



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 1206

(13) U

(51) 6 G01P15/13

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АКСЕЛЕРОМЕТР ТА СИСТЕМА ЙОГО ВІБРОЗАХИСТУ

1

2

(21) 2001064507

(22) 27 08 2001

(24) 15 04 2002

(46) 15 04 2002, Бюл. № 4, 2002 р.

(72) Шервашидзе Володимир Варлаамович, Шкляр Володимир Петрович, Леоненко Сергій Миколайович, Гуменюк Володимир Григорович, Гаврилук Володимир Леонідович, Васильєв Володимир Леонідович, Олексієнко Микола Петрович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СПЕЦСЕРВІС"

(57) 1 Акселерометр, який містить розміщений за допомогою пружного підвісу чутливий елемент маятникового типу, датчик положення, коло зворотного зв'язку магнітоелектричного силового перетворювача з компенсаційною котушкою та схему для визначення показника прискорення, який відрізняється тим, що чутливий елемент підвішено на пружному підвісі, компенсаційна котушка встановлена на чутливому елементі між розміщеними від неї із зазором плоскими постійними магнітами із зустрічною орієнтацією магнітних полів, коло зворотного зв'язку магнітоелектричного силового перетворювача складається з двох активних випрямлячів та суматора, причому прямий вхід першого випрямляча з'єднаний із виводом першої котушки індуктивності диференційного датчика положення чутливого елемента, а інший вхід першого випрямляча з'єднаний із виводом другої котушки вказаного датчика положення, прямий вхід другого випрямляча з'єднаний із виводом другої котушки індуктивності, а інший вхід другого випрямляча з'єднаний з виводом першої котушки індуктивності вказаного датчика положення, виводи випрямлячів з'єднані з відповідними входами суматора

2 Акселерометр за п. 1, який відрізняється тим, що вивід суматора з'єднаний з входом підсилювача

3 Акселерометр за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що до схеми визначення показника прискорення входять вимірювальний резистор, з'єднаний з входом до буферного підсилювача, який має коло з резистором для встановлення необхідного масштабу сигналу на виході акселерометра та коло з резистором для встановлення нульового сигналу на виході буферного підсилювача при відсутності впливу прискорення на чутливий еле-

мент

4 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що постійна часу T паралельно увімкнутих вимірювального резистора

та конденсатора дорівнює $T = RC = \frac{1}{2\pi f} = f$,

де частота f дорівнює верхній частоті вимірюваних прискорень

5 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що на чутливому елементі встановлено додатковий постійний магніт, напрямом магнітного поля якого направлений зустрічно до зустрічно направлених полів, розміщених на корпусі плоских постійних магнітів

6 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що на чутливому елементі встановлено пристосування для регулювання положення центру ваги чутливого елемента

7 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що підвіс складається принаймні з однієї пластинки, а краще з набору пластинок, ширина кожної з яких перевищує її довжину

8 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що чутливий підвіс виготовлено з міцного, пружного та гнучкого матеріалу, зокрема з рений-молібденового сплаву

9 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що чутливий елемент виготовлено з електропровідного матеріалу

10 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що компенсаційна котушка розміщена на чутливому елементі у заглибленні таким чином, що вона знаходиться на одному рівні із зовнішньою поверхнею чутливого елемента

11 Акселерометр за будь-яким з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що котушки індуктивності диференційного датчика положення чутливого елемента розміщені на рівні вільного кінця чутливого елемента

12 Система віброзахисту акселерометра, в якій чутливий елемент оснащено пружними перемичками, яка відрізняється тим, що підвіс чутливого елемента закріплено на корпусі через перехідник з принаймні трьома пружними балочками, розміще-

(13) U

(11) 1206

(19) UA

ними принаймні в двох паралельних з вимірювальною віссю пристрою площинах, протилежні кінці яких жорстко защемлені на корпусі та на перехіднику, причому пружність балочок перевищує пружність підвісу чутливого елемента

13 Система віброзахисту за п. 12, яка **відрізняється** тим, що на корпусі пристрою на рівні центру ваги чутливого елемента, паралельно з вимірювальною віссю, розміщені обмежувачі

