



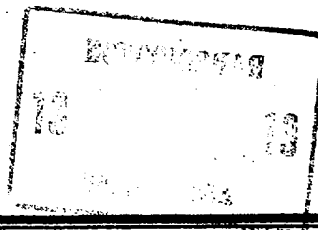
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

09 **SU** (11) **1167452** **A**

(50) + G 01 L 1/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3703224/24-10
(22) 20.02.84
(46) 15.07.85. Бюл. № 26
(72) В.Я. Баржин и Ю.С. Шмалый
(53) 531.781(088.8)
(56) 1. Патент США № 3617780, кл. 73-141, 1967.
2. Авторское свидетельство СССР № 558189, кл. G 01 L 9/08, 1975 (прототип).

(54) (57) ДАТЧИК СИЛЫ, состоящий из внутреннего кольца, на внутренних выступах которого параллельно один другому и симметрично относительно его горизонтальной плоскости симметрии жестко закреплены два дисковых пьезокварцевых резонатора, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и чувствительности, сверху и снизу от внутреннего кольца симметрично относительно его горизонтальной плоскости симметрии размещены два одинаковых внешних цилиндрических упругих кольца, соединенных с внутренним кольцом коническими перемычками, причем суммарная площадь сечений внешних колец в 3-8 раз превышает суммарную площадь сечений внутреннего кольца и конических перемычек, длина стенок конических перемычек в 5-20 раз боль-

ше их толщины, а угол при вершине конуса перемычек выбирают по соотношению

$$\varphi = 2 \arctg \frac{H-h}{D-d}$$

где φ - угол при вершине конуса перемычек, рад;
 H - расстояние между внешними кольцами, мм;
 h - ширина внутреннего кольца, мм;
 D, d - внешние диаметры внешних и внутреннего колец соответственно, мм.

2. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что пьезокварцевые резонаторы связаны с внутренним кольцом по дуговым выступам в пределах углов 10-60°, причем через центры этих дуг проходят оптическая ось одного резонатора и механическая ось другого.

3. Датчик по п. 1, отличающийся тем, что вдоль конических перемычек и внутреннего кольца выполнены два взаимно перпендикулярных паза, плоскости которых проходят через вертикальные оси симметрии датчика, причем ширина пазов в 1,2-3,7 раз меньше диаметра пьезокварцевых резонаторов.

09 **SU** (11) **1167452** **A**

Изобретение относится к технике измерений механических усилий и может быть использовано в разработках датчиков давлений, перемещений, ускорений и т.д.

Известен датчик, состоящий из линзового резонатора, выполненного в виде перемычки в пьезокварцевом цилиндре, заполненном гелием и закрытом крышкой из пьезокварца, основан-
ный на преобразователе измеряемого параметра в частоту генерации путем всестороннего сжатия пьезокварцевого цилиндра, внутри которого находится чувствительный элемент [1].

Недостатком этого датчика является температурная погрешность, определяемая температурной частотной характеристикой кварцевого резонатора.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является датчик силы, содержащий упругое кольцо с чувствительными элементами, выполненными в виде идентичных пьезоэлектрических вибраторов с взаимно перпендикулярными силовыми осями и укрепленными на торцевых выступах упругого кольца [2].

Такой преобразователь позволяет измерять параметры давления в широком диапазоне температур, однако имеет недостаточную точность и чувствительность.

Цель изобретения - повышение точности и чувствительности.

Поставленная цель достигается тем, что в датчике силы, состоящем из внутреннего кольца, на внутренних выступах которого параллельно одному другому симметрично относительно его горизонтальной плоскости симметрии жестко закреплены два дисковых пьезокварцевых резонатора, сверху и снизу от внутреннего кольца симметрично относительно его горизонтальной плоскости симметрии размещены два одинаковых внешних цилиндрических упругих кольца, соединенных с внутренним кольцом коническими перемычками, причем суммарная площадь сечений внешних колец в 3-8 раз превышает суммарную площадь сечений внутреннего кольца и конических перемычек, длина стенок конических перемычек в 5-20 раз больше их толщины, а угол при верши-

не конуса перемычек выбирают по соотношению:

$$\varphi = 2 \operatorname{arctg} \frac{H-h}{D-d},$$

где φ - угол при вершине конуса, рад;

H - расстояние между внешними кольцами, мм;

h - ширина внутреннего кольца, мм;

D, d - внешние диаметры внешних и внутреннего колец, соответственно, мм.

