



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 028 647<sup>(13)</sup> C1

(51) МПК<sup>6</sup> G 01 V 1/155

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5025765/25, 05.07.1991

(46) Дата публикации: 09.02.1995

(56) Ссылки: 1. Авторское свидетельство СССР N 807186, G 01V 1/155, 1981.2. Авторское свидетельство СССР N 930186, кл. G 01V 1/155, опубл. 1982.

(71) Заявитель:

Научно-производственное предприятие  
"Модус"

(72) Изобретатель: Парадеев В.Д.,

Бурьян Ю.А., Платковский Э.Г., Силков  
М.В., Шнеерсон М.Б.

(73) Патентообладатель:

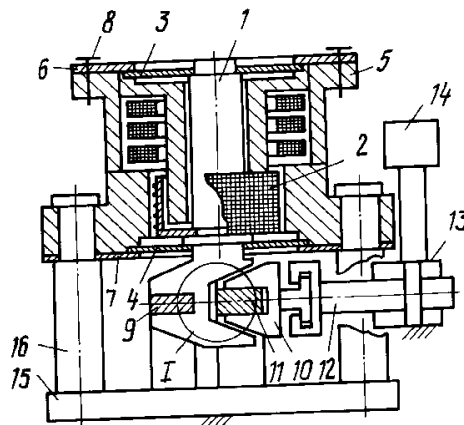
Научно-производственное предприятие  
"Модус"

(54) РЕЗОНАНСНЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ВИБРАЦИИ

(57) Реферат:

Использование: для вибрационной техники, в частности в качестве источников сейсмосигналов с рабочим диапазоном частот до 300 Гц включительно. Сущность изобретения: источник содержит инерционную массу 1, упругую подвеску, опорную плиту 15 и рабочий орган. Упругая подвеска выполнена в виде двух плоских пружин 9, 11, первая из которых постоянно связывает инерционную массу с опорной плитой, а вторая действует на определенном этапе движения инерционной массы, продолжительность которого регулируется изменением зазоров между соответствующими наклонными поверхностями инерционной массы и подвижной головки держателя 10, установленной на второй пружине. Подвижная головка держателя связана с механизмом регулировки зазора, включающего в себя привод, осуществляющий ее перемещение в горизонтальной плоскости в направлении, перпендикулярном оси второй пружины. При этом изменяется зазор, и, следовательно,

характеристика восстанавливающей силы упругой подвески, что, в свою очередь, позволяет в широких пределах регулировать резонансную частоту данной существенно нелинейной системы. 1 з.п.ф-лы, 4 ил.



Фиг.1

RU 2 028 647 C1

RU 2 028 647 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 028 647** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 01 V 1/155**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5025765/25, 05.07.1991

(46) Date of publication: 09.02.1995

(71) Applicant:  
 Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie "Modus"

(72) Inventor: Paradeev V.D.,  
 Bur'jan Ju.A., Platkovskij Eh.G., Silkov  
 M.V., Shneerson M.B.

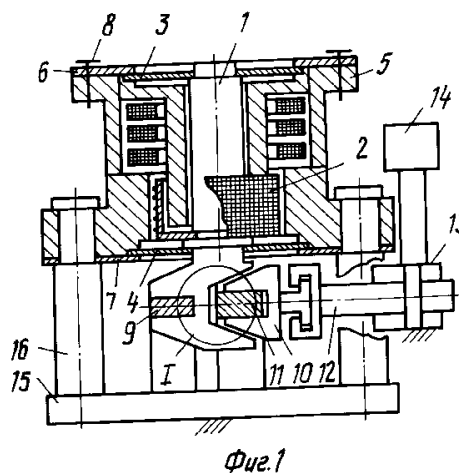
(73) Proprietor:  
 Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie "Modus"

(54) **RESONANT SEISMIC VIBRATION SOURCE**

(57) Abstract:

