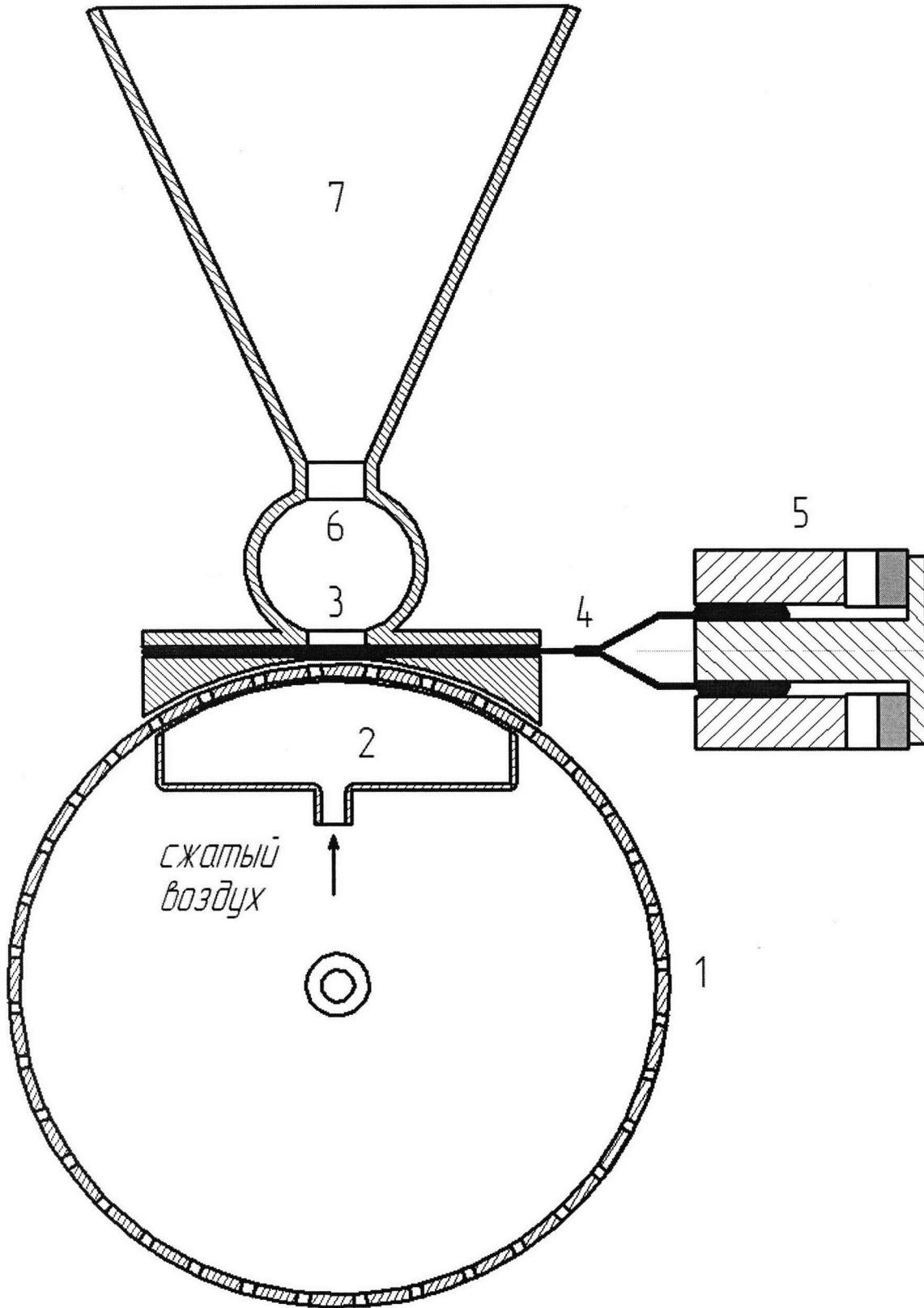
(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к области техники "акустическое приборостроение", в частности к пневматическим громкоговорителям высокой мощности. Все ранее известные и им подобные устройства, несмотря на всевозможные конструктивные усовершенствования их авторов, а именно - дробление воздушного потока (использование модуляционных решеток), создание многоконтурных систем, введение местной отрицательной обратной связи по звуковому давлению, не привели к желаемому результату. К сожалению, во всех описанных выше устройствах не удалось преодолеть главные их недостатки: высокий уровень нелинейных искажений, потому что зависимость давления в воздушной струе связана с ее скоростью по нелинейному закону (по Бернулли), а также сильные собственные шумы, обусловленные протеканием непрерывного потока воздуха через модулирующую часть устройства с неизбежной турбулентностью, а значит шумами. Не предусмотрена экономия сжатого воздуха в паузах и при тихих звуках. Нужно отметить, что в настоящее время пневматические

