РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 246056

УДАРНО-ВОЛНОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ В ТРУБАХ

Патентообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)***

Авторы: ***Слепцов Александр Алексеевич (RU), Пшенин Владимир Викторович (RU)***

Заявка № **2026117437**

Приоритет полезной модели **05 июня 2026 г.**

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **21 сентября 2026 г.**

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает **05 июня 2036 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **246 056**(13) **U1**

(51) МПК
B06B 1/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B06B 1/00 (2026.08)

(21)(22) Заявка: **2026117437, 05.06.2026**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.06.2026

Дата регистрации:
21.09.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **05.06.2026**

(45) Опубликовано: **21.09.2026** Бюл. № **27**

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

(72) Автор(ы):
Слепцов Александр Алексеевич (RU),
Пшенин Владимир Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 5864517 A, 26.01.1999. RU 54214 U1, 10.06.2006. RU 2350833 C1, 27.03.2009. RU 2345344 C1, 27.01.2009. CN 206362648 U, 28.07.2017. CN 216350093 U, 19.04.2022.**

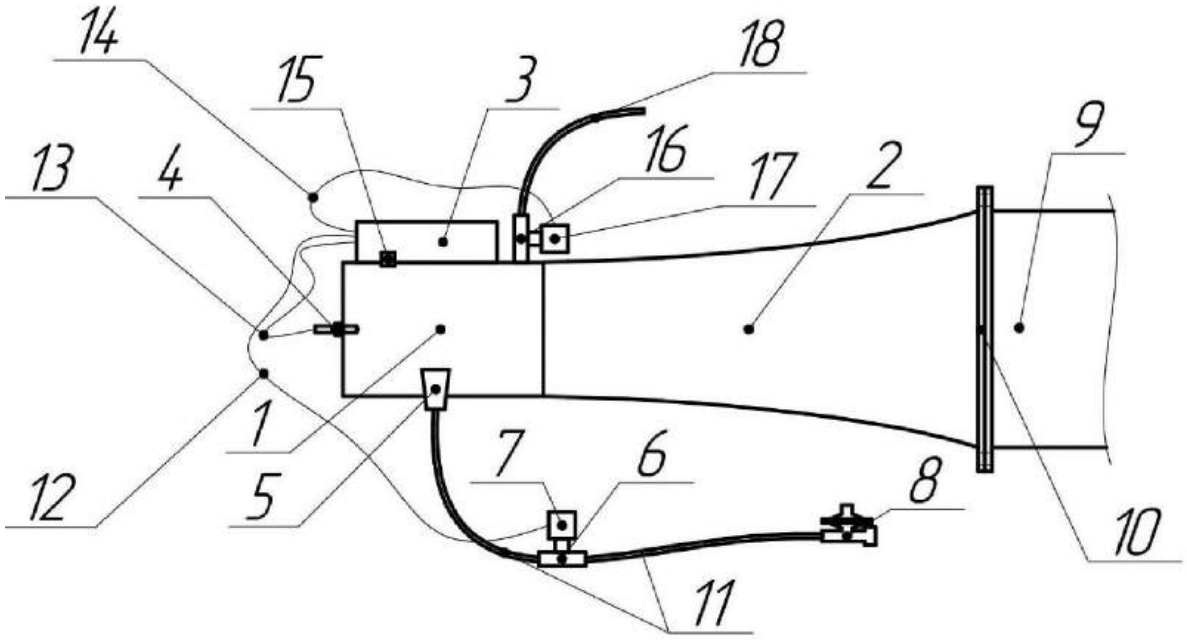
(54) УДАРНО-ВОЛНОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ В ТРУБАХ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к устройствам для получения механических колебаний звуковой частоты, в частности к устройствам для возбуждения колебаний в трубопроводах путем воспламенения газовоздушной смеси. Устройства могут быть использованы при определении пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов виброакустическим методом. Техническим результатом является повышение точности определения пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов. Повышение точности определения пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов достигается за счет центрального расположения свечи зажигания относительно камеры сгорания и возможности герметичного подключения раструба, имеющего экспоненциальный профиль, к трубопроводу, что позволяет производить осесимметричное воспламенение топливовоздушной смеси, минимизирующее отклонение фронта ударной волны от нормали ко входу в искомый трубопровод. Помимо этого, на повышение точности также влияет наличие регулятора давления, клапана для продувки и датчика давления, обеспечивающих повторяемость амплитуды ударной волны. Таким образом, создаются повторяющиеся механические колебания, способные передаваться на большие расстояния по оси трубопровода, что повышает амплитуду сигнала в точке измерения и точность определения пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов.

