



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51971 (13) A

(51) 6 G01B11/16, G01L1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СИЛИ І СПОСІБ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 2001118075

(22) 26 11 2001

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р

(72) Христуленко Андрій Олександрович

(73) Христуленко Андрій Олександрович

(57) 1 Пристрій для вимірювання сили, що складається з співвісних один одному випромінювача і приймача рівномірного електромагнітного потоку, між якими встановлений з можливістю переміщення перпендикулярно осі "випромінювач-приймач" екран, площа якого паралельна площині вікна приймача, який відрізняється тим, що він додатково забезпечений аналого-цифровим перетворювачем, мікропроцесором, оперативним і постійним запам'ятовувачами пристроями, пристроями управління, індикації і/або передачі даних, при цьому екран пристрою з'єднаний зі штокком, що передає зусилля, що вимірюється, який в свою чергу, з'єднаний з пружним елементом

2 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що джерело виконане у вигляді системи стабілізованих джерел електромагнітного випромінювання, наприклад свтлодіодів

3 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що приймач потоку виконаний у вигляді системи приймачів електромагнітного потоку, розташованих лінійно послідовно або в шаховому порядку

4 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що з метою калібрування і вимірювання, екран має два фіксованих положення на оптичному шляху між випромінювачем і приймачем рівномірного електромагнітного потоку

5 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що з метою калібрування і вимірювання, система джерел і приймачів електромагнітного потоку має відносно екрана два фіксованих положення

6 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що екран виконаний рідкокристалічним

7 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що вимірювальний пружний

елемент в пристрої поданий у вигляді системи пружних елементів з різним модулем пружності

8 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що екран має систему отворів або штрихів, яка при переміщенні утворює кодову послідовність в приймачах потоку

9 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що джерело або система джерел потоку і система приймачів розділені екраном, подовжній розмір якого перевищує поперечний переріз одного або декількох фотоприймачів

10 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що з метою здійснення температурної стабільності вимірювання сили, до пружного елемента пристрою або в безпосередній близькості з ним закріплений електронний термочутливий елемент

11 Пристрій для вимірювання сили, за п 1, який відрізняється тим, що мікропроцесорний пристрій виконаний у вигляді однокристалічної мікро-ЕОМ, наприклад PIC-контролера, що має в своєму складі тактовий генератор, аналого-цифровий перетворювач, мікропроцесор, оперативний і постійний запам'ятовувачі пристрою

12 Спосіб вимірювання сили, в якому світловий потік направляють на екран, що є частиною чутливого елемента що деформується під дією сили, а потім проєктують його в площину розміщення фотоприймачів, екраном здійснюють часткове затінення фотоприймача, який відрізняється тим, що вимірювання і настройку виконують за допомогою кожного з фотоприймачів, вимірювання світлового потоку виконують відразу після включення приладу і/або перед вимірюванням, а напругу на випромінювачах вимірюють і в процесі вимірювання, за допомогою аналого-цифрового перетворювача амплітуду сигналу на приймачі перетворюють в цифровий формат і за допомогою мікропроцесора порівнюють з матрицею даних постійного запам'ятовуючого пристрою, отриманих внаслідок градування приладу в процесі виготовлення, при цьому перетворюють мікропроцесором отримані в результаті вимірювання дані в придатний для індикації формат, а також здійснюють індикацію і/або передають результат в цифровій формі в

(13) A

(11) 51971

(19) UA

центрального процесора

13 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що утворюють систему пружних елементів з різним модулем пружності, що не допускає надмірної деформації кожного з них, а нелінійність залежності сила/деформація компенсують мікропроцесорною обробкою отриманих даних

14 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що по команді мікропроцесора, з вказаною частотою проводять динамічне включення джерел потоку і опит приймачів

15 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що з метою вимірювання використовують верхню і/або нижню грані екрана

16 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що з метою калібрування приладу, по команді мікропроцесора, керуючий пристрій переміщує екран або систему джерел і приймачів потоку з вимірювального положення в контрольне і назад у вимірювальне, за допомогою аналого-цифрового перетворювача вимірюють напругу на приймачах потоку в калібрувальному і вимірювальному положеннях

17 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що по команді мікропроцесора, калібрують пристрій при відсутності напруги живлення рідкокристалічного екрана, а вимірювання здійснюють при включенні напруги і затемненні частини екрана, за допомогою

аналого-цифрового перетворювача вимірюють напругу на приймачах потоку в калібрувальному і вимірювальному станах

18 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що при прецизійних вимірюваннях, за допомогою мікропроцесора проводять аналіз амплітуди напруги живлення приладу, аналіз похибок вимірювань, отриманих внаслідок калібрування пристрою перед вимірюванням, аналіз зміни напруги на термочутливому елементі в порівнянні з внесеними в постійний запам'ятовуючий пристрій, отриманими при виготовленні силовимірювального пристрою градуйованими даними, обчислюють поправочні коефіцієнти, за допомогою яких проводять перерахунок результатів вимірювання сили або тиску

19 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що при переміщенні екрана, що має систему отворів або штрихів, утворюють кодову аналогову або цифрову комбінацію в системі приймачів потоку, яку аналізують мікропроцесором, порівнюють з градуйованими даними і перетворюють в необхідний для індикації або передачі формат

20 Спосіб вимірювання сили, за п 12, який відрізняється тим, що виведення або передачу цифрової інформації від датчика здійснюють тільки в тому випадку, якщо останнє отримане значення сили відрізняється від попереднього більш ніж на вказану величину

Припускаємий винахід відноситься до силовимірювальної техніки, і може бути використаний для вимірювання сил, наприклад сил стиснення і розтягнення, вимірювання тиску і розрідження, вимірювання маси предметів і інше