громкоговорители практически не применяются, причина тому - вышеуказанные недостатки. В заявленном громкоговорителе впервые решено отказаться от управления воздушным потоком по непрерывному, аналоговому закону. Предлагается применить для формирования волн звукового давления в пневматическом громкоговорителе тот же метод, который давно и успешно применяют в области силовой электроники, а именно широтно-импульсную модуляцию. Только здесь происходит управление не электрическим током, а потоком воздуха. В заявленном громкоговорителе для получения звуковых волн используется последовательность импульсов сжатого воздуха неизменного давления, управление длительностью которых происходит в соответствии с усиливаемым сигналом. Другими словами - осуществляется процесс широтно-импульсной модуляции (ШИМ) воздушного потока. Зависимость результирующей интенсивности последовательности импульсов от их длительности линейна. Технический результат, наблюдаемый при реализации заявленного

изобретения, заключается в низком уровне нелинейных искажений, а также уменьшение шумов в пневматических громкоговорителях, возникающих при промежуточных положениях модулирующей задвижки, когда воздушный поток

проходит через какую-либо неоднородность. Также предлагается суммировать воспроизводимый сигнал с его огибающей. Это приведет к увеличению экономичности устройства по сжатому воздуху. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.



фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H04R 1/30* (2006.01)  
*G10K 13/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*H04R 9/08* (2017.05); *G10K 13/00* (2006.01); *H04R 1/30* (2006.01)(21)(22) Application: **2017107612, 07.03.2017**(24) Effective date for property rights:  
**07.03.2017**Registration date:  
**07.05.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **07.03.2017**(45) Date of publication: **07.05.2018** Bull. № 13

Mail address:

**214522, Smolenskaya obl., Smolenskij r-n, pos.  
Katyn ARZ, 1, kv. 35, Zharikovu I.A.**

(72) Inventor(s):

**Zharikov Igor Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zharikov Igor Anatolevich (RU)**(54) **PNEUMATIC LOUDSPEAKER**

(57) Abstract:

