



(51) МПК  
*E21B 43/25* (2006.01)  
*E21B 28/00* (2006.01)  
*E21B 43/16* (2006.01)  
*F15B 21/12* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016114638, 14.04.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 14.04.2016

Дата регистрации:  
 12.04.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.04.2016

(45) Опубликовано: 12.04.2017 Бюл. № 11

Адрес для переписки:  
 420111, РТ, г. Казань, а/я 261, Казанский научный  
 центр Российской академии наук

(72) Автор(ы):

Абдрашитов Алексей Алланович (RU),  
 Бородин Владимир Михайлович (RU),  
 Марфин Евгений Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 учреждение науки Казанский научный центр  
 Российской академии наук (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: US 4041984 A1, 16.08.1977. RU  
 2464456 C2, 20.10.2012. RU 2369734 C1,  
 10.10.2009. RU 2023147 C1, 15.11.1994. US  
 4000757 A, 04.01.1977.

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО С ГЛУХИМ ДНИЩЕМ ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ВОЛН ДАВЛЕНИЯ  
 В СТВОЛЕ НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

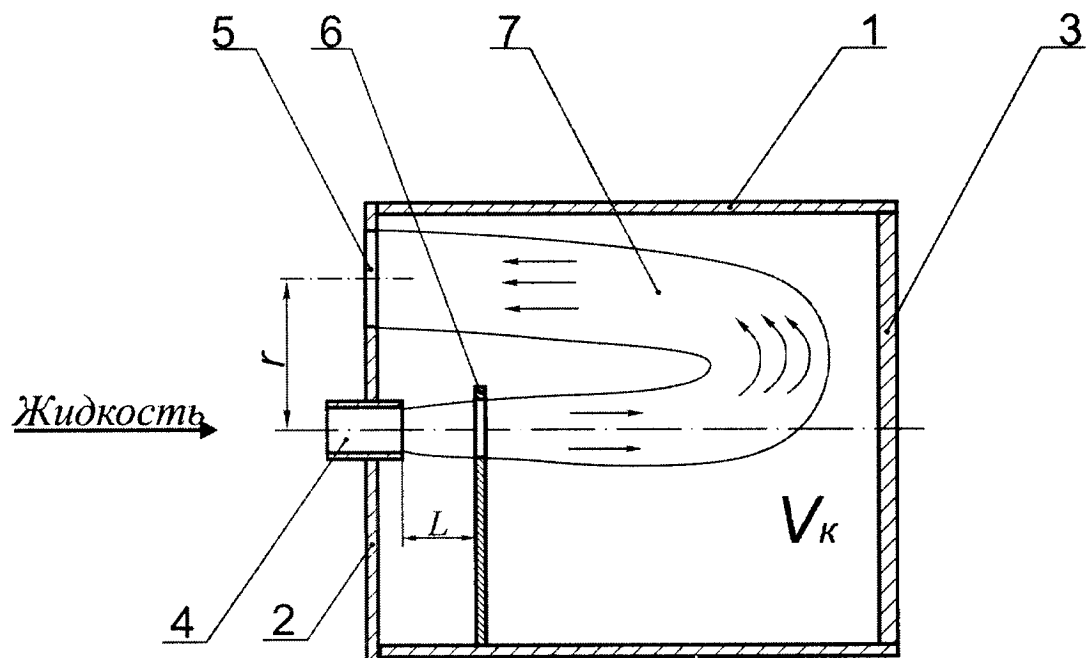
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к нефтедобывающей промышленности и предназначено для очистки от твердых отложений стенок обсадных труб и отверстий перфорации, декольматации призабойной зоны пласта и увеличения подвижности пластовых флюидов. Устройство для генерирования волн давления в стволе нагнетающей скважины выполнено в виде струйного генератора Гельмгольца (СГГ), включающего: цилиндрическую камеру объемного резонатора с двумя параллельными крышками - передней и задней; входное сопло, расположенное в передней крышке; кольцо,

установленное на радиальных стойках на оси цилиндрической камеры объемного резонатора в интервале между крышками; и выходное отверстие. При этом входное сопло соединено с НКТ, а выходное отверстие направлено вниз по скважине. Причем выходное отверстие выполнено сбоку от входного сопла, в передней крышке или корпусе цилиндрической камеры объемного резонатора. Техническим результатом является повышение эффективности генерирования низкочастотных колебаний без увеличения объема камеры резонатора или длины отверстий. 2 н.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 616 024 C1