Відомий динамометр оптичний, запропонований Ю А Майоровим, Р Е Уроновим і А І Сухоревим У цьому пристрої є основа, закріплений на ній пружний елемент, пов'язаний штовхачем з важелем-ходозбільшувачем Співвідношення плечей важеля-ходозбільшувача може регулюватися, що дозволяє градувати і юстирувати динамометр Є оптичний прочитуючий вузол, за допомогою якого цифри і штрихи проеціються в площині екрана [Авторське свідоцтво СРСР № 540158 кл G 01 L 1/04 надрук 25 12 1976]

Недоліками пристрою є незручність в експлуатації при використанні його в складі елементів, що вбудовується у важкодоступне місце або портативного вимірювального приладу, що можна носити, недостатня точність через нелінійність деформації пружного елемента і відсутності термостабілізації пристрою, неможливість перетворення результатів вимірювання в двійковий код і дистанційної передачі отриманих даних, а також узгодження пристрою з комп'ютером

Найбільш близьким винаходом є пристрій для

вимірювання переміщень, , вибраний прототипом, що складається з співвісних один одному випромінювача і приймача рівномірного електромагнітного потоку, між якими встановлений з можливістю переміщення перпендикулярно осі "випромінювач-приймач" екран, площа якого паралельна площині вікна приймача, виконаний симетричним відносно осі, співпадаючої з напрямом його переміщення Площина екрана що обмежує потік, виконана в формі рівнобедреного трикутника, а площа вікна приймача - в формі рівнобедреної трапеції, бічні сторони якої симетрично паралельні бічним сторонам трикутника [Авторське свідоцтво СРСР № 978776 кл G 01 B 11/16 надрук 30 06 1989]

Недоліками пристрою є те, що лінійність вимірювання величини переміщення і пов'язаних з останнім величин (наприклад залежності сила/деформація пружного елемента), залежить не тільки від форм вікна приймача і площини екрана, але і від рівномірності розподілу електромагнітного випромінювання по площині джерела, стабільності потоку, лінійності властивостей пружного елемента застосовно до тензодатчика, температурної стабілізації пристрою, про які у винаході нічого не сказано Незручності перебувають і в тому, що зараз відсутні приймачі електромагнітного потоку (фотодіоди, фоторезистори, фототранзистори), що

промислово виготовляються з формою об'єктиву у вигляді рівнобедреної трапеції, а отже скрутно виготовити такий приймач лінійним. Все це не забезпечує достатню точність і надійність результатів вимірювання сили. Також не вирішеним залишається процес передачі результатів вимірювання.

Відомий оптичний датчик тиску, із закріпленими всередині його корпусу вхідним і вихідним світловодами, фіксованим і таким, що переміщується під дією пружної діафрагми, рефлекторами, встановленими на оптичному шляху між світловодами. Рухомий рефлектор при русі діафрагми переміщується в основному тільки в напрямі оптичної осі щонайменше одного світловода таким чином, щоб передавати різні пропорційні величини відображеного світла по оптичному шляху між вхідним і вихідним світловодами [EP № 0455241 кл. G 01 L 11/00 надрук 06.11.91].

Недоліками пристрою є обмежений діапазон вимірювань (тільки в межах більш або менш лінійної ділянки кривої деформації мембрани), відсутність температурної стабілізації пристрою, складність налаштування оптичних шляхів світловодів, незручності, що викликаються центруванням, фіксацією світловодів і запобіганням фізичних навантажень на них.

Маючи на увазі, що сенсори КК були запропоновані пристрої для безконтактного вимірювання величини зміщення об'єкта [Патент Японії № 3-74922 кл. G 01 B 11/16 надрук 28.11.91, Патент Японії № 3-74923 кл. G 01 B 11/16 надрук 28.11.91].

Пристрій містить блок пам'яті для визначення початкових умов, блоки для формування і введення зображення об'єкта, що переміщується, декілька блоків пам'яті в які послідовно для кожного кадру записуються, згідно з початковими умовами, відеосигнали зображення об'єкта, що досліджується. Крім цього є друга пам'ять, яка зберігає кадр, безпосередньо попередній відеосигналу, що отримується в даний момент, третя пам'ять, яка у разі виявлення різкої зміни положення об'єкта аналізуючим блоком, запам'ятовує кадр, наступний безпосередньо за моментом цього вимірювання. Є операційний блок, який на основі вмісту вказаних пам'ятей, обчислює і видає величину зміщення об'єкта, що контролюється, і блок управління, який у разі виявлення різкої зміни положення об'єкта, тимчасово забороняє перезапис вмісту другої пам'яті [Патент Японії № 3-74922 кл. G 01 B 11/16 надрук 28.11.91]. У пристрої є крім описаних, ще і магнітний носій, на який дублюється інформація з перерахованих в попередньому пристрої пам'ятей [Патент Японії № 3-74923 кл. G 01 B 11/16 надрук 28.11.91].

Недоліками описаних пристроїв є невідповідне накопичення великих об'ємів відеоінформації, яка має набагато більший об'єм, ніж отримане внаслідок її аналізу цифрове вираження зміщення, відповідно вимагає додаткових апаратних коштів і як наслідок ускладнення пристрою загалом.

Відомі способи і пристрої для вимірювання переміщення і деформації оптичними методами. У способі, що описується, переміщення або деформація об'єкта, що контролюється, змінює поперечний перетин оптичного потоку від стабілізованого джерела оптичного випромінювання, розміри області, що сканується визначає встановлена по ходу променів випромінювача оптична система, а оптичний приймач фіксує зміну потужності світлового потоку, викликаного зміною частини поперечного перетину падаючого світлового потоку [Патент Німеччини № 4105270 кл. G 01 B 11/16, G 01 3 3/00 надрук 27.08.92].

