



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015103569/28, 03.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.02.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.02.2015

(45) Опубликовано: 20.05.2016 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2498251 C1, 10.11.2013. RU 2430344
C1, 27.09.2011. RU 2472126 C1, 10.01.2013. US
8833171 B2, 16.09.2014.

Адрес для переписки:

440026, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10, АО
"НИИФИ"

(72) Автор(ы):

Дмитриенко Алексей Геннадиевич (RU),
Блинов Александр Вячеславович (RU),
Кикот Виктор Викторович (RU),
Шамраков Анатолий Леонидович (RU),
Маланин Владимир Павлович (RU),
Щевелев Антон Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

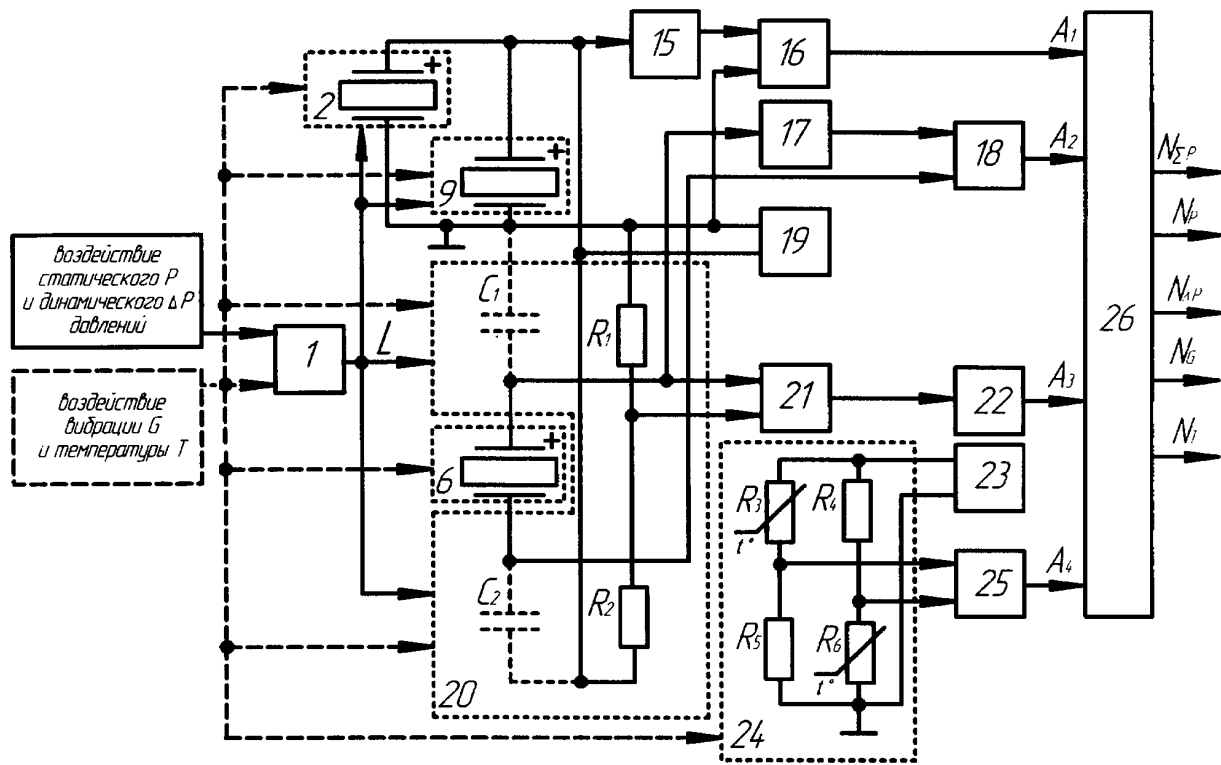
Акционерное общество "Научно-
исследовательский институт физических
измерений" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к средствам измерения давления, и может быть использовано в датчиках давления. Устройство для измерения давления состоит из штока, первого, второго и третьего пьезоэлементов. Шток неподвижно соединен с первым и третьим пьезоэлементами, первой мостовой измерительной схемой, образованной дифференциальным емкостным преобразователем, состоящим из первого конденсатора C_1 и второго конденсатора C_2 , а также резисторов R_1 и R_2 , первого режекторного фильтра, первого усилителя заряда, второго режекторного фильтра, второго усилителя заряда, генератора высокой частоты, первого усилителя сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи, выпрямителя, источника питания постоянного тока, образованной терморезисторами R_3 и R_4 , а также резисторами R_4 и R_5 , второго усилителя сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи и