RU 246056 U1

RU 246056 U1



Фиг. 1

RU 2460056 U1

RU 2460056 U1

Полезная модель относится к устройствам для получения механических колебаний вуковой частоты, в частности к устройствам для возбуждения колебаний в трубопроводах путем воспламенения газовоздушной смеси. Устройства могут быть использованы при определении пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов виброакусическим методом.

Известно устройство для возбуждения колебаний в подземных коммуникациях (патент RU № 2418309, опубл. 10.05.2011), содержащее ударный механизм, выполненный в виде электромагнитного двигателя возвратно-поступательного движения, взаимодействующий с трубопроводом. Электромагнитный двигатель управляется с помощью электронного ключа на транзисторе или тиристоре, соединенного с генератором электрических сигналов и источником питания. Устройство снабжено регулятором силы ударов, выполненным в виде двух источников тока напряжением 12 В, соединенных с переключателем, изменяющим напряжение питания ударного механизма.

Недостатком данного устройства является использование ударного механизма, передающего колебания напрямую в тело трубы, значительно ограничевающего расстояние обнаружения трубы от точки подключения ударного механизма из-за высоких коэффициентов затухания механических колебаний в стенках неметаллических трубопроводов.

Известен пневматический генератор импульсного шума высокой интенсивности (патент CN №102708850A, опубл. 03.10.2012), содержащий ударную трубу, состоящую из высоконапорного ведущего участка, соединенного с источником сжатого газа, низконапорного рабочего участка с открытым выходным концом, площадь поперечного сечения которого меньше площади ведущего участка, и металлической мембраны, установленной между указанными участками, а также систему управления с электромагнитным клапаном, датчиками давления и контроллером для регулирования момента разрыва мембраны и генерации акустического импульса.

Недостатком данного устройства является использование металлической мембраны, разрушаемой при каждом цикле и требующей ручной замены перед генерацией следующего импульса, что исключает возможность оперативной многократной генерации ударных волн в полевых условиях.

Известно устройство для поиска подземных неметаллических трубопроводов модели «Gas Tracker 2», выпускаемое компанией MADE S.A., Ла Фарлед, Франция (Руководство пользователя, электронный ресурс https://www.manualslib.com/manual/1628878/Made-Gas-Tracker-2.html), содержащее передатчик акустических сигналов, подключаемый к газовой сети игенерирующий акустический сигнал частотой 400-500 Гц с уровнем звукового давления до 110 дБ, который распространяется по газу внутри трубы, вызывая вибрацию ее стенок.

Недостатком данного устройства является использование электромеханического акустического излучателя ограниченной мощности, что не обеспечивает достаточной энергии колебаний для эффективного возбуждения глубоко залегающих неметаллических трубопроводов и обнаружения трубопроводов на больших дистанциях.

Известна акустическая система для измерения местоположения и глубины подземных трубопроводов (патент US 6003376A, опубл. 21.12.1999), содержащая излучатель акустических колебаний, выполненный в виде низкочастотного электродинамического источника непрерывного гармонического сигнала,подключаемого к трубопроводу или монтируемого на наружной стенке трубы, и подключенного к электронному процессору для генерации периодического сигнала частотой 100-1000 Гц, распространяющегося

по жидкой или газообразной среде внутри трубы.

Недостатком данного излучателя является использование электромеханического преобразователя непрерывного действия, не обеспечивающего достаточной энергии для эффективного возбуждения глубоко залегающих неметаллических трубопроводов в условиях высокого акустического затухания грунта и при обнаружении трубопроводов на больших дистанциях.