Недоліками описаного способу є низька точність вимірювань, що отримуються, викликана нелінійною залежністю деформації або переміщення об'єкта, що досліджується, і електричним сигналом, що отримується на виході фотоприймача, викликана складністю отримання стабілізованого оптичного потоку, необхідністю враховувати зміну розмірів області, що сканується, фотоелектричними характеристиками фотоприймача, зміною властивостей пружних або розмірів силопередавальних елементів в залежності від температури і відсутністю механізмів корекції нелінійності.

Найбільш близьким винаходом є оптичний спосіб вимірювання сили, вибраний прототипом, згідно з яким світловий потік направляють на екран, що є частиною чутливого елемента, що деформується під дією сили, а потім проеціюють його в площину розміщення двох фотоприймачів, екраном здійснюють часткове затінення першого фотоприймача при повній відсутності затінення другого, і перетворюють сигнали F1 і F2 з виходів першого і другого фотоприймачів, відповідно, у величину $y = F1/F2$, при цьому визначають $y_{\text{ет}}$ при впливі на чутливий елемент еталонного навантаження $p_{\text{ет}}$, y_0 - при відсутності навантаження на чутливий елемент і $y_{\text{зм}}$ при впливі на чутливий елемент навантаження, що вимірюється $p_{\text{зм}}$, яке визначають як $p_{\text{зм}} = p_{\text{ет}}(y_0 - y_{\text{зм}})/(y_0 - y_{\text{ет}})$. Для збільшення точності вимірювання короткочасно вводять в світловий потік тіло, що затіняє ділянку площі відомої величини, принаймні, одного з фотоприймачів, визначають відношення сигналів з фотоприймачів $y_{\text{ет}}$ на моменти часу, відповідні різним операціям вимірювання, і враховують ці результати при визначенні $p_{\text{зм}}$ шляхом введення додаткового коефіцієнта пропорційності [Патент РФ № 2115100 кл. G 01 L 1/24, G 01 B 11/00 надрук 10.07.1998].

Недоліками описаного способу є складність підбору пари фотоприймачів, з однаковими електричними властивостями, однаково реагуючих на зміну світлового потоку, що відповідно погіршує точність вимірювань. Не обумовлена термостабілізація пружного елемента і стабілізація потужності світлового потоку. Для підвищення точності вимірювань необхідно, щоб невелика зміна сили, що вимірюється, приводила до значної зміни світлового потоку, а в описаному способі використовується тільки один вимірювальний

фотоприймач, що не дозволяє добитися потрібного взаємовідношення. Крім цього, далеко не у всіх пристроях можливо або зручно організувати постійне порівняння відповіді приладу на дію сили, що вимірюється і еталонної. Все це не забезпечує достатню точність і надійність результатів вимірювання сили, не вирішеним залишається процес передачі результатів вимірювання.

У основу винаходу поставлена задача удосконалення пристрою для вимірювання переміщень, в якій пристрій додатково забезпечений аналого-цифровим перетворювачем, мікропроцесором, оперативним і постійним запам'ятовувачами пристроями, пристроями управління, індикації і/або передачі даних, при цьому екран пристрою сполучений зі штоком, що передає зусилля, що вимірюється, який в свою чергу, сполучений з пружним елементом, забезпечує незалежність результатів вимірювання від пружних, електричних і температурних властивостей компонентів, що застосовуються для вимірювання та матеріалів і стабілізацію параметрів пристрою для вимірювання сили при впливі різних фізичних чинників (механічних, електричних, температурних, часових), цим забезпечується підвищення точності і надійності результатів вимірювання сили, спрощення процесу передачі результатів вимірювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для вимірювання сили, що складається з співвісних один одному випромінювача і приймача рівномірного електромагнітного потоку, між якими встановлений з можливістю переміщення перпендикулярно осі "випромінювач-приймач" екран, площа якого паралельна площині вікна приймача, згідно з винаходом передбачені наступні конструктивні відмінності:

пристрій додатково містить аналого-цифровий перетворювач, мікропроцесор, оперативний і постійний запам'ятовувачі пристрої, пристрої управління індикації і/або передачі даних,

екран пристрою сполучений зі штоком, що передає зусилля, що вимірюється, який в свою чергу, сполучений з пружним елементом.

Крім того джерело електромагнітного потоку виконане у вигляді системи стабілізованих джерел електромагнітного випромінювання, наприклад світлодіодів, приймач потоку виконаний у вигляді системи приймачів електромагнітного потоку, розташованих лінійно послідовно, або в шаховому порядку, з метою калібрування і вимірювання, екран має два фіксованих положення на оптичному шляху між випромінювачем і приймачем рівномірного електромагнітного потоку, система джерел і приймачів електромагнітного потоку відносно екрана має два фіксованих положення для калібрування і для вимірювання, екран виконаний рідкокристалічним, вимірювальний пружний елемент в пристрої представлений у вигляді системи пружних елементів з різним модулем пружності, екран має систему отворів або штрихів, яка при переміщенні створює кодову послідовність в приймачах потоку,

джерело або система джерел потоку і система приймачів розділені екраном, подовжній розмір якого перевищує поперечний перетин одного або декількох фотоприймачів, з метою здійснення температурної стабільності вимірювання сили, до пружного елемента пристрою або в безпосередній близькості з ним закріплений електронний термочутливий елемент, мікропроцесорний пристрій виконаний у вигляді однокристальної мікро-ЕОМ, наприклад PIC-контроллера, що має в своєму складі тактовий генератор, аналого-цифровий перетворювач, мікропроцесор, оперативний і постійний запам'ятовувачі пристрої.