Пьезокварцевые резонаторы связаны с внутренним кольцом по дуговым выступам в пределах углов $10-60^\circ$, причем через центры этих дуг проходят оптическая ось одного резонатора и механическая ось другого. Кроме того, вдоль конических перемычек и внутреннего кольца выполнены два взаимно перпендикулярных паза, плоскости которых проходят через вертикальные оси симметрии датчика, причем ширина пазов в 1,2-3,7 раз меньше диаметра пьезокварцевых резонаторов.

На фиг. 1 показана конструкция датчика силы; на фиг. 2 - сечение внутреннего кольца с установленным в нем пьезокварцевым резонатором для двух крайних значений углов $\alpha = 10$ и 60° ; на фиг. 3 - зависимости коэффициента силовосчувствительности K_s для резонаторов АТ-среза; на фиг. 4 - варианты установки пьезокварцевых резонаторов на внутренних выступах внутреннего кольца по углам $\alpha = 10$ и 60° ; на фиг. 4 обозначены Z'_1 и Z'_2 - оптические оси и X_1 и X_2 - механические оси пьезокварцевых резонаторов, причем оси Z'_1 и X_2 совпадают, поскольку при этом наблюдается максимальная силовосчувствительность датчика; на фиг. 5 - вариант конструкции датчика с выполненными взаимно перпендикулярными пазами.

Датчик силы состоит из внутреннего цилиндрического упругого кольца 1, на внутренних выступах 2 которого параллельно одному другому и симметрично по отношению к горизонтальной оси симметрии внутреннего цилиндрического упругого кольца 1 жестко закреплены два дисковых пьезокерамических резонатора 3. Сверху и снизу от внутреннего цилиндрического упругого кольца симметрично его осям

симметрий расположены два одинаковых внешних цилиндрических упругих кольца 4, соединенных с внутренним упругим кольцом 1 коническими перемычками 5. Кроме того, на фиг. 1 показаны элементы пьезокварцевых резонаторов 3: электроды резонаторов 6 и шейки электродов резонаторов 7.

Датчик силы работает следующим образом.

После сборки силопередающего элемента и установки пьезокварцевых резонаторов 3 последние подключаются каждый к автогенератору (не показаны), выходы которых подключены к входам смесителя (не показан). На выходе смесителя формируется сигнал разностной частоты двух колебаний, пропорциональный измеряемой силе P .

Датчик (фиг. 1) устанавливается для проведения измерений таким образом, чтобы сила P была направлена перпендикулярно к внешним плоскостям его внешних колец.

Воздействие силы P , прикладываемой как показано на фиг. 1, вызывает уменьшение расстояния H между внешними кольцами 4 на величину ΔH , что приводит к передаче усилия на внутреннее кольцо 1 и изменению его диаметра d на величину Δd . При этом коэффициент преобразования деформаций определяется как

$$K_L = \frac{\Delta d}{\Delta H} = \tan \varphi / 2 \quad (6)$$

Пьезокварцевые резонаторы 2 выполнены в виде дисков, на плоскостях которых напылены электроды 6, расположенные друг под другом, и шейки электродов 7, подключенные к автогенераторам. Усилие P трансформируется в усилие P' , распределяемое равномерно по торцам резонаторов 3 в пределах дуг, по которым они контактируют с внутренними выступами 2 внутреннего кольца 1 (фиг. 4). Этим обеспечивается надежный протяженный контакт внутреннее кольцо - резонаторы, улучшающий теплообмен и повышающий надежность элемента. Резонаторы расположены по отношению к усилию P' таким образом, чтобы в пределах углов α вектора усилия P' действовали толь-

ко в пределах отрицательной силовочувствительности для одного резонатора и положительной силовочувствительности для другого резонатора 3.

Достигается это такой установкой резонаторов 3, при которой оптическая ось одного резонатора и механическая ось другого резонатора проходят через центры дуг, по которым эти резонаторы контактируют с выступами 2. На фиг. 3 видно, что вдоль оси Z' наблюдается максимальная отрицательная, а вдоль оси X - положительная чувствительность дисковых резонаторов АТ-среза, используемых в предлагаемой конструкции.