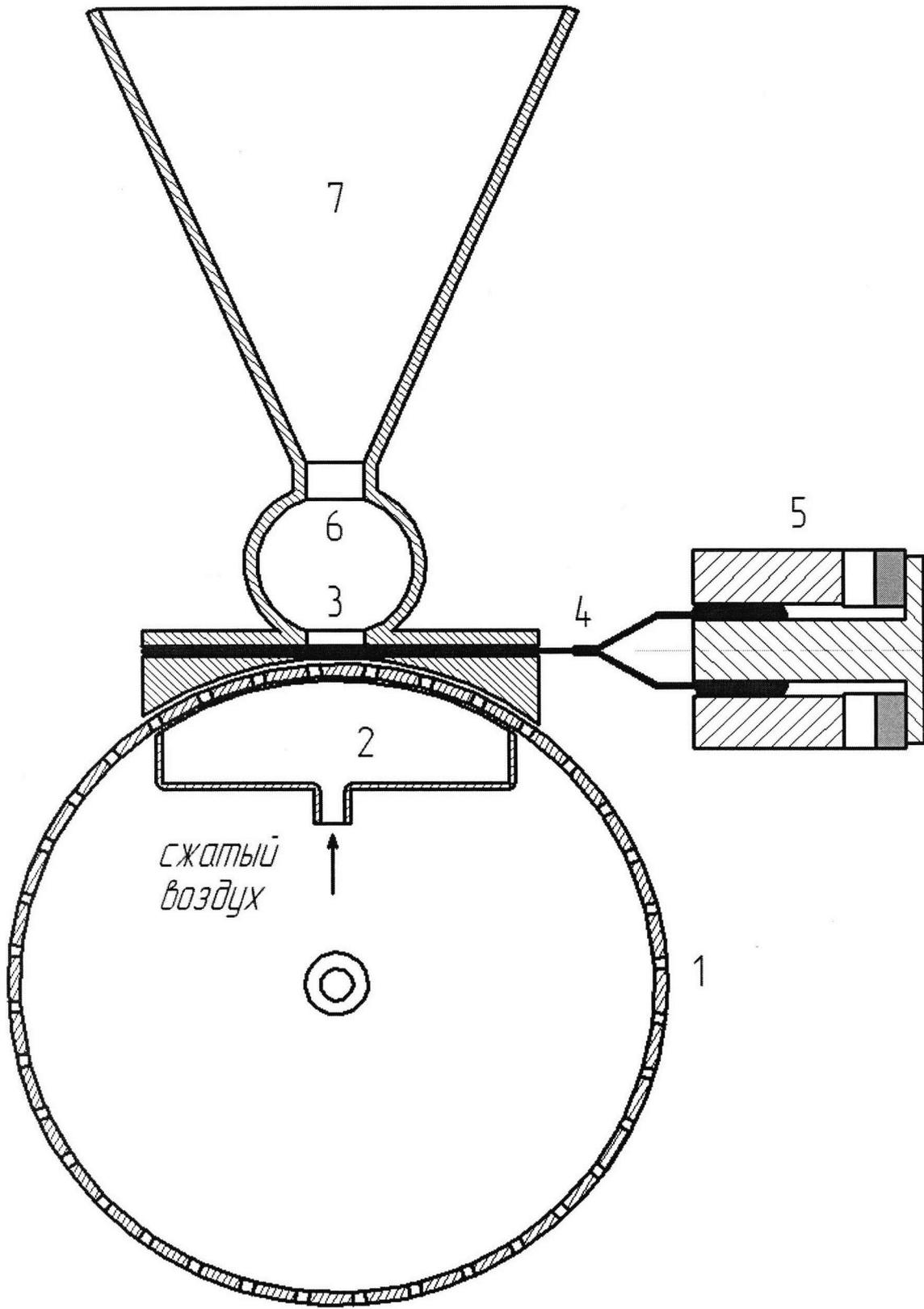
FIELD: acoustic instrument making.

SUBSTANCE: present invention relates to the field of acoustic instrumentation, in particular to high-capacity pneumatic loudspeakers. All previously known and similar devices, despite all the possible constructive improvements of their authors, namely, the crushing of the air flow (the use of modulation gratings), the creation of multi-loop systems, the introduction of local negative feedback on the sound pressure, did not lead to the desired result. Unfortunately, in all the devices described above, they did not manage to overcome their main disadvantages: a high level of nonlinear distortion, because the dependence of pressure in the air jet is associated with its velocity according to a nonlinear law (according to Bernoulli), as well as strong intrinsic noise caused by the flow of a continuous flow of air through the modulating part of the device with the inevitable turbulence, which means noises. There is no saving of compressed air in pauses and with quiet sounds. It should be noted that at present, pneumatic loudspeakers are practically not used, the reason for this is the above mentioned shortcomings. In the claimed loudspeaker, it was decided for the first time to abandon the control of airflow by continuous,

analogous law. It is proposed to apply the same method for the formation of sound pressure waves in a pneumatic loudspeaker, which has long been used successfully in the field of power electronics, namely pulse width modulation. Only here there is a control not by an electric current, but by a stream of air. In the claimed loudspeaker, a sequence of pulses of compressed air of constant pressure are used to obtain sound waves, the duration control of which occurs in accordance with the amplified signal. In other words, the process of pulse-width modulation (PWM) of the air flow is carried out. Dependence of the resulting intensity of a sequence of pulses on their duration is linear. It is also proposed to sum the reproduced signal with its envelope. This will lead to an increase in the economy of the device for compressed air.