FIELD: vibration technology. SUBSTANCE: source has inertial mass 1, flexible suspension, support slab 15 and working tool. Flexible suspension is made in form of two flat springs 9, 11. The first spring connects inertial mass with support slab permanently, and the other one acts at specific stage of motion of inertial mass. Duration of the period is controlled by change in gaps between corresponding inclined surfaces of inertial mass and movable head of holder 10 which is mounted onto the second spring. Movable head of the holder is connected with mechanism for adjusting gap; the mechanism has a drive which moves the head at horizontal plane at the direction being perpendicular to axis of the second spring. Gap is changed in this case and as a result, characteristic of recovering strength of flexible suspension changes as well. Resonant frequency of this

non-linear system may be adjusted at wide ranges. EFFECT: improved efficiency of operation. 2 cl, 4 dwg



RU 2 0 2 8 6 4 7 C 1

RU 2 0 2 8 6 4 7 C 1

Изобретение относится к источникам сейсмических сигналов вибрационного действия, применяемым в сейсморазведке.

Известны генераторы упругих колебаний, содержащие возбудитель колебаний, и газожидкостные упругие элементы регулируемой жесткости, которые выполнены в виде замкнутых объемов с эластичными стенками, разделяющими полости, содержащие газ и жидкость. Настройка генератора в резонанс осуществляется изменением количества жидкости в газожидкостном элементе, что влечет изменение коэффициентов жесткости [1].

Недостатком данного генератора является низкая сейсмическая эффективность, обусловленная узким частотным диапазоном настройки в резонанс и невозможностью настройки в резонанс на высоких частотах, порядка 200-300 Гц, что объясняется, соответственно, узким диапазоном изменения жесткости газожидкостных элементов и невозможностью достичь необходимой жесткости в них для работы в резонанс на частоте 200-300 Гц.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является резонансный сейсмический источник вибрации, содержащий рабочий орган, инерционную массу, упругую подвеску, опорную плиту, который снабжен грузами с эксцентричными цапфами, соединенными с рабочим органом и инерционной массой с возможностью поворота вокруг оси вращения, а также приводом для поворота грузов и их фиксации в заданном положении. Плавное изменение собственной частоты колебаний достигается путем поворота эксцентрично расположенных на оси грузов [2].

Недостатком данного источника является низкая сейсмическая эффективность, обусловленная узким частотным диапазоном настройки, в резонанс и невозможностью настройки в резонанс на частотах, порядка 200-300 Гц.

Действительно, в рассматриваемом источнике, усилие от инерционной массы передается по двум механическим цепям:

- 1) Инерционная масса 1 - упругая подвеска 4 - опорная плита 3.
- 2) Инерционная масса 1 - направляющая 7 - пружинная лента 13 - груз 12 - направляющая 8 - корпус 9 - рабочее тело (жидкость или газ) - привод 15 поворота грузов 10.

Через вторую цепь производится регулировка собственной частоты источника, а следовательно и настройка в резонанс. Источник будет работать надежно, если для любой рабочей частоты справедливо  $(\delta\Sigma + \Delta\Sigma) \ll a$ , (1) где  $\delta\Sigma, \Delta\Sigma$  - суммарные нерасчетные податливость и зазор элементов цепи,

$a$  - амплитуда колебаний инерционной массы.

На частотах, порядка 200-300 Гц амплитуда колебаний инерционной массы может составлять доли миллиметра, поэтому условие (1) для такой длинной механической цепи практически невыполнимо. Кроме того, для настройки в резонанс, в случае широкого диапазона рабочих частот потребуется изменение эквивалентной инерционной массы в десятки раз, что достаточно сложно. Расширение диапазона может быть

достигнуто путем смены грузов, но для этого необходима остановка работы источника, что делает невозможным плавную регулировку во всем диапазоне частот.

5 Цель изобретения - повышение сейсмической эффективности путем расширения диапазона регулирования резонансной частоты, а также путем повышения надежности работы в области частот порядка 200-300 Гц, за счет уменьшения величин нерасчетных податливостей и зазоров элементов конструкции, передающих вибродвижение.