14 Система віброзахисту за п. 12 або 13, яка **від-**

різняється тим, що у чутливому елементі вздовж його осі симетрії та перпендикулярно до осі, по якій згинається підвіс, виконане заглиблення, а на корпусі пристрою - відповідний виступ

15 Система віброзахисту за будь-яким з попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що у чутливому елементі вздовж осі, по якій згинається підвіс, та перпендикулярно до осі симетрії чутливого елемента, виконане заглиблення, а на корпусі пристрою - відповідний виступ

Корисна модель відноситься до вимірювальної техніки, зокрема до вимірювання параметрів руху, наприклад лінійного прискорення, і може бути використана в різноманітних інерційних приладах та системах для автономного орієнтування та навігації транспортних засобів та об'єктів робототехніки, для топогеодезичного забезпечення будівництва тунелів, шахт, при укладці трубопроводів, бурінні свердловин, для оцінки стану тормозних систем різноманітних транспортних засобів, запізничених колій, при роботі вказаних приладів та систем в умовах з високим рівнем радіації, температури та перевантаження. Проте можливі сфери використання корисної моделі не обмежуються лише вказаними вище

Відомо, що пристрої для вимірювання прискорення можна використовувати для визначення не лише лінійного прискорення, але і швидкості (при наявності інтегратора), а також переміщення (при наявності пристрою, який двічі інтегрує прискорення)

Існують різноманітні типи пристроїв для вимірювання прискорення, які в залежності від структури бувають компенсаційні чи з прямим перетворювачем, а в залежності від типу підвісу інерційної маси їх розрізняють як маятникові чи осьові. Вони розрізняються також типами датчиків положення, видами вихідних сигналів, способами прикріплювання чутливого елемента тощо

В сучасних умовах широко використовуються маятникові компенсаційні акселерометри. Вони являють собою автоматичні компенсаційні системи із негативним зворотнім зв'язком, в яких, як відомо, різко зменшується похибка, пов'язана безпосередньо з чутливим елементом, підвищується лінійність перетворення, розширюється діапазон вимірювань

Приклади компенсаційних акселерометрів з чутливим елементом маятникового типу описані, наприклад, в патентах РФ 2138822, G01P15/13, 1999, 2041465, G01P15/13, 15/08, 1995, 2063047, G01P15/08, 1996. Останній можна вважати за найближчий аналог. Цей пристрій має плоский чутливий елемент маятникового типу, розміщений у корпусі на пружному підвісові, перетворювач переміщення, вузол силової компенсації, який складається з двох магнітних систем з додатковим постійним магнітом, причому основні та додаткові магніти виготовлені з різних плавів

У вказаному пристрої робочий магнітний по-

ток створюють постійним магнітом з полюсним наконечником та магнітопроводом з осердям, а щоб забезпечити довготривалу стабільність магнітного потоку, вводять додаткові магніти, причому основні і додаткові магніти виготовляють із різних плавів, магнітні індукції яких змінюються з часом у протилежних напрямках. Чутливий елемент та підвіс виготовляють із суцільної заготовки з кварцу

Вказані вище аналоги, а також прототип, мають свої переваги, але і певні технічні обмеження, що спонукає до розробки нових пристроїв для вимірювання параметрів руху, і зокрема лінійного прискорення

Самим уразливим у компенсаційних маятникових акселерометрах є підвіс чутливого елемента, оскільки він знаходиться під впливом ударного навантаження. Для його захисту використовують різноманітні засоби, наприклад, виготовляють підвіс і чутливий елемент з однієї заготовки із кварцу, використовують безконтактні підвіси або виготовляють підвіс у вигляді єдиного елемента з монокристалічного кремнію, який складається з двох рамок зовнішньої та внутрішньої, між якими є пружкі перемички, одні з яких згинаються, а інші скручуються, завдяки чому пристрій захищають від ушкодження при ударних перевантаженнях. Остання система віброзахисту описана у патенті РФ 2047862, G01P15/08, 15/13, 1995 і обрана у якості прототипу

Задачею корисної моделі є надійний, конструктивно простий, чутливий пристрій для вимірювання прискорення, який з високою точністю здатний вимірювати прискорення у широкому діапазоні, в тому числі при перевантаженні, високих температурах та рівнях радіації