RU 2 616 024 C1



Фиг.1

RU 2616024 C1

RU 2616024 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*E21B 43/25* (2006.01)  
*E21B 28/00* (2006.01)  
*E21B 43/16* (2006.01)  
*F15B 21/12* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016114638, 14.04.2016**(24) Effective date for property rights:  
**14.04.2016**Registration date:  
**12.04.2017**

Priority:

(22) Date of filing: **14.04.2016**(45) Date of publication: **12.04.2017** Bull. № 11

Mail address:

**420111, RT, g. Kazan, a/ya 261, Kazanskij nauchnyj  
tsentr Rossijskoj akademii nauk**

(72) Inventor(s):

**Abdrashitov Aleksej Allanovich (RU),  
Borodin Vladimir Mikhajlovich (RU),  
Marfin Evgenij Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
uchrezhdenie nauki Kazanskij nauchnyj tsentr  
Rossijskoj akademii nauk (RU)**(54) **METHOD AND DEVICE WITH SOLID BOTTOM TO GENERATE PRESSURE WAVES IN THE INJECTION WELL BORE**

(57) Abstract:

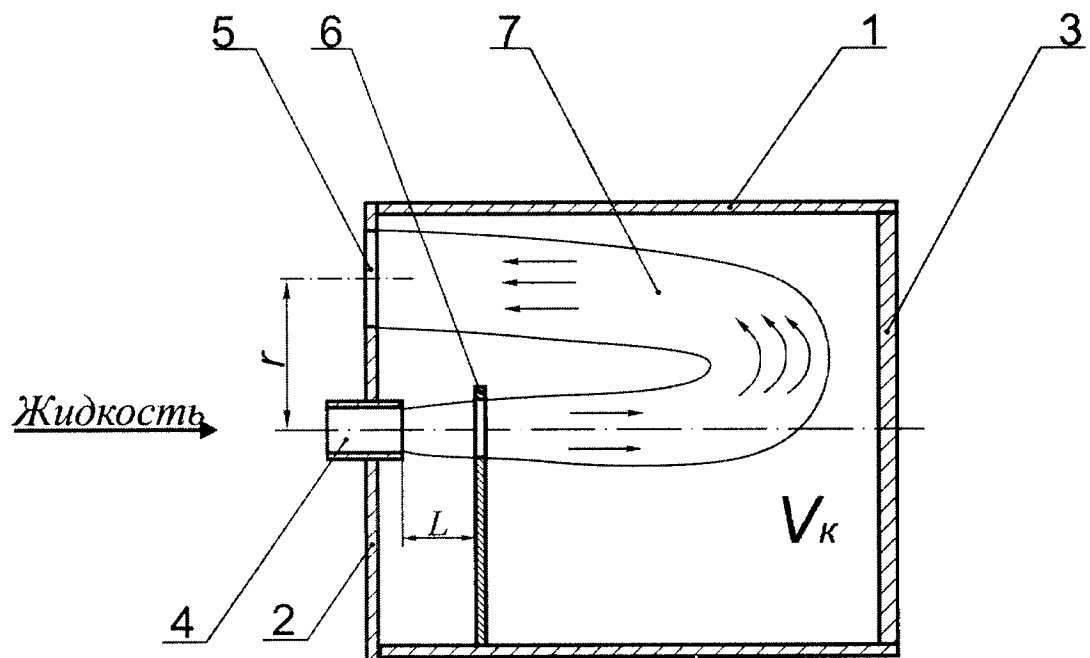
FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: device for generating pressure waves in the injector bore is designed as the Helmholtz jet generator (HJG), containing: a cylindrical chamber of the cavity resonator with two parallel lids - front and rear; the inlet nozzle, disposed in the front lid; the ring, mounted on the radial pillars on the cylindrical chamber axis of the cavity resonator in the interval between the lids; and the outlet hole. Wherein the inlet nozzle is

connected with FC and the outlet is directed downward along the borehole. Wherein the outlet is made on the side from the inlet nozzle, in the front lid or housing of the cavity resonator cylindrical chamber.

EFFECT: increasing the efficiency of low-frequency vibrations generating without increasing volume of the cavity resonator chamber or holes length.

2 cl, 5 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и предназначено для очистки от твердых отложений стенок обсадных труб и отверстий перфорации, декольматации призабойной зоны пласта и увеличения подвижности пластовых флюидов.