Известен импульсный генератор акустических волн на основе горения (патент US № 5864517A, опубл. 26.01.1999 г.), принятый за прототип, содержащий трубчатый ствол с входным и открытым выходным концами, контроллер топлива для дозирования контролируемого количества топлива во входной конец ствола, контроллер окислителя для дозирования контролируемого количества окислителя, а также воспламенитель, вводимый во входной конец ствола и управляемый оператором для воспламенения топливовоздушной смеси. Устройство выполнено с возможностью генерации повторяющихся высокоамплитудных акустических импульсов давления посредством детонационного или дефлаграционного горения, при этом амплитуда и частота следования импульсов регулируются изменением количества подаваемой смеси и частоты воспламенения.

Недостатком данного устройства является расположение воспламенителя на боковой стенке трубчатого ствола, прилегающей к входному концу устройства, что создает дополнительное рассеивание ударной волны за счет асимметричности воспламенения и приводит к уменьшению амплитуды выходного импульса.

Техническим результатом является повышение точности определения пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов.

Технический результат достигается тем, что к открытому концу камеры сгорания жестко закреплен герметичный раструб, который выполнен в форме экспоненциального профиля, к которому жестко закреплен фланец, который выполнен с возможностью герметичного соединения с газопроводом или переходником, в нижней части камеры сгорания посередине боковой поверхности выполнено отверстие, в которое жестко закреплено сопло, в которое установлен с возможностью съема штуцер, и газовый шланг, конец которого закреплен в штуцерной накидной гайке, которая соединена с пневматическим клапаном, конец которого соединен газовым шлангом с регулятором давления, свеча зажигания установлена в отверстие, которое выполнено в центре входного основания камеры сгорания и соединена через кабель с аккумуляторным наружным блоком управления, вход которого соединен с выходом датчика давления, который герметично закреплен в отверстие, которое выполнено в верхней части камеры сгорания, на верхней части которой жестко закреплен пневматический клапан вытяжной свечи, первый конец которого с возможностью съема соединен с соленоидным переключателем вытяжной свечи, а второй конец - со штуцерной накидной гайкой, к которой закреплена гибкая вытяжная свеча.

Ударно-волновое устройство для возбуждения колебаний в трубах поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - общий вид устройства;

1 - камера сгорания

2 - раструб

3 - аккумуляторный наружный блок управления

4 - свеча зажигания

5 - сопло

6 - пневматический клапан

7 - соленоидный переключатель
8 - регулятор давления
9 - газопровод
10 - фланец
11 - газовый шланг
12 - кабель управления соленоидным переключателем
13 - кабель
14 - кабель управления вытяжной свечой
15 - датчик давления
16 - соленоидный переключатель вытяжной свечи
17 - пневматический клапан вытяжной свечи
18 - гибкая вытяжная свеча

Ударно-волновое устройство для возбуждения колебаний в трубах состоит из герметичной камеры сгорания 1, которая выполнена с возможностью выдерживать импульсные скачки давления амплитудой до 2 МПа. К открытому концу камеры сгорания 1 жестко закреплен герметичный раструб 2, выполненный в форме экспоненциального профиля, выполнен из материала устойчивого к импульсным скачкам давления амплитудой до 2 МПа. К открытому концу раструба 2 жестко закреплен фланец 10, который выполнен с возможностью герметичного соединения с газопроводом 9 или переходником. На камеру сгорания 1 с внешней верхней стороны установлен съемный пылевлагозащищенный аккумуляторный наружный блок управления 3, на верхней части которого закреплен клавиатурный блок (на фигуре не показан), а внутри установлены съемный аккумулятор напряжением 12 В и плата управления. В нижней части камеры сгорания 1 посередине боковой поверхности выполнено отверстие, в которое жестко закреплено сопло 5, в которое установлен с возможностью съема штуцер, в который закреплен газовый шланг 11, выполненный из армированной резины с рабочим давлением 2 МПа, конец которого закреплен в штуцерной накидной гайке, соединенной с латунным пневматическим клапаном 6. На пневматическом клапане 6, с возможностью съема закреплен соленоидный переключатель 7. Второй конец пневматического клапана 6, соединен газовым шлангом 11 с латунным регулятором давления 8, который выполнен со стандартизированным резьбовым соединением с возможностью подключения пропанового баллона (на фигуре не показан).