микроконтроллера. Выходы первого и третьего пьезоэлементов соединены с первым входом A_1 микроконтроллера через первый режекторный фильтр и первый усилитель заряда. Выходы второго пьезоэлемента соединены со вторым входом микроконтроллера A_2 через второй режекторный фильтр и второй усилитель заряда. Выходы генератора высокой частоты соединены с третьим входом A_3 микроконтроллера через первую мостовую измерительную цепь. первый усилитель сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи и выпрямитель. Выходы источника постоянного тока соединены через вторую мостовую измерительную цепь с четвертым входом A_4 микроконтроллера через второй усилитель разбаланса мостовой измерительной цепи. Технический результат заключается в повышении точности измерения, а также увеличении функциональных возможностей. 4 ил.



Фиг. 4



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2015103569/28, 03.02.2015

(24) Effective date for property rights:
03.02.2015

Priority:

(22) Date of filing: 03.02.2015

(45) Date of publication: 20.05.2016 Bull. № 14

Mail address:

440026, g. Penza, ul. Volodarskogo, 8/10, AO "NIIPT"

(72) Inventor(s):

Dmitrienko Aleksey Gennadievich (RU),
Blinov Aleksandr Vjacheslavovich (RU),
Kikot Viktor Viktorovich (RU),
SHamrakov Anatolij Leonidovich (RU),
Malanin Vladimir Pavlovich (RU),
SHChevelev Anton Sergeevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Aksionernoe obshchestvo "Nauchno-
issledovatel'skij institut fizicheskikh izmerenij"
(RU)

(54) PRESSURE MEASURING DEVICE

(57) Abstract:

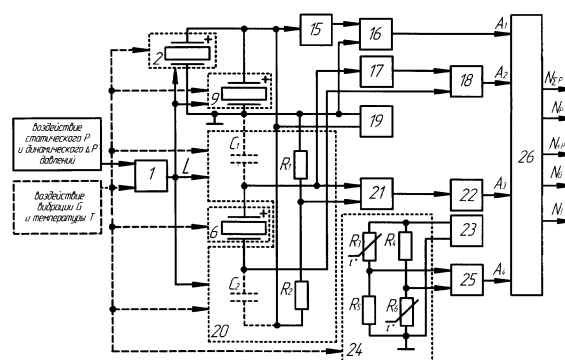
FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention can be used in pressure sensors. Pressure measuring device consists of rod, first, second and third piezoelectric elements. Rod is rigidly connected to the first and third piezo elements, the first bridge measuring circuit formed by differential capacitance transducer consisting of the first capacitor C_1 and the second capacitor with 2 , as well as resistors R_1 and R_2 , first rejection filter, first charge amplifier, second rejection filter, a second charge amplifier, high-frequency generator; the first unbalance signal amplifier the bridge measuring circuit, rectifier, DC power supply formed thermistors R_3 and R_4 , as well as resistors R_4 and R_5 , second unbalance signal amplifier the bridge measuring circuit and microcontroller. Outputs of the first and third piezoelectric elements are connected to the first input of A_1 of the microcontroller through the first band-stop filter and first charge amplifier. Outputs of the second piezoelectric element are connected to the second input of the microcontroller A_2 via second band-stop filter and the second charge amplifier. High-frequency generator outputs are connected to the third

input A_3 of the microcontroller through the first bridge measuring circuit, the first unbalance signal amplifier the bridge measuring circuit and rectifier. DC source outputs are connected through the second bridge measuring circuit with the fourth input A_4 of the microcontroller through the second amplifier offset bridge measuring circuit.