5 Известен способ генерирования волн давления в стволе нагнетательной скважины (патент №96118034), при котором устанавливают на конце насосно-компрессорной трубы (НКТ) гидродинамический генератор (ГГ), закачивают сжимаемую жидкость через НКТ, прокачивают сжимаемую жидкость через ГГ, генерируют колебания давления внутри ГГ и формируют волны давления за ГГ, в стволе нагнетающей  
10 скважины.

Добывающие нефтяные скважины периодически прочищают от твердых отложений на стенках и в отверстиях перфорации обсадной трубы, прокачивая различные технические сжимаемые жидкости (газ, воздух, пар). При этом замечено, что наличие колебаний давления в прокачиваемом газе способствует достижению лучшего  
15 результата.

Наиболее эффективны способы создания колебаний давления в стволе нагнетающей скважины при помощи ГГ, устанавливаемых непосредственно в том месте, где они наиболее востребованы, т.е. на нижнем конце НКТ. При таком способе генерирования колебаний давления, весь газ прокачивается через ГГ, который создает колебания  
20 давления в протекающем через него газе, распространяя свое воздействие на прилегающую область.

Жесткая конструкция ГГ и отсутствие движущихся в процессе работы деталей являются их достоинством.

Недостаток ГГ вытекает из их достоинства - жесткая конструкция затрудняет их  
25 перенастройку на иную резонансную частоту без существенного изменения всей конструкции

Известен способ генерирования волн давления в стволе нагнетательной скважины, реализованный в устройстве (патент РФ №2572250), наиболее близкий по технической  
30 сущности и взятый за прототип, при котором устанавливают на нижнем конце насосно-компрессорной трубы (НКТ) струйный генератор Гельмгольца (СГГ), включающий цилиндрическую камеру объемного резонатора и струйный генератор, состоящий из входного сопла в передней крышке, кольца с острой кромкой, выходного отверстия и круглой струи газа, протекающего в цилиндрической камере объемного резонатора  
35 через кольцо с острыми кромками между входным соплом и выходным отверстием, представляющий собой акустическую колебательную систему с частотой собственных колебаний, определяемой взаимным расположением ее элементов, а именно цилиндрической камеры объемного резонатора, характеризующейся акустической упругостью  $C_{ak}$ , и входного сопла с выходным отверстием, характеризующихся  
40 акустическими массами  $m_{a1}$  и  $m_{a2}$  соответственно, при этом формируют за входным соплом круглую струю газа и подают ее в цилиндрическую камеру объемного резонатора, направляют струю газа на острую кромку кольца, генерируют на острой кромке кольца первичные колебания давления и усиливают их амплитуду за счет возбуждения цилиндрической камеры объемного резонатора на частоте собственных  
45 колебаний, настроенной в резонанс с частотой генерации первичных колебаний давления, формируют за выходным отверстием волну давления, распространяющуюся по скважине.

Гидродинамические генераторы (ГГ) колебаний давления в потоке жидкости различаются конструктивно, но, как правило, включают в свой состав две основные

части: струйный генератор (СГ) и камеру объемного резонатора (КОР), функционирующие относительно самостоятельно. СГ предназначен для преобразования некоторой части кинетической энергии струи в колебательную энергию потока и для генерации первичных колебаний давления в струе. КОР предназначена для увеличения амплитуды первичных колебаний давления. Для усиления первичных колебаний давления необходимо согласовать частоту генерации первичных колебаний давления с частотой собственных колебаний КОР. Иными словами можно сказать так, что две части одного устройства должны быть настроены в унисон для достижения резонанса.

Наиболее эффективным устройством, служащим для преобразования энергии скоростного напора струи в колебательную энергию потока, является струйный генератор Гельмгольца (СГГ) (Morel Th. Экспериментальное исследование осциллятора Гельмгольца, управляемого струей. Перевод ВЦП №В-56251 из J.Fluid Engineering, 1979, 101, IX, №3, 383-390, приложен. на диске).

Процесс генерации колебаний давления в СГГ начинается с разгона потока, поскольку амплитуда колебаний давления увеличивается с увеличением величины скоростного напора  $A \sim \rho v^2/2$  струи. Разгон потока осуществляется во входном сопле, которое кроме увеличения скорости служит еще и для формирования круглой струи. Сформированная струя направляется прямо в отверстие кольца и задевает своей возмущенной периферией его острую внутреннюю кромку. Это порождает небольшие локальные возмущения давления в области кольца. Резонатор служит для усиления этих первичных колебаний давления.