EFFECT: technical result observed in the implementation of the claimed invention is a low level of nonlinear distortion, as well as the reduction of noise in pneumatic loudspeakers arising at intermediate positions of the modulating gate when the air flow passes through any inhomogeneity.

3 cl, 2 dwg



фиг. 1

Область техники, к которой относится изобретение.

Настоящее изобретение относится к области техники "акустическое приборостроение", в частности к пневматическим громкоговорителям высокой мощности.

Уровень техники.

5 Известны устройства, описанные в литературе: Олсон Г.Ф., Масса Ф. Прикладная акустика, пер. с англ. М., 1938; Беранек Л. Акустические измерения, пер. с англ. М., 1952. С 170 приводятся характеристики, но недостаточно сведений о их конструкции.

В авторском свидетельстве СССР №35899 от 30 апреля 1934 года, автор - А.В. Рогунов описан пневматический громкоговоритель с двух контурной системой управления  
10 воздушным потоком и местной отрицательной обратной связью по звуковому давлению.

Наиболее близок по назначению и параметрам к предлагаемому устройству электропневматический преобразователь, описанный в авторском свидетельстве СССР №964409 от 7 июля 1982 г., автор Я.И. Балахонцев (прототип).

Все описанные выше и им подобные устройства, несмотря на всевозможные  
15 конструктивные усовершенствования их авторов, а именно - дробление воздушного потока (использование модуляционных решеток), создание многоконтурных систем, введение местной отрицательной обратной связи по звуковому давлению, не привели к желаемому результату. К сожалению, во всех описанных выше устройствах не удалось преодолеть главные их недостатки: высокий уровень нелинейных искажений, потому  
20 что зависимость давления в воздушной струе связана с ее скоростью по нелинейному закону (по Бернулли), а также сильные собственные шумы обусловленные протеканием непрерывного потока воздуха через модулирующую часть устройства с неизбежной турбулентностью, а значит шумами. Не предусмотрена экономия сжатого воздуха в режиме молчания. Нужно отметить, что в настоящее время пневматические  
25 громкоговорители практически не применяются, причина тому - вышеуказанные недостатки.

Раскрытие изобретения.

Задачей изобретения является устранение главных недостатков пневматических  
30 громкоговорителей - высокого уровня нелинейных искажений и сильных собственных шумов, а также неэкономичности по сжатому воздуху.

Технический результат достигается за счет того, что решено отказаться от управления воздушным потоком по непрерывному аналоговому закону. Предлагается применить для формирования волн звукового давления в пневматическом громкоговорителе  
35 последовательность импульсов сжатого воздуха неизменного давления, управление длительностью которых происходит в соответствии с усиливаемым сигналом. Другими словами - осуществляется процесс широтно-импульсной модуляции (ШИМ) воздушного потока. Зависимость результирующей интенсивности последовательности импульсов от их длительности линейна. Отсюда вытекает существенное достоинство заявленного громкоговорителя - низкий уровень нелинейных искажений. Другой важный момент -  
40 шумы в пневматических громкоговорителях возникают, в основном, при промежуточных положениях модулирующей задвижки, когда воздушный поток проходит через какую-либо неоднородность. В заявленном устройстве время переходных процессов при модуляции стремится к нулю. Поэтому радикально снижаются собственные шумы такого громкоговорителя. Также предлагается суммировать  
45 воспроизводимый сигнал с его огибающей. Это приведет к увеличению экономичности заявленного пневматического громкоговорителя по сжатому воздуху.

Описание чертежей.

На фиг. 1 показан поперечный разрез заявленного пневматического

громкоговорителя. На фиг. 2 крупно показан поперечный разрез его модулирующей части.

Осуществление изобретения.