EFFECT: technical result consists in improvement of measurement accuracy, as well as increase of functional capabilities.

1 cl, 4 dwg



Фиг. 4

Предлагаемое изобретение относится к измерительной технике, в частности к средствам измерения давления, и может быть использовано в датчиках давления.

Известен приемник низкочастотных колебаний давления в водной среде, содержащий основной и дополнительный пьезоэлементы, корпус, выполненный из теплопроводящего материала, например металла. Основной пьезоэлемент прикреплен снаружи корпуса и воспринимает колебания давления водной среды, а также флуктуации температуры воды и смещения корпуса как составляющих помехи. Дополнительный пьезоэлемент, идентичный основному, прикреплен к корпусу в воздушной полости внутри корпуса, где он изолируется от колебаний давления водной среды, но воспринимает флуктуации температуры водной среды и смещения корпуса. Оба пьезоэлемента включены параллельно друг другу с встречным направлением знаков поляризации и выполнены из идентичного пьезоматериала [RU патент 2498251 C1, G01L 9/08, H01L 27/20. Приемник низкочастотных колебаний давления в водной среде. Оpubл. 10.11.2013].

Недостатками данного устройства являются низкая точность измерения, обусловленная различием зависимостей температур пьезоэлементов от температур водной и воздушной сред, а также узкие функциональные возможности устройства из-за невозможности измерения устройством статического давления, вибрации и температуры.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является пьезоэлектрический преобразователь, содержащий двухэлектродный пьезоэлемент, выполненный в виде пластины из пьезоматериала, противоположные грани которой контактируют с электродами, и усилитель заряда, выход которого соединен с его инвертирующим входом через резистор обратной связи. Один из электродов двухэлектродного пьезоэлемента соединен с инвертирующим входом усилителя заряда, а другой состоит из двух электрически изолированных секций, одна из которых соединена непосредственно с выходом усилителя заряда, а другая - через шину «земля» и корректирующий резистор - с его неинвертирующим входом [RU патент 2099678 C1, G01L 9/08, G01L 23/10, H03B 5/32. Пьезоэлектрический преобразователь давления в электрический сигнал. Оpubл. 20.12.1997].

Недостатками данного устройства являются низкая точность измерения из-за неполной компенсации влияния дестабилизирующих факторов - статического давления, вибрации и температуры - при измерении динамического давления с частотой, отличной от значения частоты динамического давления, задаваемого при настройке устройства, а также низкие функциональные возможности устройства из-за невозможности измерения статического давления, вибрации и температуры.

Целью заявляемого изобретения является повышение точности измерения за счет коррекции погрешности измерения статического давления от воздействия температуры, коррекции погрешности измерения динамического давления от воздействия статического давления, вибрации и температуры, коррекции погрешности измерения вибрации от воздействия температуры, а также расширение функциональных возможностей за счет измерения статического давления, вибрации и температуры.

Поставленная цель достигается тем, что в пьезоэлектрический преобразователь, содержащий двухэлектродный пьезоэлемент, выполненный в виде пластины из пьезоматериала, противоположные грани которой контактируют с электродами, и усилитель заряда, согласно предлагаемому изобретению дополнительно введены шток, второй и третий пьезоэлементы, первая и вторая мостовые измерительные цепи, первый и второй усилители разбаланса сигнала мостовой измерительной цепи, первый и второй режекторные фильтры, второй усилитель заряда, генератор высокой частоты,