10 Поставленная цель достигается тем, что в резонансном сейсмическом источнике вибрации, содержащем инерционную массу, упругую подвеску, опорную плиту и рабочий орган упругая подвеска выполнена в виде двух плоских пружин с концами, заземленными на опорной плите, причем средняя часть первой постоянно связана с выходным концом инерционной массы, а средняя часть второй охвачена 20 прямоугольным пазом подвижной головки, внешний контур которой имеет форму клина с симметрично расположенными наклонными поверхностями, совпадающую с формой клиновидной выточки выходного конца инерционной массы, причем взаимное 25 расположение подвижной головки и выточки приводит к образованию между соответствующими наклонными поверхностями симметричных зазоров, для изменения величины которых имеется механизм регулировки зазоров.

30 Кроме того, механизм регулировки зазоров включает в себя гидроцилиндр, шток которого связан с подвижной головкой посредством Т-образного сочленения с возможностью перемещения подвижной головки в горизонтальной плоскости перпендикулярно 35 оси второй пружины независимо от ее вертикальных перемещений, при этом между наклонными поверхностями подвижной головки и соответствующими наклонными поверхностями клиновидной выточки 40 выходного конца инерционной массы образуется регулируемый зазор.

45 Таким образом, конструкция упругой подвески, выполненной в виде двух плоских пружин с симметричными зазорами позволяет получить существенно нелинейную характеристику восстанавливающей силы, которая определяется следующими параметрами: жесткостями 1-й и 2-й пружин -  $C_1$  и  $C_2$  соответственно, амплитудой 50 колебаний и зазорами. Регулируя величину зазоров, мы изменяем характеристику восстанавливающей силы, а следовательно и собственную частоту системы. При совпадении собственной частоты системы с частотой вынуждающей силы наступает резонанс. В данном случае жесткости и 1-й и 2-й пружин остаются постоянными, поэтому для введения источника в резонанс не требуется включать в конструкцию 55 специальные элементы, изменяющие непосредственно жесткость пружин, как это делается в случае линейной упругой подвески, например, в устройстве по авт.св. N 1022101, кл. G 01 V 1/155, опублик. 1983. Такие элементы обычно работают в условиях точечного или линейного контакта, подвергаются изгибу или кручению, что приводит к значительным нерасчетным

деформациям, люфтам и зазорам. Аналогичными недостатками обладают резонансные устройства, которые содержат специальные элементы, изменяющие приведенную инерционную массу, как, например, в прототипе. При малых амплитудах это приводит к невыполнению условия (1).

В предлагаемом устройстве усилие на опорную плиту передается через короткую механическую цепь: инерционная масса - подвижная головка - плоские пружины - опорная плита. Причем жесткости пружин являются определяющими в динамике колебаний источника. Остальные элементы, благодаря тому, что они обладают высокой жесткостью и контактируют только по площадкам, могут легко обеспечить выполнение условия (1) даже в случае малых значений амплитуд, которыми характеризуется сейсмовибрация с частотой порядка 200-300 Гц.

Кроме того, изменение резонансной частоты в линейной системе в N-раз требует в N<sup>2</sup> - раз изменять жесткость или приведенную массу, что достаточно сложно и требует мощного привода. В предлагаемом устройстве изменение собственной частоты достигается только изменением зазора, что существенно, проще и, поэтому, позволяет получить широкий диапазон резонансных частот, причем жесткости, определяющие его границы могут иметь практически любые значения.

На фиг.1 представлен предлагаемый высокочастотный резонансный источник вибрации, вид спереди; на фиг.2 - вид справа; на фиг.3 - выноска 1 из общего вида; на фиг.4 - график характеристики восстанавливающей силы.

Устройство содержит: инерционную массу 1, выполненную заодно с рабочим органом 2 вибратора; круглые диафрагмы 3, 4 малой жесткости, осуществляющие связь между корпусом 5 вибратора и инерционной массой 1, внешние края которых заземлены фланцевыми кольцами 6, 7, посредством болтов 8; плоских пружин 9, 11, образующих упругую подвеску источника, причем пружина 9 постоянно связана с выходным концом инерционной массы 1, имеющим клиновидную проточку, ответной частью которой является притертая клиновидная подвижная головка держателя 10, внутренний паз которого охватывает среднюю часть плоской пружины 11 с возможностью беззазорного скольжения по ее поверхности в горизонтальном направлении перпендикулярно оси пружин 11, а подвижная головка 10 через Т-образное сочленение кинематически связана с штоком 12 гидроцилиндра 13 таким образом, чтобы вибродвижение инерционной массы 9 практически не влияло на перемещение штока 12, связанного с системой управления 14; опорную плиту 15, жестко связанную с корпусом 5 вибратора через стойки 16.