Частота генерации при натекании струи на препятствие определяется скоростью струи  $W$  и длиной  $L$  ее свободного участка:

$$f = Sh \cdot W/L \quad (1)$$

где  $Sh$  - число Струхала  $\approx 0,3$ .

Частота генерации определяется длиной свободной струи в интервале между срезом входного сопла и острой кромкой отверстия кольца, а также скоростью струи: чем интервал больше - тем частота ниже, и чем скорость выше - тем частота генерации выше. Крупная камера имеет меньшую частоту собственных колебаний, а меньшая камера - большую.

Известно, что низкочастотные упругие колебания оказывают более сильное воздействие на отложения в стволе скважины и отверстиях перфорации.

Недостатком способа, взятого за прототип, является невозможность генерации низкочастотных колебаний давления в скважине без увеличения размеров камеры струйного генератора Гельмгольца.

Известно устройство для генерирования колебаний давления в потоке жидкости (патент US 6029746), представляющее собой полое тело вращения, состоящее из камеры, содержащей входное сопло и выходное отверстие, расположенные с некоторым интервалом.

Это устройство авторы изобретения называют струйным генератором Гельмгольца (СГГ) или же струйным резонатором Гельмгольца (СРГ). В английском языке это название звучит как "Jet driven Helmholtz oscillator" (JDHO). Но в русском языке термин "осциллятор" используют обычно в радиоэлектронике.

Устройство состоит из двух относительно самостоятельных элементов. Входное сопло, выпускное отверстие и струя газа, протекающая между ними внутри камеры объемного резонатора, образуют собой струйный генератор (СГ) колебаний давления, который функционирует и при отсутствии камеры объемного резонатора (КОР), хотя

амплитуда генерируемых первичных колебаний давления весьма невелика. Но если установить струйный генератор внутри настроенной КОР, то амплитуда первичных колебаний давления многократно увеличится.

Резонатор пассивен, он лишь откликается, т.е. усиливает колебания давления, созданные каким-то другим устройством, поскольку заключенный в нем столб газа почти неподвижен. Генератор активен, он сам создает колебания давления, поскольку в его составе имеется высокоскоростная струя, располагающая для этого запасом кинетической энергии.

Недостатком устройства является оппозитное расположение входного сопла и выходного отверстия в камере объемного резонатора.

Известно устройство для генерирования волн в стволе нагнетательной скважины, наиболее близкое по технической сущности и взятое за прототип (патент РФ №2572250) в виде струйного генератора Гельмгольца (СГГ), включающего: цилиндрическую камеру объемного резонатора с двумя параллельными крышками - передней и задней; входное сопло, расположенное в передней крышке; кольцо, установленное на радиальных стойках на оси цилиндрической камеры объемного резонатора в интервале между крышками, и выходное отверстие; в котором входное сопло соединяют с НКТ, а выходное отверстие направляют в скважину.

В стволе скважины, на нижнем конце насосно-компрессорной трубы (НКТ) смонтировано устройство, представляющее собой струйный генератор Гельмгольца (СГГ), хотя в тексте патента он так не называется. СГГ состоит из камеры объемного резонатора (КОР) с двумя крышками, в которых установлены входное сопло и выходное отверстие с острыми кромками. Входное сопло выполнено в передней крышке (по потоку), а выходное отверстие в задней. Входное сопло и выходное отверстие выполнены соосно и строго напротив друг друга.

Недостатком устройства является невозможность генерировать низкочастотные колебания давления с большой амплитудой в протекающем потоке жидкости. Причина этого недостатка заключается в том, что амплитуда колебаний давления определяется, с одной стороны, скоростью струи, вытекающей из входного сопла, а с другой стороны, способностью объемного резонатора усиливать первичные колебания давления на частоте собственных колебаний.

Можно акустическую колебательную систему, принятую за прототип, представить в виде механической колебательной системы, в которой камера резонатора объемом  $V_k$ , характеризующаяся акустической упругостью  $C_{ak}$ , заменяется пружиной с механической жесткостью  $k$ , а входное сопло и выходное отверстие, характеризующиеся акустическими массами  $m_{a1}$  и  $m_{a2}$  соответственно, заменяются грузиками с массами  $m_1$  и  $m_2$ . Частота собственных колебаний этой системы высока вследствие того, что грузики расположены на обоих концах пружины.