Во втором варианте датчика (фиг. 5) вдоль перемычек и внутреннего кольца сделаны два взаимно перпендикулярных паза, плоскости которых проходят через вертикальные оси симметрии силопередающего элемента. Этим повышается чувствительность датчика за счет уменьшения его жесткости.

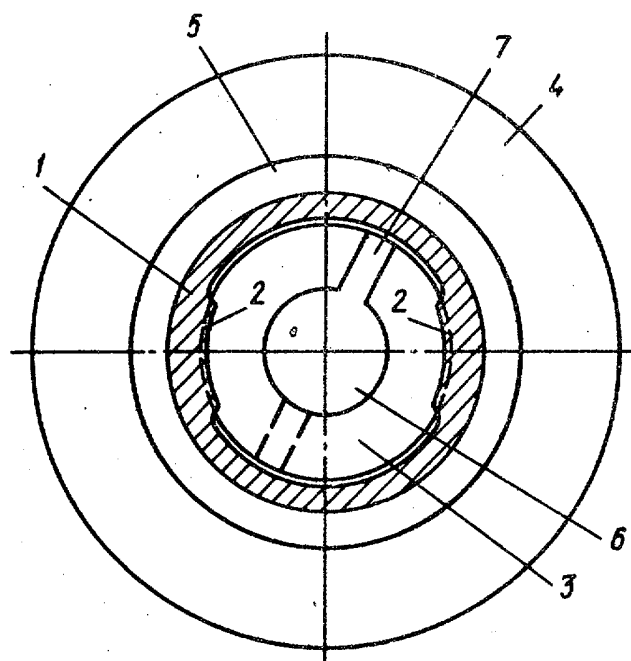
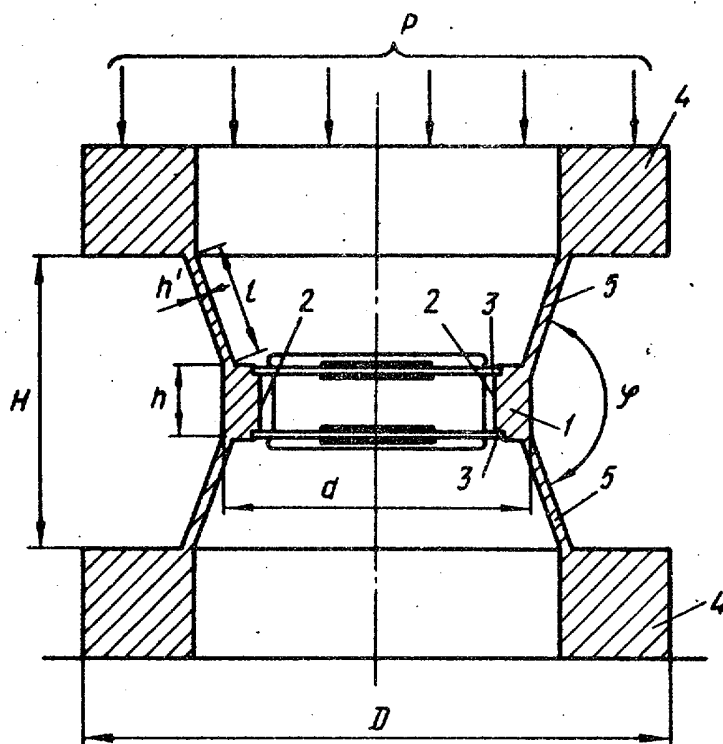
Предлагаемый датчик имеет следующие преимущества по сравнению с известными.

Погрешности от гистерезиса и невоспроизводимости уменьшаются примерно в 2-5 раз, поскольку оба пьезокварцевых резонатора работают только на сжатие, что позволяет использовать способ непосредственного контакта резонаторов 3 с выступами 2, без промежуточных соединений.