Устройство работает следующим образом. При взаимодействии постоянного магнитного поля с катушкой возбуждения, расположенной на рабочем органе 2 инерционная масса 1 под действием электромагнитных сил совершает возвратно-поступательное движение относительно корпуса 5 и передает колебания опорной плите 14 через пружину 9, с которой инерционная масса 1 связана

постоянно, так же через пружину 11, которая вступает в действие лишь на определенном этапе движения, длительность которого регулируется изменением зазоров между соответствующими наклонными поверхностями подвижной головки 10 и клиновидной проточки выходного конца инерционной массы 1. Система управления 14 обеспечивает также величины зазоров, чтобы сейсмический источник вибрации работал в режиме резонанса. При необходимости их изменения в рабочей полости гидроцилиндра 13 поступает жидкость, вследствие чего перемещается шток 12, а вместе с ним и подвижная головка 10, причем Т-образное сочленение позволяет двигаться головке 10 в горизонтальной плоскости перпендикулярно оси пружины 11 независимо от ее вертикальных вибродвижений.

Очевидно соотношение (см. фиг.3)

$$h = S \operatorname{tg} \alpha, \quad (2) \text{ где } h - \text{ зазор между}$$

наклонными поверхностями,

S - перемещение подвижной головки 10,

$\alpha$  - угол, образуемый наклонными поверхностями в горизонтальной плоскости.

Характеристика восстанавливающей силы R(x) для рассматриваемой упругой подвески имеет вид кусочно-линейной, нечетной функции (фиг.4).

$$R(x) = \begin{cases} -(C_1 + C_2) \cdot x & \text{при } -a < x < -h \\ C_1 \cdot x & \text{при } |x| < h \\ (C_1 + C_2) \cdot x & \text{при } h < x < a \end{cases}$$

(3) где x - виброперемещение инерционной массы.

Если для сейсмоисточника задается диапазон рабочих частот, то жесткости C<sub>1</sub> выбирается из условия настройки в резонанс на нижней частоте, а сумма (C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub>) из условия настройки в резонанс на верхней частоте. Первому случаю соответствует условие h ≥ a и соответственно

$$R(x) = C_1 \cdot x \quad (4) \text{ т.е. колебания}$$

происходят только с участием пружины 9, контакта инерционной массы 1 с подвижной головкой 10 нет. Второму случаю соответствует условие h = 0 и соответственно

$$R(x) = (C_1 + C_2) \cdot x \quad (5) \text{ т.е. колебания}$$

происходят с постоянным участием пружин 9 и 11, контакт инерционной массы 1 с подвижной головкой 10 - постоянный.

Для промежуточных частот из заданного рабочего диапазона настройка в резонанс происходит путем соответствующего подбора значений составляющих выражения (3), что может быть достигнуто изменением величины зазора. Влияние величины зазора на амплитудно-частотную характеристику системы с характеристикой восстанавливающей силы в виде (3) рассматриваются в известной работе, где доказывается, что с уменьшением зазора h растет собственная частота колебаний системы.

Таким образом, резонансный сейсмический источник вибрации, содержащий упругую подвеску, выполненную в виде двух плоских пружин с симметричными зазорами имеет возможность за счет регулирования величины зазоров достаточно просто, в широком диапазоне изменять свою

резонансную частоту. Конструкция источника позволяет осуществлять его эффективную эксплуатацию при малых амплитудах колебаний на частоте порядка 100-300 Гц.