выпрямитель, источник питания постоянного тока и микроконтроллер, при этом первая мостовая измерительная цепь состоит из первого и второго конденсаторов, первого и второго резисторов, а вторая измерительная цепь состоит из первого и второго терморезисторов, третьего и четвертого резисторов, при этом выходы первого и третьего пьезоэлементов соединены с первым входом микроконтроллера через первый
 5 режекторный фильтр и первый усилитель заряда, выходы второго пьезоэлемента соединены со вторым входом микроконтроллера через второй режекторный фильтр и второй усилитель заряда, выходы генератора высокой частоты соединены через первую мостовую измерительную цепь, первый усилитель сигнала разбаланса мостовой
 10 измерительной цепи и выпрямитель с третьим входом микроконтроллера, а выходы источника постоянного тока соединены через вторую мостовую измерительную цепь и второй усилитель разбаланса мостовой измерительной цепи с четвертым входом микроконтроллера, причем шток неподвижно соединен с первым и третьим пьезоэлементами, которые выполнены трехэлектродными, второй электрод первого
 15 пьезоэлемента и первый электрод второго пьезоэлемента являются первым конденсатором, второй электрод второго пьезоэлемента и первый электрод третьего пьезоэлемента являются вторым конденсатором, а третьи электроды первого и третьего пьезоэлементов являются первым и вторым терморезисторами соответственно, пьезоэлементы выполнены из идентичного пьезоматериала, электроды пьезоэлементов
 20 выполнены односекционными.

Введение штока, второго и третьего пьезоэлементов, неподвижного соединения штока с первым и третьим пьезоэлементами, первой и второй мостовых измерительных цепей, первого и второго режекторных фильтров, второго усилителя заряда, генератора высокой частоты, источника питания постоянного тока, первого и второго усилителей
 25 разбаланса мостовой измерительной цепи, выпрямителя и микроконтроллера позволяет увеличить функциональные возможности за счет измерения статического давления, вибрации, температуры, а также за счет вычисления суммарного сигнала о статическом и динамическом давлении, повысить точность измерения за счет коррекции погрешности измерения динамического давления от воздействия статического давления, вибрации
 30 и температуры, коррекции погрешности измерения вибрации от воздействия температуры, коррекции погрешности измерения статического давления от воздействия температуры.

Введение третьего пьезоэлемента позволяет повысить точность измерения динамического давления за счет повышения чувствительности путем увеличения уровня
 35 сигнала о динамическом давлении путем суммирования сигналов о динамическом давлении, получаемых с использованием первого и третьего пьезоэлементов.

Выполнение пьезоэлементов из идентичного пьезоматериала позволяет повысить точность измерения динамического давления за счет снижения температурной погрешности измерения из-за идентичности между собой зависимостей электрических
 40 и физических параметров пьезоэлементов от температуры.

На фиг. 1 представлены устройства штока, первого, второго и третьего пьезоэлементов устройства для измерения давления.

На фиг. 2 представлены шток, первый, второй и третий пьезоэлементы устройства для измерения давления в сборе.

На фиг. 3 представлены шток, первый, второй и третий пьезоэлементы устройства для измерения давления в сборе и в разрезе.

На фиг. 4 представлена структурная схема устройства для измерения давления.

Устройство для измерения давления состоит из штока 1, первого пьезоэлемента 2,

второго пьезоэлемента 6, третьего пьезоэлемента 9, шток 1 неподвижно соединен с первым пьезоэлементом 2 и третьим пьезоэлементом 9, первой мостовой измерительной схемой 20, образованной дифференциальным емкостным преобразователем, состоящим из первого конденсатора C_1 , которым являются второй электрод 4 первого