Частота собственных колебаний этой системы определяется выражением

$$f_c = \sqrt{\frac{(m_2 + m_1) \cdot k}{m_2 m_1}}, \quad (2)$$

После обратной подстановки акустических параметров это выражение будет выглядеть следующим образом:

$$f_c = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{V_k} \left( \frac{S_2}{\ell_2} + \frac{S_1}{\ell_1} \right)}, \quad (3)$$

где  $c$  - скорость звука в среде;  $\ell_1$  и  $\ell_2$  - длины отверстий;  $S_1$  и  $S_2$  - площади их поперечных сечений.

Из формулы (3) следует, что существенным недостатком этого устройства является невозможность уменьшить частоту резонанса представленной колебательной системы без увеличения объема камеры резонатора или длины отверстий.

5 Целью настоящего изобретения является генерирование низкочастотных колебаний без увеличения объема камеры резонатора и длин входного сопла и выходного отверстия.

Технический результат достигается за счет того, что в способе генерирования низкочастотных волн давления в стволе нагнетательной скважины, при котором устанавливаются на нижнем конце насосно-компрессорной трубы (НКТ) струйный генератор Гельмгольца (СГГ), включающий цилиндрическую камеру объемного резонатора и струйный генератор, состоящий из входного сопла в передней крышке, кольца с острой кромкой, выходного отверстия и круглой струи газа, протекающей в цилиндрической камере объемного резонатора через кольцо с острыми кромками между входным соплом и выходным отверстием, представляющий собой акустическую колебательную систему с частотой собственных колебаний, определяемой взаимным расположением ее элементов, а именно: цилиндрической камеры объемного резонатора, характеризующейся акустической упругостью  $C_{ak}$ , и входного сопла с выходным отверстием, характеризующихся акустическими массами  $m_{a1}$  и  $m_{a2}$  соответственно, при этом формируют за входным соплом круглую струю газа и подают ее в цилиндрическую камеру объемного резонатора, направляют струю газа на острую кромку кольца, генерируют на острой кромке кольца первичные колебания давления и усиливают их амплитуду за счет возбуждения цилиндрическую камеру объемного резонатора на частоте собственных колебаний, настроенной в резонанс с частотой генерации первичных колебаний давления, формируют за выходным отверстием волну давления, распространяющуюся по скважине, круглую струю газа, после протекания через кольцо с острой кромкой и возбуждения первичных колебаний давления, поворачивают внутри цилиндрическую камеру объемного резонатора и направляют в обратную сторону, в выходное отверстие, усиливают амплитуду первичных колебаний давления за счет возбуждения цилиндрическую камеру объемного резонатора на низкой частоте собственных колебаний, определяемой расположением и входного сопла, и выходного отверстия с одной стороны цилиндрическую камеру объемного резонатора, и формируют за выходным отверстием, в стволе нагнетательной скважины, волну низкой частоты.

В устройстве для генерирования волн давления в стволе нагнетающей скважины в виде струйного генератора Гельмгольца (СГГ), включающего: цилиндрическую камеру объемного резонатора с двумя параллельными крышками - передней и задней; входное сопло, расположенное в передней крышке; кольцо, установленное на радиальных стойках на оси цилиндрической камеры объемного резонатора в интервале между крышками, и выходное отверстие; в котором входное сопло соединено с НКТ, а выходное отверстие направлено вниз по скважине, выходное отверстие выполнено сбоку от входного сопла, в передней крышке или корпусе цилиндрической камеры объемного резонатора.

Предложенный способ позволяет уменьшить частоту собственных колебаний камеры объемного резонатора без увеличения ее объема и увеличения длины входного сопла и выходного отверстия.

45 На фиг. 1 изображена схема устройства с входным соплом и выходным отверстием, выполненными в передней крышке.

На фиг. 2 представлена схема механического аналога акустической колебательной системы, взятой в качестве прототипа.



На фиг. 3 представлена схема механического аналога предложенной колебательной системы.

Сущность предложенного изобретения состоит в следующем.

Механический аналог акустической колебательной системы, принятой за прототип, с оппозитным расположением входного сопла и выходного отверстия в корпусе камеры, частота собственных колебаний которой вычисляется по формуле (3), изображен на фиг. 2. Частота собственных колебаний механической колебательной системы вычисляется по формуле (2).