**Формула изобретения:**

1. РЕЗОНАНСНЫЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ВИБРАЦИИ, содержащий инерционную массу, соединенную через упругую подвеску с опорной плитой, и рабочий орган, отличающийся тем, что источник вибрации дополнительно снабжен подвижной головкой держателя с пазом, при этом упругая подвеска выполнена в виде двух горизонтально расположенных плоских пружин, закрепленных своими концами на дополнительных стыках, которые установлены на опорной плите, в нижней

части инерционной массы выполнены трапециевидная выточка и паз, в котором расположена средняя часть одной из плоских пружин, а средняя часть другой пружины размещена в пазу подвижной головки держателя, выполненной в виде клиновидного тела, размещенной с зазором и симметрично внутри трапециевидной выточки инерционной массы и соединенной с механизмом регулировки зазоров.

2. Источник по п.1, отличающийся тем, что механизм регулировки зазоров включает в себя гидроцилиндр, шток которого связан с подвижной головкой посредством Т-образного сочленения с возможностью перемещения подвижной головки в горизонтальной плоскости перпендикулярно продольной оси второй пружины.

5

10

15

20

25

30

35

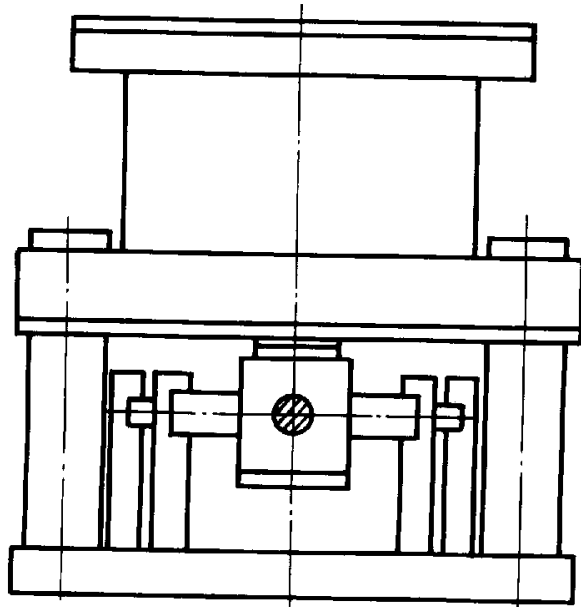
40

45

50

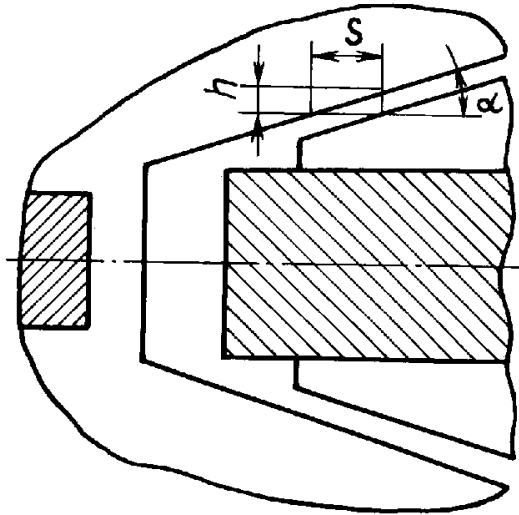
55

60



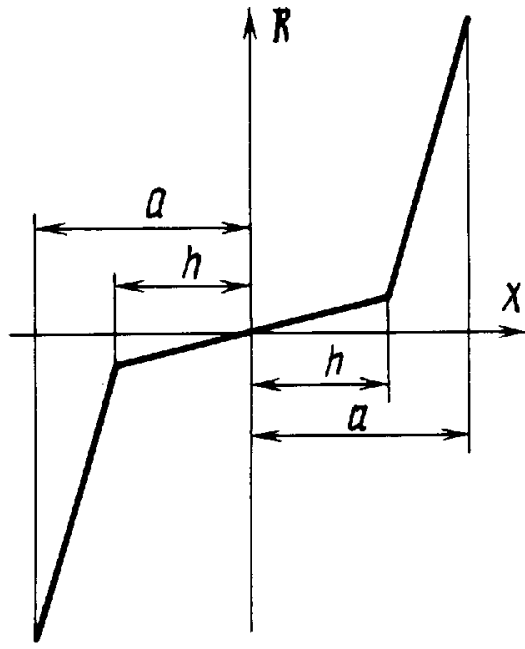
Фиг.2

I



Фиг.3

RU 2028647 C1



Фиг. 4

RU 2028647 C1