5 пьезоэлемента 2 и первый электрод 7 второго пьезоэлемента 6, с зазором 13 между электродами 4 и 7, второго конденсатора C_2 , которым являются второй электрод 8 второго пьезоэлемента 6 и первый электрод 10 третьего пьезоэлемента 9, с зазором 14 между электродами 8 и 10, а также резисторов R_1 и R_2 , первого режекторного фильтра 15, первого усилителя заряда 16, второго режекторного фильтра 17, второго усилителя 10 заряда 18, генератора высокой частоты 19, первого усилителя сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи 21, выпрямителя 22, источника питания постоянного тока 23, образованной терморезисторами R_3 и R_4 , а также резисторами R_4 и R_5 , второго 15 усилителя сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи 25 и микроконтроллера 26. Выходы первого 2 и третьего 9 пьезоэлементов соединены с первым входом A_1 микроконтроллера 26 через первый режекторный фильтр 15 и первый усилитель заряда 16, выходы второго пьезоэлемента 6 соединены со вторым входом микроконтроллера A_2 через второй режекторный фильтр 17 и второй усилитель заряда 18, выходы генератора высокой частоты 19 соединены с третьим входом A_3 микроконтроллера 26 20 через первую мостовую измерительную цепь 20, первый усилитель сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи 21 и выпрямитель 22, а выходы источника постоянного тока 23 соединены через вторую мостовую измерительную цепь 24 с четвертым входом A_4 микроконтроллера 26 через второй усилитель разбаланса мостовой измерительной 25 цепи 25.

Суммарный электрический заряд, снимаемый с электродов 3 и 4 первого пьезоэлемента 2, с электродов 10 и 11 третьего пьезоэлемента 9, зависящий от деформаций пьезоэлементов 2 и 9 от перемещений L штока 1 при воздействии на шток 1 статического давления P , динамического давления ΔP , вибрации G , температуры T , 30 от деформаций пьезоэлементов 2 и 9 при воздействии вибрации G , а также от воздействия на пьезоэлементы 2 и 9 температуры T , через первый режекторный фильтр 15 с полосой пропускания, исключающей частоту напряжения постоянной частоты и амплитуды, генерируемую генератором высокой частоты 19, усиленный первым усилителем заряда 16 и поступающий на вход A_1 микроконтроллера 26, является сигналом о динамическом 35 давлении ΔP , с погрешностью измерения динамического давления ΔP от воздействия статического давления P , вибрации G , температуры T .

Электрический заряд, снимаемый с электродов второго пьезоэлемента 6, зависящий от деформаций пьезоэлемента 6 при воздействии вибрации, а также от воздействия на пьезоэлемент 6 температуры T , через второй режекторный фильтр с полосой 40 пропускания, исключающей частоту напряжения постоянной частоты и амплитуды, генерируемую генератором высокой частоты 19, усиленный вторым усилителем заряда 18 и поступающий на вход A_2 микроконтроллера 26, является сигналом о вибрации G , с погрешностью измерения вибрации G от воздействия температуры T .

Устройство для измерения давления работает следующим образом.

45 Напряжение постоянной частоты и амплитуды, поступающее на вход первой мостовой измерительной цепи 20 с генератора высокой частоты 19, преобразуется мостовой измерительной цепью 20 в выходное напряжение разбаланса первой мостовой измерительной цепи 20, которое зависит от зазоров 13 и 14, меняющихся от деформаций

пьезоэлементов 2 и 9 от перемещений L штока 1 при воздействии на шток 1 статического давления P , динамического давления ΔP , вибрации G , температуры T , от деформаций пьезоэлементов 2, 6, 9 при воздействии вибрации G , а также от воздействия на пьезоэлементы 2, 6, 9 температуры T , и определяющих емкости конденсаторов C_1 и C_2 ,

5 причем если при перемещении L штока 1 зазор 13 изменяется на величину ΔL , то зазор 14 изменяется на величину ΔL , усиливается первым усилителем сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи 21, преобразуется выпрямителем 22 с верхним значением полосы пропускания, не превышающим нижние значения частотных диапазонов динамического давления ΔP и вибрации G , в сигнал о статическом давлении P , в котором
10 присутствует ошибка измерения статического давления P от воздействия температуры T , и поступает на вход A_3 микроконтроллера 26. Сигнал с выхода источника питания постоянного тока 23, поступающий на вход второй мостовой измерительной цепи 24, преобразуемый второй мостовой измерительной цепью 24 в выходное напряжение разбаланса второй мостовой измерительной цепи 24, которое зависит от сопротивлений
15 резисторов R_3 и R_4 , зависящих от температуры T , усиливается вторым усилителем сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи и поступающий на вход A_4 микроконтроллера 26, является сигналом о воздействии температуры T .