Механический аналог акустической системы с односторонним расположением входного сопла и выходного отверстия представлен на фиг. 3. Расчет частоты собственных колебаний такой системы пока не завершен. Проведены экспериментальные исследования различных конструкций акустической системы с двумя горлами. На фиг. 4 изображена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) акустической системы, взятой за прототип, а на фиг. 5 изображена АЧХ акустической системы, представляющей изобретение.

При визуальном сравнении расположения резонансных пиков амплитуды на этих чертежах становится очевидным, что резонанс акустической системы, составляющей изобретение, имеет место быть на частоте 149 Гц, в то время как резонанс акустической системы, взятой за прототип, имеет место быть на частоте 155 Гц.

Экспериментальные исследования СРГ показали, что частота собственных колебаний камеры с односторонним расположением входного сопла и выходного отверстия ниже, по сравнению со случаем оппозитного расположения двух отверстий с той же площадью. Рассмотрение формулы (3) приводит такому же результату. Одностороннее нагружение пружинки двумя грузами в механическом аналоге приводит к тому же результату.

Были проведены исследования частоты собственных колебаний камеры объемного резонатора с двумя крышками. Камера представляла собой алюминиевую трубу диаметром  $D=78$  мм и длиной  $L=280$  мм. Передняя и задняя крышки были выполнены из листового оргстекла толщиной 10 мм. Диаметр всех отверстий был одинаков и составлял  $d=13$  мм.

В первом случае камера имела два оппозитных отверстия  $d13\times10$  мм, выполненных по центру крышек. Результаты измерения частоты собственных колебаний этой системы представлены на фиг. 4. Во втором случае камера имела два отверстия  $d13\times10$  мм, выполненных в передней крышке. Смещение центра второго отверстия от оси камеры 22 мм. Результаты измерения частоты собственных колебаний этой системы представлены на фиг. 5. На чертежах видно, что во втором случае частота собственных колебаний камеры объемного резонатора с двумя отверстиями в передней крышке ниже.

Вышеизложенное позволяет нам утверждать, что одностороннее расположение входного и выходного отверстий позволяет уменьшить частоту собственных колебаний проточного резонатора без увеличения объема камеры и длины отверстий.

Устройство для генерирования низкочастотных волн давления в стволе нагнетающей скважины (см. фиг. 1) состоит из цилиндрического корпуса 1, передней плоской крышки 2, глухой задней крышки 3, входного сопла 4 в передней крышке, выходного отверстия 5, выполненного также в передней крышке, и кольца с острой кромкой 6. Кольцо установлено на радиальных стойках прямо напротив входного сопла. Между соплом и кольцом выдерживается строго определенный интервал.

Камера объемного резонатора представляет собой трубу, заглушенную с обоих торцов плоскими крышками, установленными параллельно друг другу и

перпендикулярно оси камеры-резонатора. В первой (по потоку) крышке камеры выполнено входное сопло, представляющее собой небольшой кусок трубы определенного проходного сечения с плавной входной кромкой и острой выходной кромкой на плоском торце. Также в передней крышке, в произвольном месте, выполнено и выходное отверстие. Задняя (по потоку) крышка камеры представляет собой глухое днище.

Диаметр выходного отверстия примерно на 25% больше диаметра входного сопла. Входное сопло и выходное отверстие могут располагаться в произвольном месте передней крышки. Вероятно, входное сопло целесообразно располагать на оси передней крышки, а выходное отверстие удалять от него как можно дальше. Возможно, целесообразно выполнять выходное отверстие, даже, в корпусе камеры, вблизи с выходной крышкой, но этот вопрос нами еще не изучен.

Устройство установлено на нижнем конце НКТ и его входное сопло соединено с каналом НКТ, а выпускное отверстие направлено вниз, вдоль скважины.

Работает устройство для генерирования волн давления в затрубном пространстве скважины следующим образом. При подаче в НКТ ремонтируемой скважины технической сжимаемой жидкости вся подаваемая жидкость протекает через камеру объемного резонатора. При этом на выходе из сопла формируется круглая струя жидкости 7, которая устремляется в сторону глухого днища, задевает по пути острые кромки кольца и поворачивает обратно, поскольку выходное отверстие для нее предусмотрено на той же стороне, откуда осуществляется подача. Далее струя вытекает через выходное отверстие в межтрубное пространство скважины.