У основу винаходу поставлена задача удосконалення способу вимірювання сили, в якій вимірювання і настройку виконують за допомогою кожного з фотоприймачів, вимірювання світлового потоку виконують відразу після включення приладу і/або перед вимірюванням, а напругу на випромінювачах вимірюють і в процесі вимірювання, за допомогою аналого-цифрового перетворювача амплітуду сигналу на приймачі перетворюють в цифровий формат і за допомогою мікропроцесора порівнюють з матрицею даних постійного запам'ятовуючого пристрою, отриманих внаслідок градування приладу в процесі виготовлення, при цьому перетворюють мікропроцесором отримані в результаті вимірювання дані в придатний для індикації формат, а також здійснюють індикацію і/або передають результат в цифровій формі в центральний процесор, забезпечує незалежність результатів вимірювання від пружних, електричних і температурних властивостей компонентів, що застосовуються для вимірювання та матеріалів і стабілізацію параметрів пристрою для вимірювання сили при впливі різних фізичних чинників (механічних, електричних, температурних, часових), цим забезпечується підвищення точності і надійності результатів вимірювання сили, спрощення процесу передачі результатів вимірювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вимірювання сили, світловий потік направляють на екран, що є частиною що деформується під дією сили чутливого елемента, а потім проеціюють його в площину розміщення фотоприймачів, екраном здійснюють часткове затінення фотоприймача, згідно з винаходом передбачені наступні конструктивні відмінності:

вимірювання і настройку виконують за допомогою кожного з фотоприймачів,

вимірювання світлового потоку виконують відразу після включення приладу і/або перед вимірюванням, а напругу на випромінювачах вимірюють і в процесі вимірювання,

за допомогою аналого-цифрового перетворювача амплітуду сигналу на приймачі перетворюють в цифровий формат і за допомогою мікропроцесора порівнюють з матрицею даних постійного запам'ятовуючого пристрою, отриманих внаслідок градування приладу в процесі виготовлення,

перетворюють мікропроцесором отримані в результаті вимірювання дані в придатний для

індикації формат,

здійснюють індикацію і/або передають результат в цифровій формі в центральний процесор

Крім того, створюють систему пружних елементів з різним модулем пружності, що не допускає надмірної деформації кожного з них, а нелінійність залежності сила/деформація компенсують мікропроцесорною обробкою отриманих даних, по команді мікропроцесора, з вказаною частотою проводять динамічне включення джерел потоку і опит приймачів, використовують верхню і/або нижню грані екрана, з метою калібрування приладу, керуючий пристрій, по команді мікропроцесора, переміщує екран або систему джерел і приймачів потоку, з вимірювального положення в контрольне і назад у вимірювальне, а за допомогою аналого-цифрового перетворювача вимірюють напругу на приймачах потоку в калібрувальному і вимірювальному положеннях, в тому випадку, якщо екран виконаний рідкокристалічним, по команді мікропроцесора, калібрують пристрій при відсутності напруги живлення рідкокристалічного екрана, а вимірювання здійснюють при включеній напрузі і затемненні частини екрана, за допомогою аналого-цифрового перетворювача вимірюють напругу на приймачах потоку в калібрувальному і вимірювальному станах, при прецизійних вимірюваннях, за допомогою мікропроцесора проводять аналіз амплітуди напруги живлення пристрою, аналіз погрешностей вимірювань, отриманих внаслідок калібрування пристрою перед вимірюванням, аналіз зміни напруги на термочутливому елементі в порівнянні з внесеними в постійний запам'ятовуючий пристрій, отриманими при виготовленні силовимірювального пристрою градуївальними даними, вилічувати поправочні коефіцієнти, за допомогою яких проводять перерахунок результатів вимірювання сили і тиску, при переміщенні екрана, що має систему отворів або штрихів, створюють кодову аналогову або цифрову комбінацію в системі приймачів потоку, яку аналізують мікропроцесором, порівнюють з градуївальними даними і перетворюють в необхідний для індикації або передачі формат, ввод або передачу цифрової інформації від датчика здійснюють тільки в тому випадку, якщо останнє отримане значення сили відрізняється від попереднього більш ніж на вказану величину, замість світлового, в пристрої використовують інший потік, наприклад інфрачервоний

Ні в патентній, ні в науково-технічній літературі немає технічних рішень, сформульованих так, як в формулі запропонованого винаходу, що відповідає критерію патентоздатності «новизна» При аналізі технічних рішень, в тому числі і прототипу, не виявлено таких пристроїв, як охарактеризовані в формулі винаходу з економічним ефектом, що дозволяє підвищити точність силовимірювальних приладів

Пристрій пояснюється кресленнями На фіг 1 зображена структурна схема пристрою, взятого в непроникний для електромагнітного потоку корпус,

що запобігає попаданню потоку ззовні, пружним елементом в якому є пружина, є одне джерело і один приймач потоку, на фіг 2 - екран зображений в положенні для вимірювання сили («закритому» положенні, що обмежує потік), на фіг 3-екран в положенні для настройки («відкритому» положенні), на фіг 4 і на фіг 5 як пружний елемент для вимірювання сил використовується сильфон, система джерел потоку, представлена світлодіодами, жорстко сполучена з системою приймачів і має можливість переміщатися по тих, що направляють відносно екрана з вимірювального (фіг 4) в калібрувальне (фіг 5) положення і назад, на фіг 6 зображена структурна схема пристрою, в якому як пружний елемент використовується система пружин, з допомогою якої більш детально досліджується цікавлячий діапазон сили і запобігається надмірна деформація кожної з складаючих систему пружин, на фіг 7 представлені різні варіанти розташування складаючих систему джерел і/або систему приймачів потоку, на фіг 8 представлені варіанти екрана, що створюють кодову послідовність в системі приймачів потоку і рідкокристалічні екрани в режимах калібрування і вимірювання, на фіг 9 показана загальна структурна схема застосування рідкокристалічного екрана і термостабілізації при вимірюваннях сили в пристрої, пружним елементом в якому використана балка, а випромінювачі, приймачі, екран, і термочутливий елемент взяті в світлопроникний корпус, на фіг 10 зображена схема пристрою, взятого в непроникний для електромагнітного потоку корпус, що запобігає попаданню потоку ззовні, в якому екран виконаний так що повністю перекриває потік в одному з приймачів, і/або частково в двох сусідніх приймачах, якщо сприймаючого силу і/або пружного елемента використовується мембрана, показані з'єднання між елементами пристрою, що дозволяють управляти калібруванням приладу і вимірювати напругу на джерелах потоку