Устройство заявленного пневматического громкоговорителя: Вдоль образующих пустотелого цилиндра 1 равномерно выполнены узкие щели. Цилиндр 1 имеет возможность вращаться вокруг своей оси и снабжен приводом для его вращения. Подобные цилиндры применяются в ультразвуковых сиренах Зеебека. Но в предлагаемом устройстве щели имеют минимально возможную ширину, количество щелей и скорость вращения цилиндра таковы, что частота прохождения щелями модуляционного окна 3 выше области звуковых частот - ультразвук около 25 кГц. С минимально возможными зазорами внутри цилиндра 1 неподвижно установлен пустотелый сектор 2, служащий для подвода сжатого воздуха к щелям цилиндра 1, а снаружи модуляционное окно 3, снабженное модулирующей задвижкой 4. Ширина открытой части окна 3, а значит и длительность импульсов сжатого воздуха зависит от положения модулирующей задвижки 4. Модулирующая задвижка 4 механически связана с катушкой электромагнитной системы 5.

Электромагнитная система 5 устроена точно так, как у электродинамического громкоговорителя, особенностей не имеет. Модуляционное окно 3 выходит в акустический фильтр 6. Акустический фильтр 6 представляет собой известный резонатор Гельмгольца, служащий для интегрирования последовательности импульсов сжатого воздуха и подавления паразитной ультразвуковой составляющей, неизбежно возникающей при работе устройства. На выходе акустического фильтра 6 имеется рупор 7 для придания направления звуковым волнам, излучаемым громкоговорителем.

Работает заявленный громкоговоритель следующим образом.

Сжатый воздух от компрессора подается во внутреннюю полость пустотелого сектора 2, который своей открытой частью обращен к пустотелому цилиндру со щелями 1. Цилиндр 1 вращается и через его щели поочередно сжатый воздух проходит в открытую часть модуляционного окна 3. Ширина открытой части модуляционного окна 3 зависит от положения модулирующей задвижки 4. Модулирующая задвижка 4 получает возвратно-поступательное движение от электромагнитной системы 5, звуковая катушка которой подключается к источнику звукового сигнала. То есть, ширина открытой части модуляционного окна 3 изменяется в соответствии с входным звуковым сигналом. Для экономии сжатого воздуха воспроизводимый громкоговорителем сигнал суммируется со своей огибающей. Таким образом, что при максимальной громкости расход воздуха максимален, а в паузах сигнала - минимален. В период времени, когда щель цилиндра 1 проходит напротив открытой части модуляционного окна 3, через нее сжатый воздух из сектора 2 входит в полость акустического фильтра 6. Длительность сформированного таким образом импульса сжатого воздуха линейно зависит от ширины открытой части модуляционного окна 3. Другими словами осуществляется процесс широтно-импульсной модуляции (ШИМ) последовательности импульсов сжатого воздуха. Подобным образом поступают в области силовой электроники, когда для улучшения энергетических характеристик различного рода регуляторов мощности применяют широтно-импульсную (ШИМ) - модуляцию. В предлагаемом громкоговорителе также осуществляется ШИМ импульсов сжатого воздуха. Проинтегрированная по времени последовательность импульсов постоянной амплитуды линейно зависит от их длительности - отсюда вытекает высокая линейность (низкий уровень нелинейных искажений) заявленного пневматического громкоговорителя. В полости фильтра 6 происходит интегрирование импульсов сжатого воздуха,

одновременно подавляется нежелательная ультразвуковая составляющая и выделяются волны звукового давления. Волны звукового давления из акустического фильтра 6 выходят в рупор 7, где им придается направление.

5

(57) Формула изобретения

10

1. Пневматический громкоговоритель, включающий в себя пустотелый вращающийся вокруг своей оси цилиндр с узкими щелями вдоль образующей, устройство подачи сжатого воздуха в виде объемного пустотелого сектора, расположенного внутри цилиндра, модуляционное окно, ширина которого изменяется посредством задвижки, механически связанной с катушкой в магнитном поле, подключенной к источнику сигнала, отличающийся тем, что в нем формирование волн звукового давления происходит путем изменения длительности импульсов сжатого воздуха.

15

2. Пневматический громкоговоритель по п. 1, отличающийся тем, что на выходе установлен резонатор Гельмгольца, служащий для интегрирования широтно-модулированных импульсов сжатого воздуха и подавления нежелательной ультразвуковой составляющей в излучаемом звуке.