Аккумуляторный наружный блок управления 3 соединен через кабель 13 со свечой зажигания 4, которая установлена в отверстие, которое выполнено в центре входного основания камеры сгорания 1. Соленоидный переключатель 7 соединен с аккумуляторным наружным блоком управления 3 через разъем, в который установлен кабель управления соленоидным переключателем 12. В верхней части камеры сгорания 1 посередине боковой поверхности выполнено отверстие, в которое герметично закреплен датчик давления 15, выход которого соединен с входом аккумуляторного наружного блока управления 3. На верхней части камеры сгорания 1 жестко закреплен пневматический клапан вытяжной свечи 17, на который с возможностью съема закреплен соленоидный переключатель вытяжной свечи 16. Второй конец пневматического клапана вытяжной свечи 17 соединен со штуцерной накидной гайкой, к которой закреплена гибкая вытяжная свеча 18.

Ударно-волновое устройство для возбуждения колебаний в трубах работает следующим образом. Газовый баллон, заполненный пропан-бутановой смесью, подключают к регулятору давления 8. Затем, после включения аккумуляторного

наружного блока управления 3 пользователь назначает программу работы на клавиатурном блоке (на фигуре не показан), после выбора которой аккумуляторный наружный блок управления 3 подает сигнал через кабель управления соленоидным переключателем 12 на открытие пневматического клапана 6. Газ из газового баллона последовательно проходит через регулятор давления 8 и пневматический клапан 6, после чего распыляется соплом 5 в камеру сгорания 1. После заполнения камеры сгорания 1 необходимым объемом газа для создания будущей ударной волны заданной амплитуды, аккумуляторный наружный блок управления 3 подает команду через кабель управления соленоидным переключателем 12 на закрытие пневматического клапана 6. После закрытия пневматического клапана 6 аккумуляторный наружный блок управления 3 отправляет команду через кабель 13 на подачу искры на свечу зажигания 4, после чего распыленная в камере сгорания 1 топливовоздушная смесь воспламеняется, генерируя ударную волну, распространяющуюся по раструбу 2. Датчик давления 15 регистрирует амплитудные параметры ударной волны и с выхода передает информацию вход аккумуляторного наружного блока управления 3.

Ударная волна, преодолев раструб 2, переходит через фланец 10 в газопровод 9 или атмосферу, где испытывает затухание, переходя в звуковую волну высокой амплитуды с широким частотным диапазоном, способную вызывать механические колебания трубопроводов высокой амплитуды. После генерации ударной волны аккумуляторный наружный блок управления 3 формирует управляющий сигнал на своем выходе, который поступает на вход кабеля управления вытяжной свечой 14. Данный сигнал активирует соленоидный переключатель вытяжной свечи 16, обеспечивающий открытие пневматического клапана вытяжной свечи 17. После стравливания продуктов сгорания через гибкую вытяжную свечу 18 аккумуляторный наружный блок управления 3 формирует сигнал на закрытие пневматического клапана вытяжной свечи 17.

Одновременно со стравливанием продуктов сгорания аккумуляторный наружный блок управления 3 принимает сигнал с выхода датчика давления 15, сравнивает амплитуду текущего импульса с заданным диапазоном и, при отклонении амплитуд последних циклов от заданных значений, изменяет время открытия пневматического клапана 6, корректируя подачу топлива в камеру сгорания 1 для стабилизации амплитуды генерируемых ударных волн. При превышении допустимого отклонения аккумуляторный наружный блок управления 3 формирует сигнал предупреждения, выводимый на дисплей (на фигуре не показан).

Для подключения к трубопроводам различного типа к фланцу 10 прикрепляют сменный переходник на резьбовое соединение (на фигуре не показан), на обжимное муфтовое соединение (на фигуре не показан) или сменный переходник с технологическим выходом для подключения измерительных устройств (на фигуре не показан), который подключают к газопроводу 9. При подключении устройства к трубопроводам, заполненным газообразным топливом, газовый баллон с пропан-бутановой смесью (на фигуре не показан) заменяют на баллон с окислителем (на фигуре не показан). Одновременно на клавиатурном блоке (на фигуре не показан) в аккумуляторном наружном блоке управления 3 осуществляют перенастройку рабочих параметров для обеспечения корректного функционирования устройства с выбранным типом газа и окислителя.