Пристрій для вимірювання сили складається з стабілізованого джерела рівномірного електромагнітного потоку (електролампи з рефлектором, конденсором, світловодом і матовим екраном наприклад) 1, приймача потоку 2 (фотодіода, фототранзистора, фоторезистора або інше), обмежуючого непроникного для електромагнітного потоку екрана 3, випромінювача 4, до якого прикладена сила, що вимірюється F Пружний елемент 5, наприклад пружина, закріплена між штоком 4 і корпусом 6 пристрою, непроникним для електромагнітного потоку, що недопускає попадання потоку ззовні Вихід приймача 2 потоку сполучений з аналого-цифровим перетворювачем 7, який шиною сполучений з мікропроцесором 8 Мікропроцесор також шиною сполучений з оперативним 9 і постійним 10 запам'ятовувачами пристроями, регістром 11, що має в своєму складі підсилювальні елементи, пристроєм виведення 12 інформації, який може бути представлений рідкокристалічним або світлодіодним екраном, або пристроєм (регістром) для формування послідовного або паралельного коду для передачі

інформації в центральний процесор У тих випадках, коли необхідна висока точність вимірювання сили, використовується пристрій 13 (електромагнітний штовхач, кроковий мікроелектродвигун або інш.) для переміщення екрана з вимірювального (фіг 2) в контрольне (фіг 3) положення і назад у вимірювальне. Можливе використання системи 14, що жорстко з'єднує стабілізовані джерела рівномірного електромагнітного потоку (наприклад світлодіоди 15), з приймачами потоку 2 Система 14 на опорах 16 переміщається вздовж направляючих 17 відносно нерухомого силосприймального вузла під дією рушійного пристрою 13 і коромисла 18 Як пружний елемент може бути використаний сильфон 19, фіксований до корпусу 6 або система пружних елементів 20, що складається наприклад з двох пружин 5 і 5а, проміжної опори 21, що недопускає надмірної деформації пружини 5а тим, що обмежувальна поперечина 22 при перевищуючій силі впирається в бічні грані опори 21 і передає зусилля більш могутній пружині 5 В тому випадку, якщо в пристрої використовується система приймачів потоку, для комутації їх сигналів використовується аналоговий мультиплексор 23, що комутує сигнали для аналогово-цифрового перетворювача Як мікропроцесор може використатися однокристална мікро-ЕОМ, наприклад PIC-контролер або йому подібний мікроконтролер 24, в складі якого є тактовий генератор (не показаний), стабілізатор опорної напруги (не показаний), аналогово-цифровий перетворювач 7, мікропроцесор 8, оперативне 9 і постійне 10 запам'ятовуючі пристрої Як пристрої введення-виведення і пристрої управління також можуть бути використані мікроконтролери (не показані) Для лінеаризації електромагнітного потоку, випромінювач і/або приймач можуть бути сполучені зі світловодом, що має прямокутний матовий торець (варіант 25 фіг 7), або якщо як випромінювач використовується система світлодіодів, а як приймач потоку - система фотодіодів або фототранзисторів, то в системі можливо їх лінійне послідовне (варіант 26 фіг 7) взаєморозміщення, або в шаховому порядку (варіант 27 фіг 7) Система світлодіодів 15 може мати вигляд матриці (варіант 28 фіг 7), а система приймачів 2 такий же вигляд матриці (варіант 29 фіг 7), а розташований між ними екран (варіант 30 фіг 8), що має штрихи (при прозорому екрані) або отвори 31 (при непрозорому для потоку екрані) різної товщини, зібрані в стовпці 32 У разі використання рідкокристалічного екрана, при відсутності на ньому напруги живлення, він прозорий (варіант 33 фіг 8), а при включенні напруги - частково непрозорий вигляд (варіант 33 або 35 фіг 8), де 36 - світлопрозорі, а 37 світлонепрозорі частини екрана Напруга живлення до рідкокристалічного екрана, що знаходиться в робочому положенні (варіант 35 фіг 9) від керуючого регістра 11 подається через гнучкий багатожильний провід 38 Для здійснення термостабілізації, до пружного елемента силовимірювального пристрою або в

безпосередній близькості з ним закріплений термочутливий елемент 39 (терморезистор, термочутливий транзистор, інфрачервоний фотодіод або інш.), сполучений з аналоговим мультиплексором 19 Як пружний елемент може бути використана балка 40, закріплена на корпусі пристрою 6, або пружна мембрана 41