20

3. Пневматический громкоговоритель по п. 1, отличающийся тем, что сигнал звуковой частоты, подающийся на электромагнитную систему, суммируется с огибающей этого сигнала звуковой частоты таким образом, что при паузах расход воздуха минимален, а при громких звуках максимален.

25

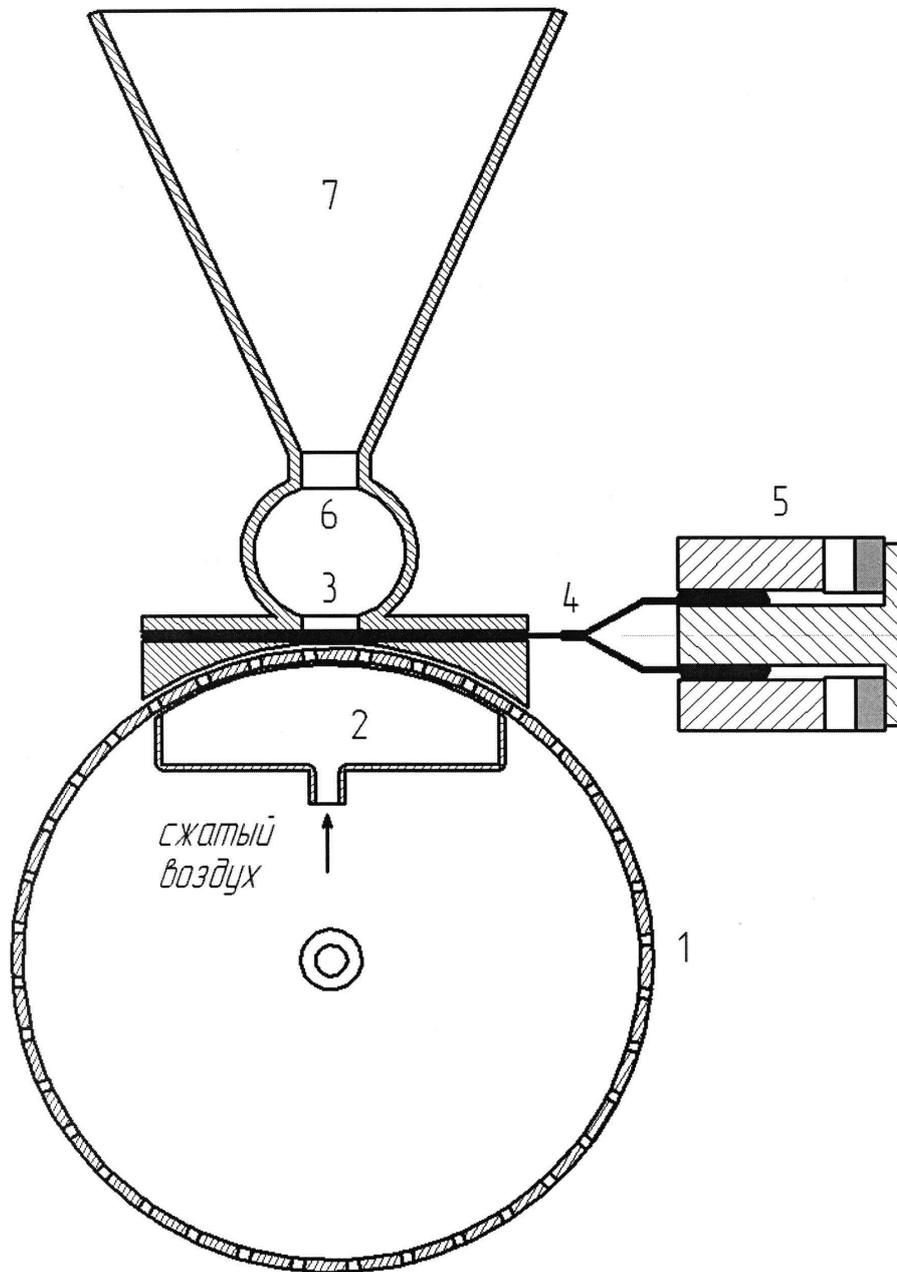
30

35

40

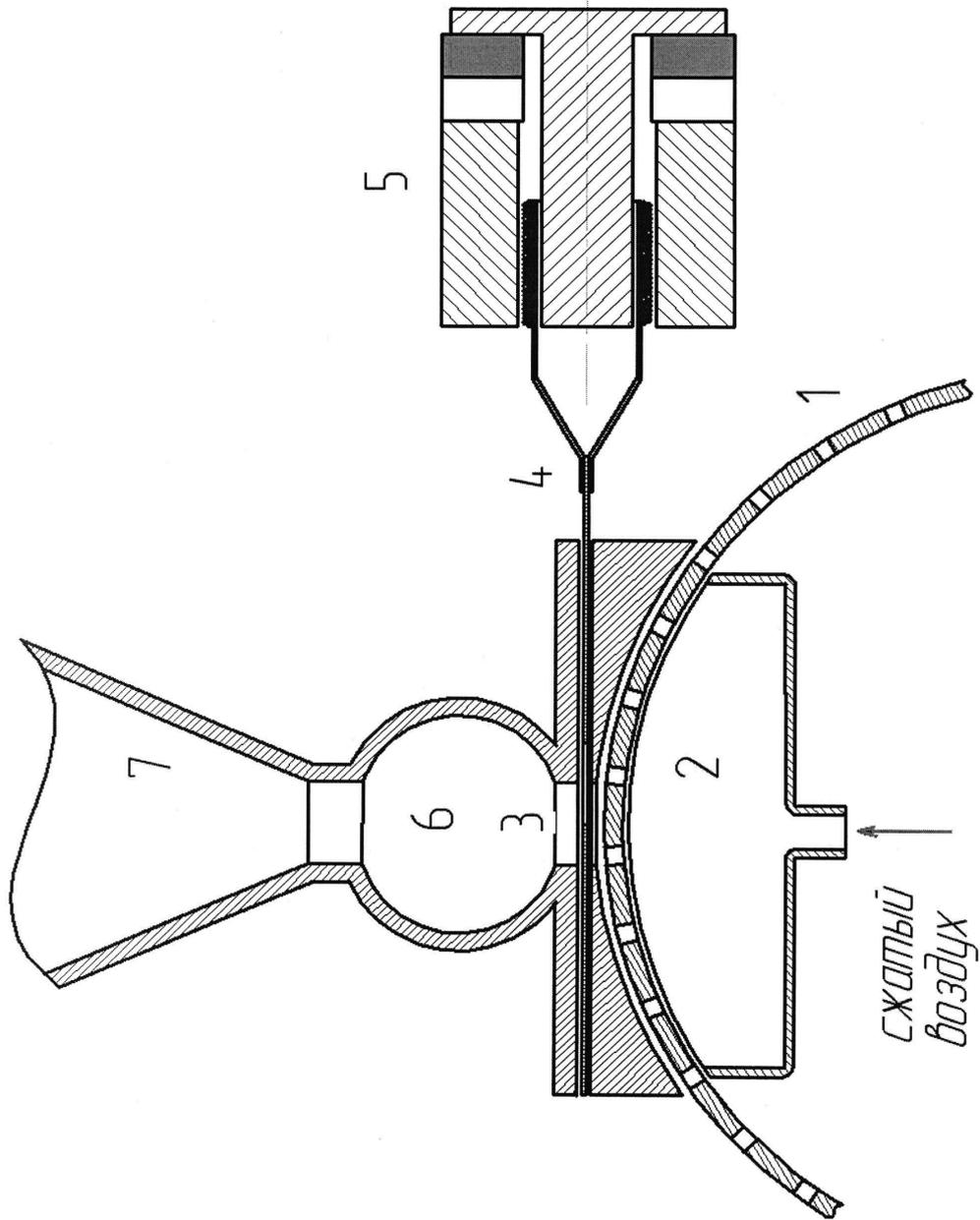
45

1



фиг. 1

2



фиг. 2