Микроконтроллер 26 с использованием сигналов, поступающих на входы A_1 - A_4 ,

20 преобразованных микроконтроллером 26 в цифровые коды, а также с использованием внесенных в виде кода в память микроконтроллера 26 при предварительной настройке устройства значений статического давления P , динамического давления ΔP , вибрации G , температуры T и соответствующих им значений статического давления в виде кода с выхода N_P , динамического давления в виде кода с выхода $N_{\Delta P}$, вибрации в виде кода с выхода N_G , температуры в виде кода с выхода N_T , являющихся выходными сигналами
25 микроконтроллера 26, вычисляет в виде кодов значения сигналов коррекции ошибки измерения динамического давления ΔP от воздействия статического давления P , вибрации G и температуры T , коррекции ошибки измерения вибрации G от воздействия температуры T , коррекции ошибки измерения статического давления P от воздействия
30 температуры T и вычисляет скорректированное значение статического давления P , которое в виде кода поступает на выход N_P , значение динамического давления суммарного давления $N_{\Delta P}$, которое в виде кода поступает на выход $N_{\Delta P}$, значение вибрации, которое в виде кода поступает на выход суммарного давления N_G , значение
35 температуры N_T , а также вычисляет значение суммарного давления $\Sigma P = P + \Delta P$, которое в виде кода поступает на выход $N_{\Sigma P}$.

Технический результат заключается в повышении точности измерения за счет коррекции погрешности измерения статического давления от воздействия температуры, коррекции погрешности измерения динамического давления от воздействия статического
40 давления, вибрации и температуры, коррекции погрешности измерения вибрации от воздействия температуры, а также увеличении функциональных возможностей за счет измерения статического давления, вибрации и температуры.

Формула изобретения

45 Устройство для измерения давления, содержащее двухэлектродный пьезоэлемент, выполненный в виде пластины из пьезоматериала, противоположные грани которой контактируют с электродами, и усилитель заряда, отличающееся тем, что в него дополнительно введены шток, второй и третий пьезоэлементы, первая и вторая мостовые

измерительные цепи, первый и второй усилители разбаланса сигнала мостовой измерительной цепи, первый и второй режекторные фильтры, второй усилитель заряда, генератор высокой частоты, выпрямитель, источник питания постоянного тока и микроконтроллер, при этом первая мостовая измерительная цепь состоит из первого и второго конденсаторов, первого и второго резисторов, а вторая измерительная цепь состоит из первого и второго терморезисторов, третьего и четвертого резисторов, при этом выходы первого и третьего пьезоэлементов соединены с первым входом микроконтроллера через первый режекторный фильтр и первый усилитель заряда, выходы второго пьезоэлемента соединены со вторым входом микроконтроллера через второй режекторный фильтр и второй усилитель заряда, выходы генератора высокой частоты соединены через первую мостовую измерительную цепь, первый усилитель сигнала разбаланса мостовой измерительной цепи и выпрямитель с третьим входом микроконтроллера, а выходы источника постоянного тока соединены через вторую мостовую измерительную цепь и второй усилитель разбаланса мостовой измерительной цепи с четвертым входом микроконтроллера, причем шток неподвижно соединен с первым и третьим пьезоэлементами, которые выполнены трехэлектродными, второй электрод первого пьезоэлемента и первый электрод второго пьезоэлемента являются первым конденсатором, второй электрод второго пьезоэлемента и первый электрод третьего пьезоэлемента являются вторым конденсатором, а третьи электроды первого и третьего пьезоэлементов являются первым и вторым терморезисторами соответственно, пьезоэлементы выполнены из идентичного пьезоматериала, электроды пьезоэлементов выполнены односекционными.