Пристрій працює таким чином

У процесі виготовлення проводиться градування приладу, при якому джерелами (1 або 15) всередині непрозорого для потоку корпусу 6 створюється рівномірний стабілізований електромагнітний потік в статичному (одночасно включаються єдиний або усі що є джерела випромінювання) або динамічному (проводиться по чергове включення джерел випромінювання по одному або групами) режимі Потік направлений до співвісних розташованих приймачів 2 потоку, і обмежується непрозорою для нього екраном (3, 34, 35), закріпленим на силопередавальному штоку 4 При градуванні до силопередавального штока 4 прикладаються еталонні сили в діапазоні, що перевищує діапазон сил можливо прикладених для вимірювання з необхідним для даного класу точності приладу кроком У результаті пружний елемент приладу (5, 5а, 19, 40, 41 або інш.) (пружина, сильфон, балка, мембрана, торсіон або інш.), фіксований між штоком 4 і корпусом пристрою 6, деформується на певну величину, пропорційну прикладеній силі Для стабілізації свідчення приладу при змінах температури, в безпосередній близькості з пружним елементом встановлюють електронний термочутливий елемент для програмної корекції результатів вимірювання Для запобігання надмірної деформації і спотворення результатів вимірювань, пружний елемент розраховують так, щоб лінійна ділянка залежності сила/деформація його була не менше максимально можливої сили, прикладеної для вимірювання, або створюється система елементів 20, а нелінійність компенсується програмне У постійний запам'ятовуючий пристрій 10 вносяться у вигляді матриці значення амплітуд, отриманих внаслідок перетворення аналого-цифровим перетворювачем 7 сигналів приймачів потоку і відповідні їм значення еталонних сил, а також сигналів приймачів потоку, отримані в результаті калібрування потоку, дані градування напруги живлення і напруги на випромінювачах при вимірюванні сили, напруги на термочутливому елементі, отримані при зміні навколишньої температури Також в постійний запам'ятовуючий пристрій 10 вноситься програма, керуюча роботою приладу, розрахунком поправок і, з їх обліком, розрахунку сили, що вимірюється, а також процесом введення-виведення даних

Перед початком вимірювань сили при включенні напруги живлення, по команді мікропроцесора 8, проводиться за допомогою поворотного пристрою 13 переміщення екрана в калібрувальне (відкрите) положення (фіг 3), або переміщення системи джерел і приймачів потоку пристроєм 13 за допомогою коромисла 18 вздовж направляючих 17 в калібрувальне положення

(фiг 5), або при використаннi рiдкокристаличного екрана, не подається напруга живлення екрана i він має калiбрувальний прозорий вигляд (варiант 33 фiг 8). Потiм, по командi мiкропроцесора, проводиться включення стабiлiзованих джерел рiвномiрного електромагнiтного потоку (1 або 15) в статичному або динамiчному режимi. Рiвномiрнiсть здiйснюється застосуванням непроникного для потоку корпусу пристрою 6, у разi застосування електричної лампи - застосуванням рефлектора, конденсора, свiтловода з матовим торцем (варiант 25 фiг 7), або у випадку свiтлодiодiв - системою з щiльним прозорим з'єднанням iх корпусiв (варiант 26 фiг 7), або розташуванням iх в шаховому порядку (варiант 27 фiг 7). Стабiлiзацiя потоку електромагнiтного випромiнювання, крiм пiдбору випромiнювачiв з цiкавлjчими характеристиками пiд час виготовлення пристрою, використання стабiлiзованого джерела живлення, може здiйснюватися контролем напруги живлення на джерелi пiд час випромiнювання (фiг 9,10), що виконується з допомогою аналогового мультимплексора 19, аналого-цифрового перетворювача 7, мiкропроцесора 8 i матрицi даних, записаних в постiйному запам'ятовуючому пристрої 10. При перевищеннi допустимої межi коливання напруги, вимiрювання сили не проводиться, а видається вiдповiдне повiдомлення. Синхронно з включенням випромiнювача або випромiнювачiв проводиться опит приймача 2 потоку, перетворення амплiтуди отриманого сигналу аналого-цифровим перетворювачем 7, а у разi системи приймачiв, синхронна з випромiнюванням комутацiя сигналiв з допомогою мультимплексора 19 з подальшим перетворенням аналого-цифровим перетворювачем 7. Пiсля отримання даних, напруга на джерелах (1 або 15) електромагнiтного потоку вiдключається. Мiкропроцесором 8 проводиться порiвняння отриманих внаслідок калiбрування значень амплiтуд напруги на приймачах потоку з калiбрувальними значеннями, внесеними в постiйний запам'ятовуючий пристрій 10 в процесi виготовлення приладу. Вимiрювання сили виконується тiльки в тому випадку, якщо погрiшнiсть не перевищує допустимого значення, або мiкропроцесором вилiчуються поправочнi коефiцiєнти, якi надалi використовуються для розрахунку значень результатiв. По командi мiкропроцесора, поворотним пристроєм 13, прилад що описується, переводиться в положення для вимiрювання сили (фiг 2,4), або включається напруга живлення рiдкокристаличного екрана i він частково стає непрозорим для потоку i приймає вигляд непрозорого посереденi екрана (варiант 34 фiг 8) або непрозорого у верхнiй частинi екрана (варiант 35 фiг 8). Пiсля закінчення самотестування приладу, на пристрої виведення 12 генерується повiдомлення про те, що прилад готовий до роботи. По командi мiкропроцесора 8 з певною частотою проводиться включення джерел потоку (1 або 15), одночасний опит приймачiв 2 потоку. Отриманi процесором внаслідок опиту данi, перетворенi в цифровий формат, порiвнюються з матрицею значень, записаних в