При взаимодействии струи с внутренней острой кромкой кольца генерируются слабые возмущения давления в окружающем пространстве. Частота их генерации совпадает с частотой собственных колебаний камеры, и акустическая колебательная система резонирует на этой частоте. Волна давления распространяется по скважине и через перфорационные отверстия - в призабойное пространство.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ генерирования низкочастотных волн давления в стволе нагнетательной скважины, при котором устанавливают на нижнем конце насосно-компрессорной трубы (НКТ) струйный генератор Гельмгольца (СГГ), включающий цилиндрическую камеру объемного резонатора и струйный генератор, состоящий из входного сопла в передней крышке, кольца с острой кромкой, выходного отверстия и круглой струи газа, протекающего в цилиндрической камере объемного резонатора через кольцо с острыми кромками между входным соплом и выходным отверстием, представляющий собой акустическую колебательную систему с частотой собственных колебаний, определяемой взаимным расположением ее элементов, а именно цилиндрической камеры объемного резонатора, характеризующейся акустической упругостью  $C_{ak}$ , и входного сопла с выходным отверстием, характеризующихся акустическими массами  $m_{a1}$  и  $m_{a2}$  соответственно, при этом формируют за входным соплом круглую струю газа и подают его в цилиндрическую камеру объемного резонатора, направляют струю газа на острую кромку кольца, генерируют на острой кромке кольца первичные колебания давления и усиливают их амплитуду за счет возбуждения цилиндрической камеры объемного резонатора на частоте собственных колебаний, настроенной в резонанс с частотой генерации первичных колебаний давления, создают за выходным отверстием волну давления, распространяющуюся по скважине, отличающийся тем, что круглую струю газа, после протекания через кольцо с острой кромкой и возбуждения первичных

колебаний давления, поворачивают внутри цилиндрической камеры объемного резонатора и направляют в обратную сторону, в выходное отверстие, усиливают амплитуду первичных колебаний давления за счет возбуждения камеры объемного резонатора на низкой частоте собственных колебаний, определяемой расположением  
5 и входного сопла, и выходного отверстия с одной стороны камеры объемного резонатора, и формируют за выходным отверстием, в стволе нагнетательной скважины, волну низкой частоты.

2. Устройство для генерирования волн давления в стволе нагнетающей скважины в виде струйного генератора Гельмгольца (СГГ), включающего: цилиндрическую камеру  
10 объемного резонатора с двумя параллельными крышками - передней и задней; входное сопло, расположенное в передней крышке; кольцо, установленное на радиальных стойках на оси цилиндрической камеры объемного резонатора в интервале между крышками, и выходное отверстие; в котором входное сопло соединено с НКТ, а выходное отверстие направлено вниз по скважине, отличающееся тем, что выходное  
15 отверстие выполнено сбоку от входного сопла, в передней крышке или корпусе цилиндрической камеры объемного резонатора.