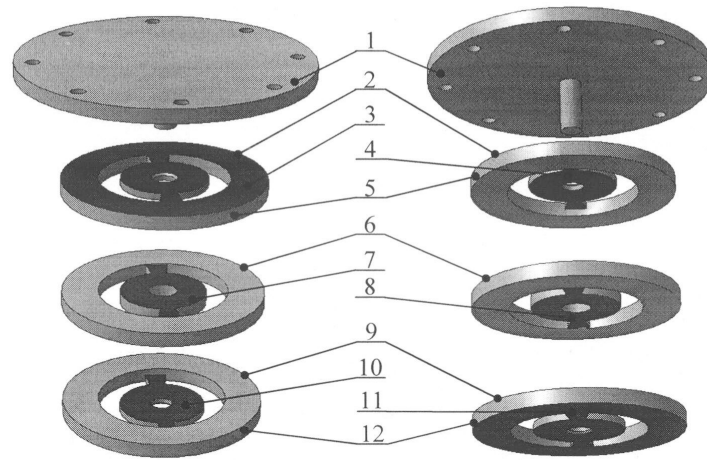
25

30

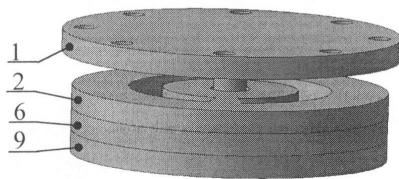
35

40

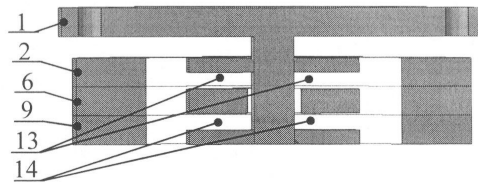
45



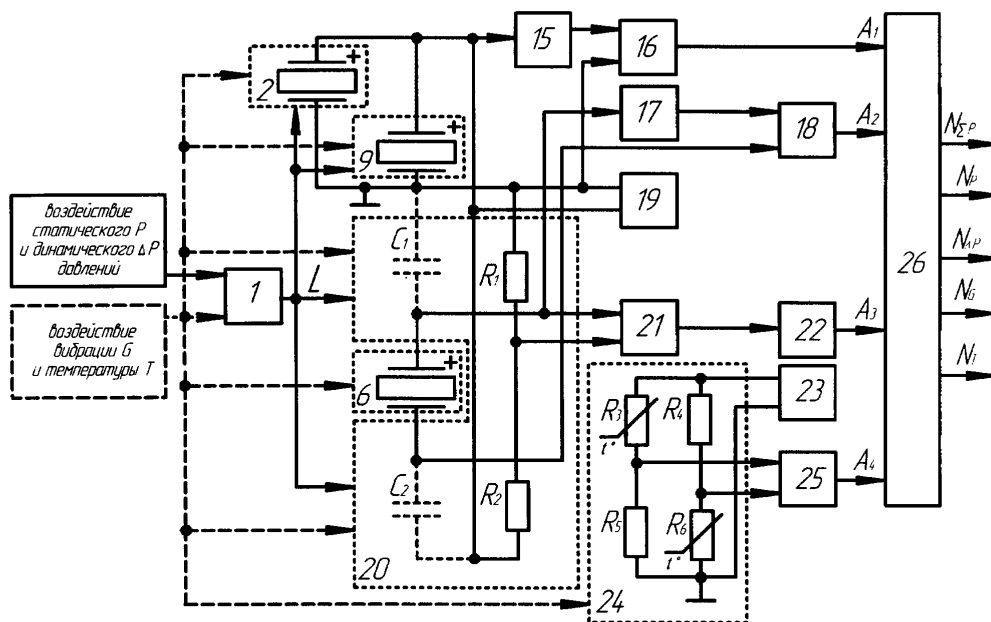
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4