Ще одна задача корисної моделі полягає в забезпеченні акселерометра надійною системою вібраційного захисту

Перша задача втілена в акселерометрі, до якого входять розміщений за допомогою пружного підвіса плоский чутливий елемент маятникового типу, датчик положення, коло зворотного зв'язку електромагнітного силового перетворювача з компенсаційною котушкою та схема для визначення показника прискорення, у якому новим є те, що чутливий елемент підвішено на гнучкому підвісові, компенсаційна котушка встановлена на чутливому елементі між розміщеними від неї із зазором плоскими постійними магнітами із зу-

стрічною орієнтацією магнітних полів, коло зворотного зв'язку містить два активні випрямлячі, кожен з яких має два відповідних входи, причому прямий вхід першого випрямляча з'єднаний із виводом від першої котушки індуктивності диференційного датчика положення чутливого елемента, а інший вхід першого випрямляча з'єднаний із виводом від другої котушки вказаного датчика положення, прямий вхід другого випрямляча з'єднаний з виводом від другої котушки індуктивності, а інший вхід другого випрямляча з'єднаний із виводом від першої котушки індуктивності диференційного датчика положення, виводи від вказаних випрямлювачів з'єднані з відповідними входами до суматора. Такі конструктивні особливості акселерометра зумовлюють мінімальний робочий простір при високому рівні змінювання сили магнітного потоку у ньому, що спричинює простоту, надійність та малі габарити пристрою при високих технічних показниках.

На чутливому елементі встановлено постійний магніт, напрямком магнітного поля якого зустрічний до напрямку зустрічного магнітного поля між плоскими постійними магнітами, розміщеними на корпусі акселерометра, що сприяє додатковій центрівці чутливого елемента.

До схеми визначення показника прискорення входять вимірювальний резистор, з'єднаний із входом до буферного підсилювача, який має коло для встановлення необхідного масштабу сигналу на виході акселерометра та коло для встановлення нульового сигналу на виході буферного підсилювача при відсутності впливу прискорення на чутливий елемент.

На чутливому елементі встановлено пристосування для регулювання положення центра ваги чутливого елемента.

Підвіс складається принаймні з однієї пластинки, а краще з набору пластинок. Гнучкий підвіс виготовлено з міцного та пружкого матеріалу, зокрема з рений-молібденового сплаву. Чутливий елемент виготовлено з електропровідного матеріалу.

Компенсаційна котушка виконана у формі плоскої індукційної котушки, розміщеної на чутливому елементі у заглибленні таким чином, що вона знаходиться на одному рівні із зовнішньою поверхнею чутливого елемента.

Котушки індуктивності диференційного датчика положення чутливого елемента розміщені на рівні вільного кінця чутливого елемента, що теж збільшує точність пристрою.

Інша задача корисної моделі втілена у системі віброзахисту акселерометра, згідно з якою чутливий елемент оснащують пружкими елементами, новим в якій є те, що підвіс чутливого елемента закріплено на корпусі через перехідник з принаймні трьома пружкими гнучкими балочками, розміщеними принаймні в двох паралельних з вимірювальною віссю пристрою площинах, протилежні кінці яких жорстко закріплені на корпусі та на перехіднику, причому пружкість балочок перевищує пружкість підвісу чутливого елемента.

Для обмеження переміщення чутливого елемента в площині XOZ застосовані обмежувачі вздовж вісі Z, для чого у чутливому елементі біля

центра його ваги зроблене вздовж вісі X заглиблення, а на корпусі - відповідний виступ, та вздовж вісі X, для чого у чутливому елементі біля його центра ваги зроблене вздовж вісі Z заглиблення, а на корпусі - відповідний виступ.

На протилежних сторонах корпусу вздовж вісі, яка паралельна з вимірювальною віссю пристрою та біля центра ваги чутливого елемента, встановлені обмежувачі.

Все це обмежує деформаційний вплив на пружкий гнучкий підвіс чутливого елемента під час дії на корпус зовнішнього ударного навантаження у будь-якому напрямку, що захищає його від незворотної деформації та ушкодження.

На фіг 1 представлена загальна схема акселерометра.

На фіг 2 показана його електрична схема.