постiйному запам'ятовуючому пристрої 10 i розраховується значення сили, при необхідностi враховуючи розрахованi процесором поправочнi коефiцiєнти. У тому випадку, якщо значення сили змiнилося в порiвняннi з попереднiм значенням сили бiльше нiж на задану величину, вiдбувається виведення отриманих результатiв. Перiодично iз заданою частотою проводиться вимiрювання амплiтуди напруги на джерелi живлення (не показаний), на термочутливому елементi 39 i на джерелах потоку (1 або 15) пiд час випромiнювання i за отриманими даними коректуються поправочнi коефiцiєнти. У залежностi вiд точностi приладу i можливих значень сили, що вимiрюється, матриця значень постiйного запам'ятовуючого пристрої може мiстити всi можливі значення сили, або значення кордонiв дiльниць, в межах яких залежнiсть сила/деформацiя прийнята лiнійною i значення сили розраховується для кожної дiльниці виходячи з цього визначення. У тому випадку, якщо можлива кiлькiсть значень сили, що вимiрюється, мапа, може застосовуватися варiант, при якому система джерел (варiант 28 фiг 7) i система приймачiв (варiант 29 фiг 7) виконанi у виглядi матрицi, а екран (варiант 30 фiг 7), в тому випадку, якщо виконаний прозорим для потоку, має нанесенi непрозорi штрихи 31, або у разi непрозорого екрана - прорiзи 31 рiзної товщини, зiбранi в стовпцi 32. Це дозволяє отримати певний цифровий код в приймачах потоку, що оцiнюється мiкропроцесором 8, або аналоговий код, що перетворюється аналого-цифровим перетворювачем 7 i що оцiнюється мiкропроцесором 8.

Застосування екрана (варiант 3 фiг 10), подовжнiй розмiр якого перевищує поперечний перетин хоча б одного з фотоприймачiв i при перемищеннi екран повнiстю перекриває потiк, що приймається одним фотоприймачем, i/або вiдповiдно частково перекриває потiк для двох сусiднiх фотоприймачiв дозволить використати двi гранi екрана - верхню i нижню для обмеження потоку, що також пiдвищить точнiсть вимiрювань. Застосування мiкропроцесора полегшує i процес розрахунку рiзницi сил, при якому значення першої дiючої сили приймається за 0.

Пiсля отримання результатiв вимiрювання, прилад забезпечує динамiчну iндикацiю значень прикладеної для вимiрювання сили на рiдкокристаличному, свiтлодiодному або iнш. табло в необхідному форматi (одиницi сили, тиску, маси або iнш.), оновлюючи iнформацiю iз заданою частотою i/або при змiнi значення сили в порiвняннi з попереднiм значенням бiльш, нiж на задану величину, а також здiйснює при необхідностi, передачу iнформацiї в центральний комп'ютер.

Використання пристрою, що пропонується для вимiрювання сили i способу його здiйснення дозволить збiльшити точнiсть вимiрювання, зменшити вплив погрiшностей (температурної i пов'язаних з нелiнiйнiстю елементiв, що використовуються), розширити дiапазон сили, що вимiрюється, полегшити сумiснiсть пристрої з

іншими електронними приладами і зменшити
собівартість вимірювальних пристроїв

Виготовлений дослідний зразок, який пройшов
випробування і отримані позитивні результати