20

25

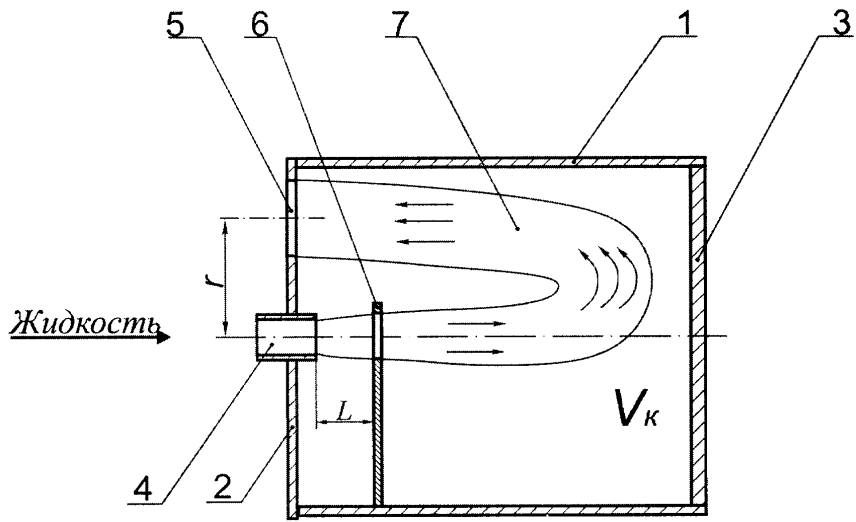
30

35

40

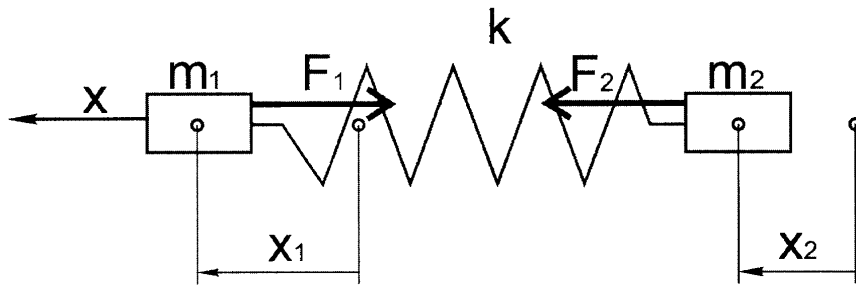
45

1

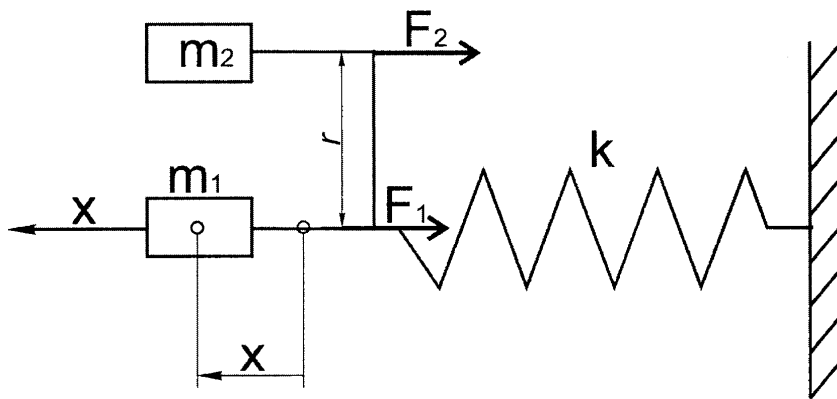


Фиг.1

2

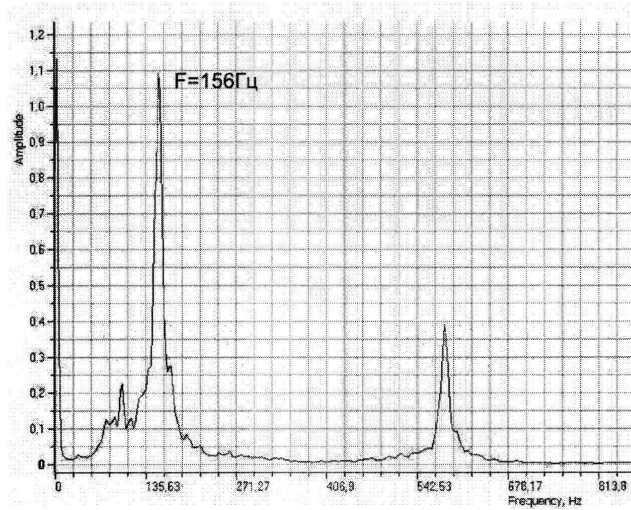


Фиг. 2

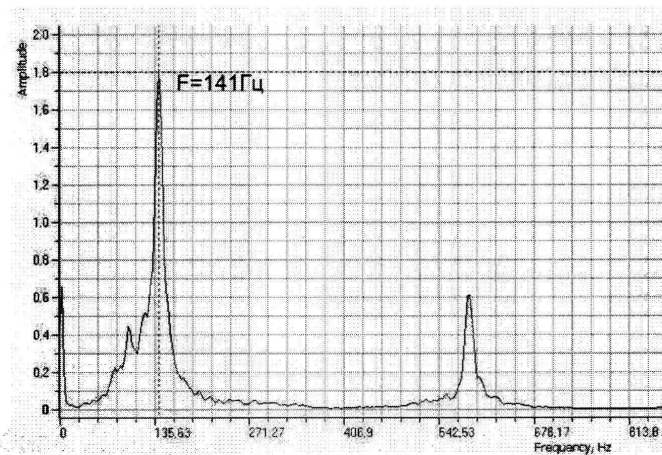


Фиг. 3

Способ и устройство с глухим дном для генерирования волн давления в стволе нагнетающей скважины



Фиг.4. АЧХ при двух оппозитных отверстиях в двух крышках.



Фиг.5. АЧХ при двух отверстиях в передней крышке.