На фіг 3 представлений зріз системи віброзахисту в площині XOZ,

перпендикулярно до вимірювальної вісі Y пристрою.

На фіг 4 - зріз системи віброзахисту в площині XOY.

Далі корисна модель розкрита детальніше.

Акселерометр складається з корпусу 1 (фіг 1), в якому на пружкому підвісові 2 розміщений чутливий елемент 3 маятникового типу у вигляді тонкої прямокутної пластини з струмопровідного матеріалу, наприклад із алюмінієвого сплаву Д16. На внутрішній боковій стінці корпусу 1 встановлені один проти іншого постійні магніти 4 плоскої форми із зустрічною орієнтацією магнітних полів та увімкнуті по мостовій схемі індукційні котушки 5,6 датчика положення чутливого елемента 3, у якості якого може бути використаний, наприклад, диференційний датчик положення. Живлення вказаних котушок 5,6 здійснюється за допомогою високочастотного генератора 7 (фіг 2). Вказані індукційні котушки 5,6 краще розміщувати на рівні вільного кінця чутливого елемента 3.

Виводи від індукційних котушок 5,6 диференційного датчика положення чутливого елемента з'єднані з відповідними входами до блоку 8 для формування відповідної компенсаційної сили для здійснення зворотного зв'язку магнітоелектричним силовим перетворювачем. Це здійснюється шляхом обробки диференційних сигналів, які поступають від вказаних котушок 5,6 датчика положення так, як це описано далі. Блок 8 можна встановлювати як у корпусі 1 акселерометра, так і поза ним. В останньому випадку акселерометр можна використовувати в умовах з високим рівнем радіації та температури.

Блок 8 складається з двох випрямлячів 9 та 10, які зроблені по схемі активного випрямлення високочастотного електричного сигналу. Кожен з випрямлячів 9 і 10 має по два відповідних входи. Прямий вхід призначений для з'єднання із виводом від однієї котушки індуктивності диференційного датчика положення чутливого елемента, а інший - для з'єднання з виводом від іншої котушки цього ж датчика положення. Зокрема, прямий вхід випрямляча 9 з'єднаний із виводом від котушки 5 датчика положення, а інший - з виводом від котушки 6. І навпаки, прямий вхід до випрямляча

10 з'єднаний з виводом від котушки 6 датчика положення, і інший - з виводом від котушки 5 того ж датчика положення чутливого елемента 3. Амплітуда електричного сигналу на виході з випрямляча 9 залежить не лише від амплітуди сигналу від котушки 5, але і від різниці між амплітудами сигналів від котушок 5 та 6, а амплітуда сигналу на виході з випрямляча 10 залежатиме від амплітуди сигналу від котушки 6 та від різниці між амплітудами сигналів від котушок 5 та 6. Виводи активних випрямлячів 9 та 10 пов'язані зі входами до суматора 11, на виході якого амплітуда електричного сигналу пропорційна величині відхилення чутливого елемента, а знак вказує на напрямок відхилення. При потребі, вивід суматора 11 з'єднують зі входом до підсилювача 12.

Навантаженням суматора 11 - підсилювача 12 є послідовно з'єднані компенсаційна котушка 13 магнітоелектричного силового перетворювача та вимірювальний резистор 14 з паралельно увімкнутим конденсатором 15. Стала часу RC - кола, до якого входять паралельно увімкнуті резистор 14 та конденсатор 15, дорівнює $T=RC$. Стала часу T відповідає частоті $f = \frac{1}{2\pi T}$. Частота f дорівнює верхній частоті вимірюваних прискорень.

Вимірювальний резистор 14 з'єднаний зі входом до буферного підсилювача 16, який має коло для встановлення на виході акселерометра необхідного масштабу сигналу за допомогою резистора 17 (R масшт) та коло для встановлення нульового сигналу за допомогою коригуючого резистора 18 (R кориг) на виході буферного підсилювача 16 при відсутності впливу прискорення на чутливий елемент 3. Живлення на резистор 18 подається від високо стабільного джерела струму (на фігурах не показано).