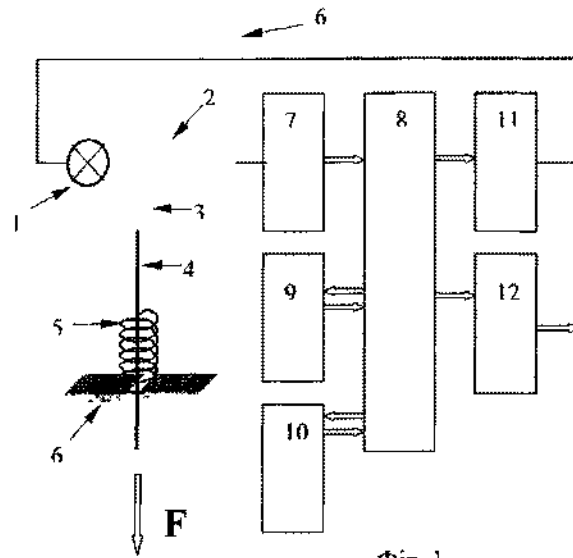


Fig. 1

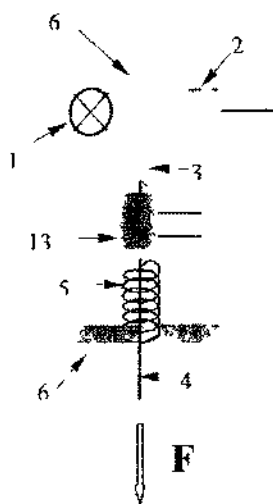


Fig. 2

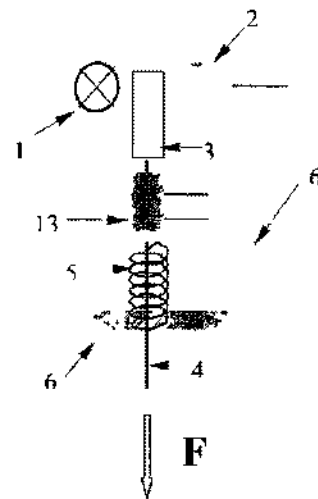


Fig. 3

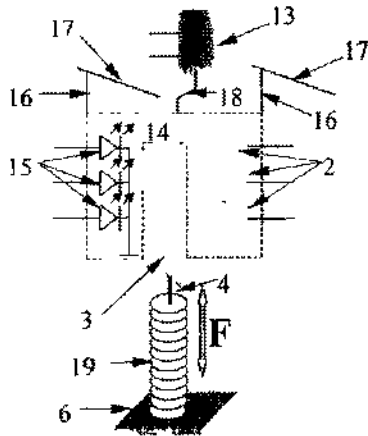


Fig. 4

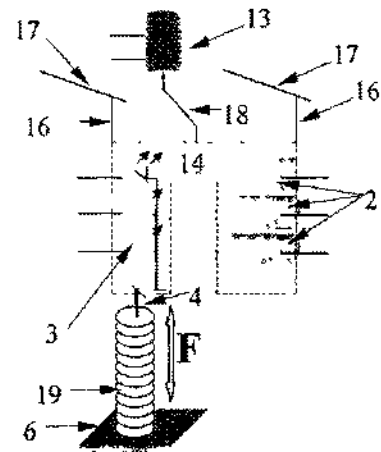


Fig. 5

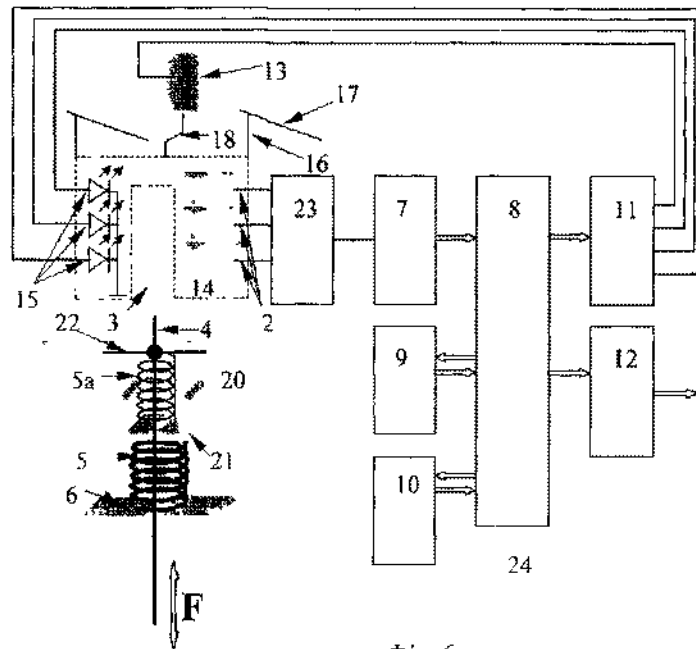


Fig. 6

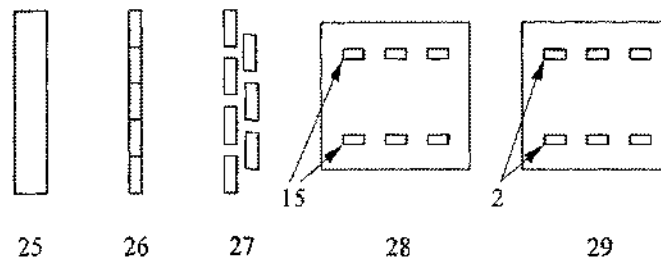
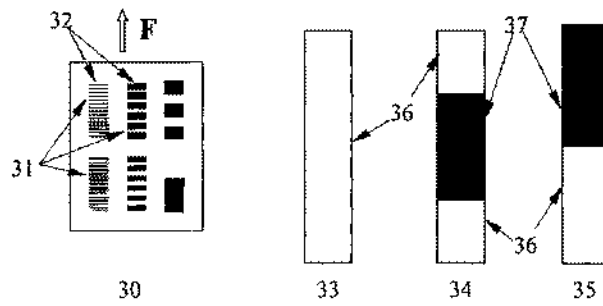
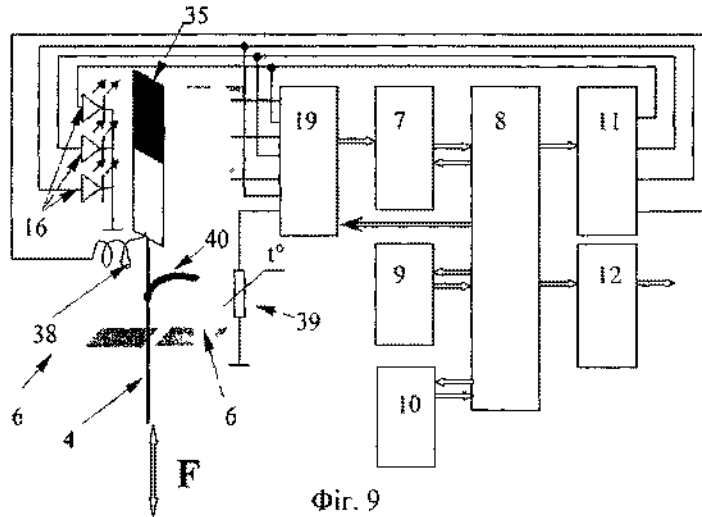


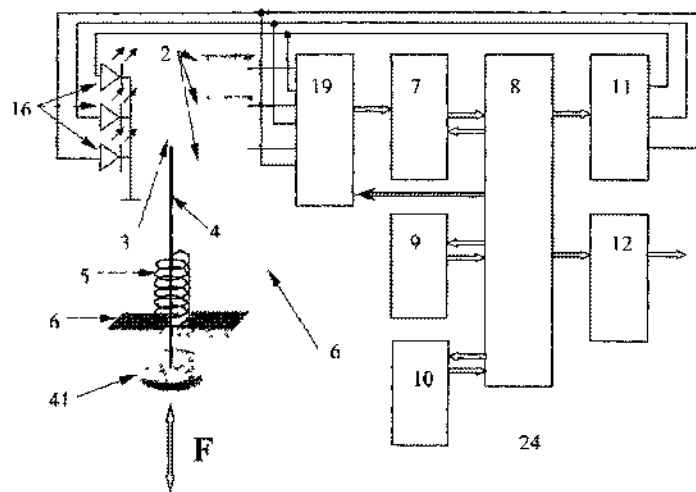
Fig. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

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