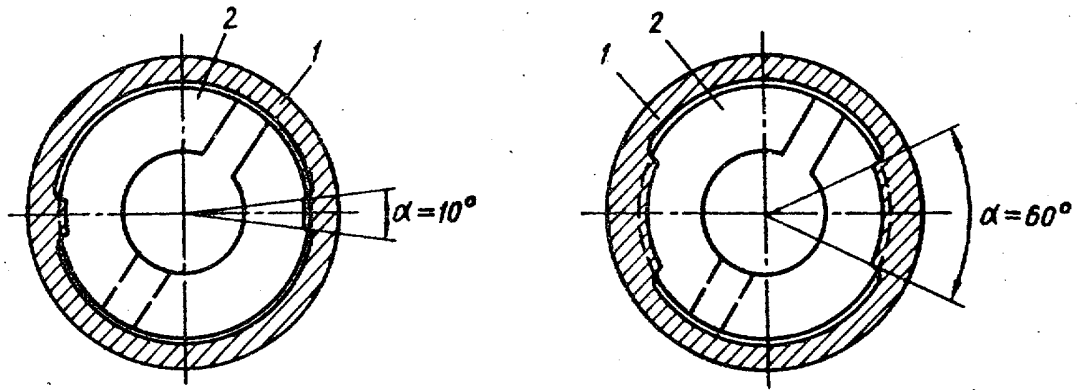
Нестабильность частоты генерации, влияющая на основную погрешность, уменьшена примерно на порядок введением предварительного поджатия, необходимого для крепления резонаторов 3.

Уменьшены динамические температурные погрешности размещением резонаторов внутри силопередающего элемента и обеспечением протяженного контакта по дугам, что улучшает теплообмен и уменьшает градиенты температуры.

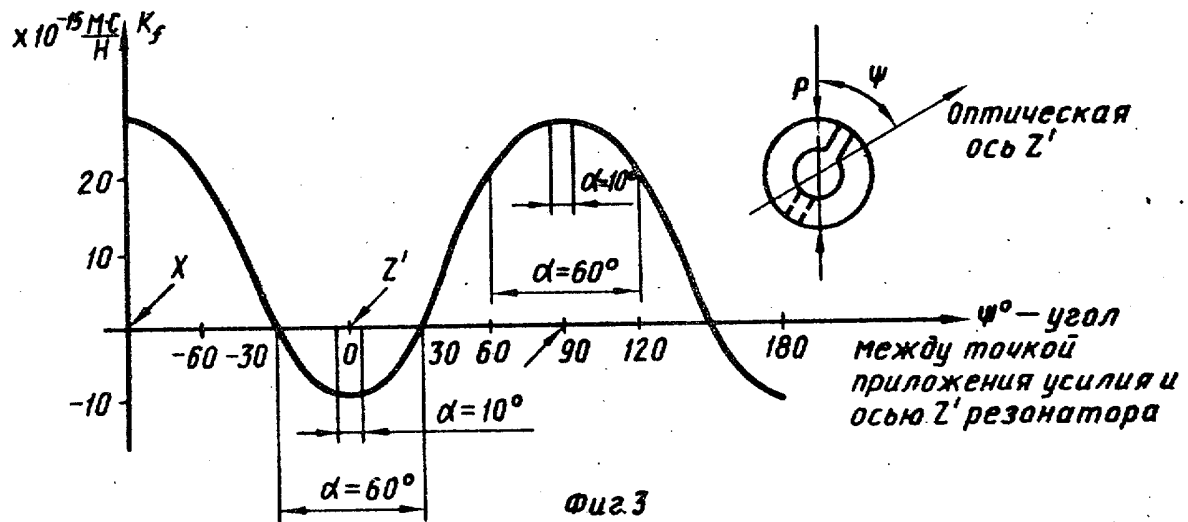
Расширен диапазон измеряемых сил. Увеличен коэффициент преобразования деформаций, который в прототипе меньше или равен 1,0, а в предлагаемой конструкции всегда больше единицы, т.е. повышена чувствительность.