На чутливому елементі 3, краще на його вільному кінці, розміщений додатковий постійний магніт 19, напрямок силових ліній якого зустрічний до напрямку зустрічних полів розміщених на корпусі 1 постійних магнітів 4. Завдяки такому взаємному розміщенню магнітів 4 та магніта 19 здійснюється додаткова центровка положення чутливого елемента 3 відносно корпусу 1 акселерометра.

Постійні магніти 4, що на корпусі акселерометра, та постійний магніт 19, що на чутливому елементі 3, краще виготовляти зплавів, які мають високі магнітні властивості та проявляють стабільність в широкому діапазоні температур. Таким матеріалом може бути, наприклад, самарій-кобальтовий сплав.

На чутливому елементі 3 у полі постійних магнітів 4, тобто між розміщеними на корпусі постійними магнітами 4, встановлена компенсаційна котушка 13, зокрема у вигляді плоскої індукційної котушки 13, обмотка якої зроблена, наприклад, з мідного проводу, причому вказану котушку 13 розміщують на чутливому елементі 3 у заглибленні так, щоб вона знаходилася на одному рівні із зовнішньою поверхнею чутливого елемента. Подача живлення до компенсаційної котушки 13 здійснюється через металічний підвіс 2 чутливого елемента 3.

Окрім того, для корекції положення центра ваги чутливого елемента 3 на ньому розміщують пристосування 20, наприклад, у формі гвинта чи втулки. Завдяки пристосуванню 20 компенсаційна сила від котушки 13 спрямовуватиметься через центр ваги чутливого елемента 3. Пристосування 20 можна розміщувати на чутливому елементі 3 так, щоб його вісь збігалась з віссю симетрії чутливого елемента 3, проте це не є обов'язковим. Більшою може бути також кількість гвинтів чи втулок.

Підвіс 2 для чутливого елемента 3 виготовляють у вигляді однієї або кількох тонких пластинок прямокутної форми, які за один кінець жорстко прикріплюють до чутливого елемента 3, а за інший - до корпусу 1 акселерометра безпосередньо або через особливий перехідник 21 системи віброзахисту.

Підвіс 2 має таку особливість, що він "працює" на згинання. Гнучкі пластинки підвісу 2 виготовляють з матеріалів, яким також властиві міцність та пружкість. Це може бути, наприклад, рений-молібденовий сплав. Інша особливість підвісу полягає в тому, що співвідношення розмірів довжини, ширини та товщини кожної з пластинок можуть співвідноситися приблизно як 5:15:1. Це істотно підвищує власну частоту коливань підвісу 2 та покращує динамічні властивості акселерометра.

Систему віброзахисту акселерометра (фіг 3,4) виконують таким чином: підвіс чутливого елемента у формі пластинки 2 за один кінець жорстко прикріплюють до корпусу через перехідник 21, який може мати форму куба чи прямокутної призми. Перехідник 21 з'єднують з корпусом 1 за допомогою принаймні трьох пружких та гнучких балочок 22, розміщених в принаймні двох паралельних площинах та паралельно з вимірювальною віссю Y акселерометра. Балочки 22 жорстко прикріплені одним кінцем до переходника 21, а іншим - до корпусу 1. Кількість балочок 22 має бути не меншою за три (на фіг 4 показані кінці 23 від чотирьох балочок 22), а також вони повинні лежати у двох паралельних площинах. Пружкість балочок 22 повинна перевищувати пружкість підвісу 2 чутливого елемента 3. Таке розміщення та властивості балочок 22 створюють умови для переміщення переходника 21 в площині XOZ , перпендикулярної до вимірювальної осі Z , під впливом ударних сил, які діятимуть на корпус 1 у вказаній площині, що зменшуватиме навантаження на підвіс 2 чутливого елемента 3.

Для обмеження переміщення чутливого елемента 3 в площині XOZ застосовані обмежувачі вздовж осі Z , для чого у чутливому елементі біля центра його ваги зроблене вздовж осі X (паралельно з віссю симетрії чутливого елемента та перпендикулярно до осі, по якій підвіс згинається) заглиблення - паз 24, а на корпусі 1 - відповідний виступ 25, та вздовж осі X , для чого у чутливому елементі 3 біля його центра ваги зроблене вздовж осі Z (перпендикулярно до осі симетрії чутливого елемента та паралельно з віссю, по якій згинається підвіс) заглиблення 26, а на корпусі 1 - відповідний виступ 27.