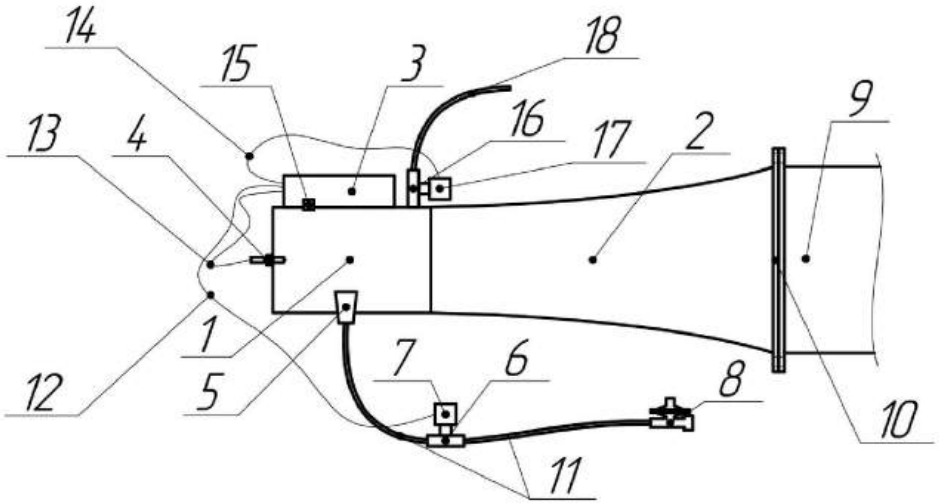
Повышение точности определения пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов достигается за счет центрального расположения свечи зажигания относительно камеры сгорания и возможности герметичного подключения раструба, имеющего экспоненциальный профиль, к трубопроводу, что позволяет

производить осесимметричное воспламенение топливовоздушной смеси, минимизирующее отклонение фронта ударной волны от нормали ко входу в искомый трубопровод. Помимо этого, на повышение точности также влияет наличие регулятора давления, клапана для продувки и датчика давления, обеспечивающих повторяемость амплитуды ударной волны. Таким образом, создаются повторяющиеся механические колебания, способные передаваться на большие расстояния по оси трубопровода, что повышает амплитуду сигнала в точке измерения и точность определения пространственного положения подземных неметаллических трубопроводов.

(57) Формула полезной модели

Ударно-волновое устройство для возбуждения колебаний в трубах, включающее камеру сгорания круглого сечения с входным и открытым выходным концом, оснащенным раструбом, систему подачи топлива для дозирования контролируемого количества топлива во входной конец ствола, выполненную в виде управляемого соленоидным переключателем пневматического клапана, свечу зажигания, выступающую в ствол, баллон для хранения сжатого газа, снабженный разъемным соединением, и аккумуляторный наружный блок управления, электрически связанный с системой подачи топлива и свечой зажигания, отличающиеся тем, что к открытому концу камеры сгорания жестко закреплен герметичный раструб, который выполнен в форме экспоненциального профиля, к которому жестко закреплен фланец, который выполнен с возможностью герметичного соединения с газопроводом или переходником, в нижней части камеры сгорания посередине боковой поверхности выполнено отверстие, в которое жестко закреплено сопло, в которое установлен с возможностью съема штуцер, и газовый шланг, конец которого закреплен в штуцерной накидной гайке, которая соединена с пневматическим клапаном, конец которого соединен газовым шлангом с регулятором давления, свеча зажигания установлена в отверстие, которое выполнено в центре входного основания камеры сгорания и соединена через кабель с аккумуляторным наружным блоком управления, вход которого соединен с выходом датчика давления, который герметично закреплен в отверстие, которое выполнено в верхней части камеры сгорания, на верхней части которой жестко закреплен пневматический клапан вытяжной свечи, первый конец которого с возможностью съема соединен с соленоидным переключателем вытяжной свечи, а второй конец - со штуцерной накидной гайкой, к которой закреплена гибкая вытяжная свеча.

1



Фиг. 1