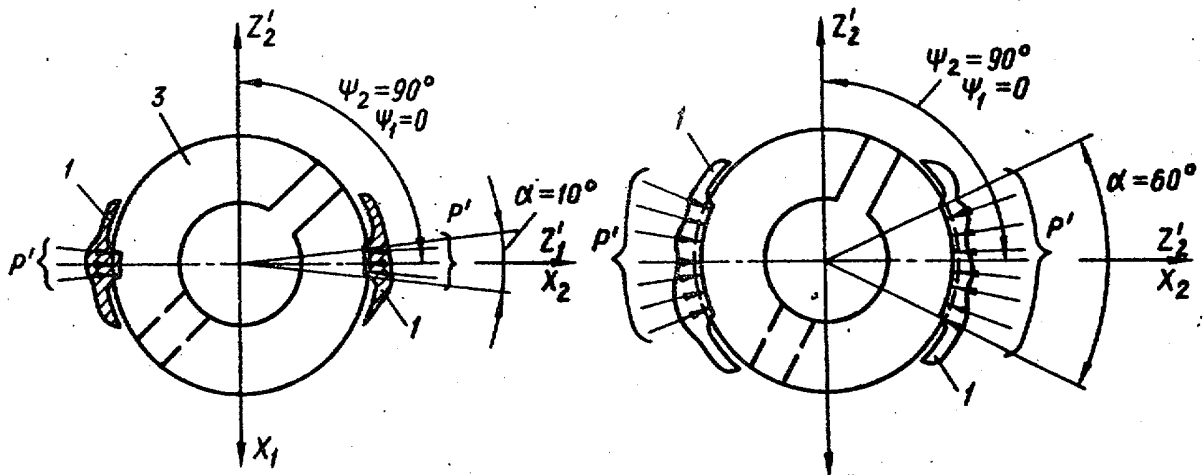
Фиг. 1.



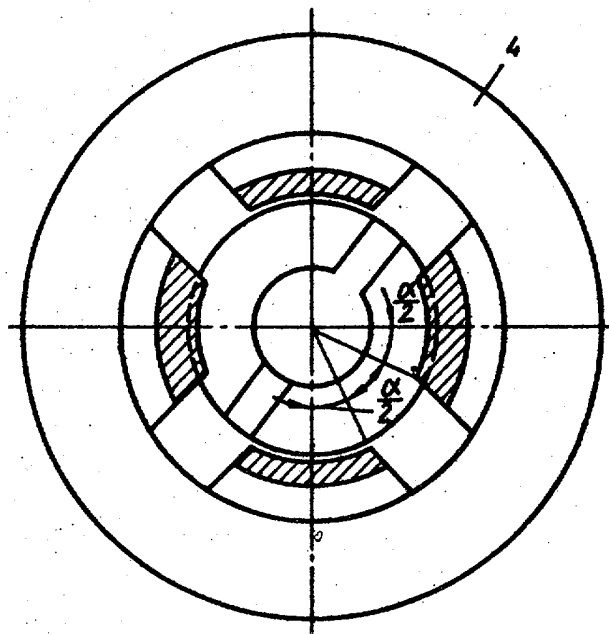
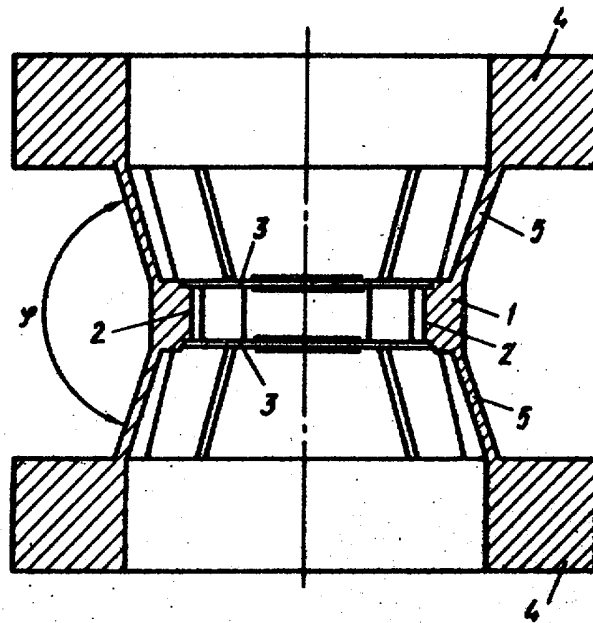
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Редактор К. Волощук

Составитель В. Годзиковский

Техред С. Мигунова

Корректор М. Самборская

Заказ 4424/39

Тираж 897

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4