Для зменшення деформаційної сили, яка діятиме на підвіс 2 у напрямку вісі Y, на корпусі 1 на рівні центра ваги чутливого елемента 3 розміщені обмежувачі 28, які після попереднього встановлення необхідного зазора між чутливим елементом 3 та обмежувачами 28 жорстко закріплюють на корпусі 1.

Акселерометр працює таким чином:

Під дією на акселерометр прискорення чутливий елемент 3 зміщуватиметься у напрямку прискорення відносно положення, яке чутливий елемент 3 займає у корпусі 1 у стані рівноваги, що визначатиметься новим взаємним положенням чутливого елемента 3 та індукційних котушок 5 та 6 датчика положення чутливого елемента, живлення до яких надходить від високочастотного генератора 7. Сигнали від котушок 5, 6 диференційного датчика положення поступатимуть на вхід до блоку 8 для обробки та перетворення його на компенсаційний сигнал, який надходитиме до плоскої індукційної компенсаційної котушки 13.

Додаткового підвищення точності вимірювання та збільшення чутливості пристрою можна досягти завдяки особливостям схеми активних випрямлячів 9 та 10, які працюють таким чином, що амплітуда електричного сигналу на виході з випрямляча 9 залежить не лише від амплітуди сигналу від котушки 5, але і від різниці між амплітудами сигналів від котушок 5 та 6, а амплітуда сигналу на виході випрямляча 10 залежатиме від амплітуди сигналу від котушки 6 та від різниці між амплітудами сигналів від котушок 5 та 6. Для цього на прямий вхід випрямляча 9 поступає від котушки 5 високочастотний сигнал у формі $u_1 = U_1 \cdot \sin \omega \cdot t$, а на інший вхід випрямляча 9 - сигнал від котушки 6 у формі $u_2 = U_2 \cdot \sin \omega \cdot t$. На виході випрямляча 9 буде сигнал у формі $U_1 - K U_2$ де U_1 та U_2 - амплітуди високочастотних коливань сигналів відповідно від котушок 5 та 6, ω - кругова частота генератора для живлення котушок 5 та 6 диференційного датчика положення, t - час, $K < 1$. На прямий вхід випрямляча 10 поступає з виходу котушки 6 високочастотний сигнал у формі $u_2 = U_2 \cdot \sin \omega \cdot t$, а на інший вхід випрямляча 10 -

з виходу котушки 5 у формі $u_1 = U_1 \cdot \sin \omega \cdot t$. На виході випрямляча 10 виникає сигнал у формі $-(U_2 - K U_1)$.

Сигнали з виходів випрямлячів 9 та 10 поступають на вхід суматора 11, де вони складаються і набувають форму $U_1(1+K) - U_2(1+K)$. При потребі, цей сигнал підсилюють, для чого вивід з суматора 11 з'єднують зі входом до підсилювача 12, на виході з якого сигнал матиме форму $A[U_1(1+K) - (1+K)U_2]$, де A - коефіцієнт підсилення, який визначається параметрами магнітів, компенсаційної котушки магніто силового перетворювача тощо. Амплітуда вказаного сигналу пропор-

ційна величині відхилення чутливого елемента, а знак вказує на напрямок цього відхилення.

Сигнал з виходу суматора 11 чи підсилювача 12 подається на послідовно з'єднані компенсаційну котушку 13 магнітоелектричного силового перетворювача та вимірювальний резистор 14 з паралельно увімкнутим конденсатором 15. В результаті взаємодії зустрічне направлених полів постійних магнітів 4, що на корпусі 1, та електромагнітного поля компенсаційної котушки 13, яка встановлена на чутливому елементі 3, здійснюватиметься відповідний вплив на чутливий елемент 3. Величина падіння напруги на вимірювальному резисторі 14 пропорційна величині струму, який проходить через компенсаційну котушку 13 силового перетворювача, а величина струму пропорційна величині компенсаційної сили, а отже прискоренню, яке виводить з урівноваженого стану чутливий елемент 3, та який повертатиметься під її впливом в узгоджене відносно корпусу 1 первісне нульове положення.

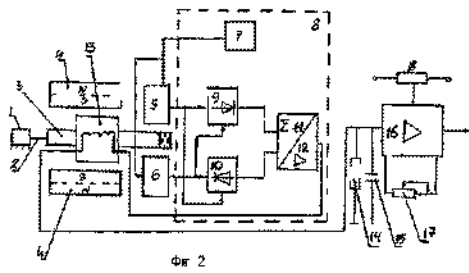
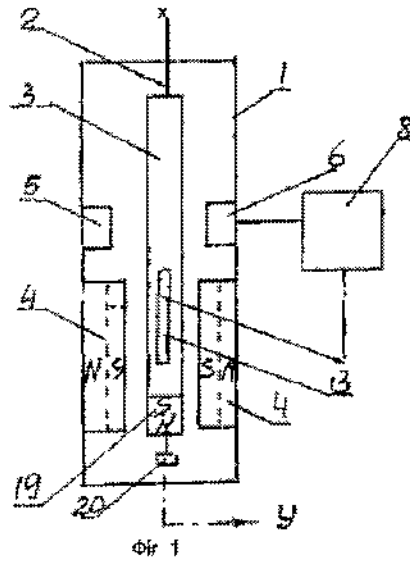
Причому, завдяки пристосуванню 20 саме через центр ваги інерційного елемента проходить вектор рівнодійної компенсаційної сили від котушки 13.

Разом з цим, зустрічне направлене поле плоских постійних магнітів 4 буде взаємодіяти з зустрічне направленим відносно нього полем додаткового постійного магніта 19, виштовхуючи чутливий елемент 3 у напрямку, паралельному з його віссю симетрії, що посилюватиме його центровку.

Сигнал з вимірювального резистора 14 подається на вхід буферного підсилювача 16, який має коло для встановлення за допомогою резистора 17 необхідного масштабу сигналу на виході акселерометра, та коло для встановлення за допомогою резистора 18 нульового сигналу на виході буферного підсилювача 16 при відсутності впливу прискорення на чутливий елемент 3. На виході буферного підсилювача 16 одержують сигнал у формі $U_{\text{вих}} = s a$, де s - коефіцієнт крутизни вказаного пристрою, а a - прискорення, яке вимірюється акселерометром.

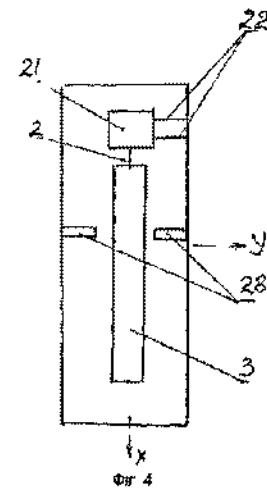
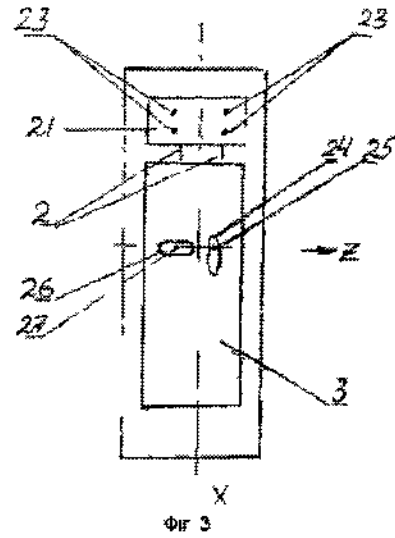
Робота дослідних зразків, в яких втілена конструкторська модель, підтверджує їх високі техніко-економічні показники. Оскільки конструктивно акселерометри не складні, вартість їх помірна. Діапазон прискорень, які можна вимірювати акселерометром, коливається від 10 до 500 д, порогова чутливість складає від 10^6 до 10^3 д, похибка коефіцієнта перетворення не перевищує 0,02%. Ресурс роботи складає 15000 годин. Пристрої зберігають працездатність після впливу поодиноких ударів з переваженнями до 2000 д, а також при роботі в умовах з високим рівнем радіації та в діапазоні температур від -50° до $+70^\circ\text{C}$.

11



1206

12



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71