



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32718 (13) A

(51) 6 G01L1/14, G01L3/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЄМНІСНИЙ СИЛОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ДАТЧИК

(21) 98020833

(22) 18.02.1998

(24) 15.02.2001, Бюл. №1, 2001р

(46) 15.02.2001

(72) Хозін Валерій Васильович

(73) Закрите акціонерне товариство "Науково-виробниче підприємство "Тест"

(57) 1. Ємнісний силовимірювальний датчик з металевим блок-корпусом, що деформується, і отвором в ньому, у якому розміщені електроди для вимірювання ємності, який **відрізняється** тим, що електроди встановлені в окремих ізольованих вставках, закріплених на протилежних стінках отвору у горизонтальній площині блок-корпуса, зробленого з верхнім і нижнім пружними елементами, які переходять у жорсткі бокові основи, одна з яких має опорну поверхню для кріплення датчика, а друга призначена для сприймання робочих навантажень.

2. Ємнісний силовимірювальний датчик за п.1, який **відрізняється** тим, що ізольовані вставки з електродами закріплені по горизонтальній осі симетрії блок-корпуса.

3. Ємнісний силовимірювальний датчик за пп.1,2, який **відрізняється** тим, що він має додатковий електрод, встановлений паралельно наявним електродам на ізольованій вставці, який створює разом з ними диференціальний конденсатор.

4. Ємнісний силовимірювальний датчик за пп.1,3, який **відрізняється** тим, що ізольовані вставки зроблені у формі двох металевих напівкільць, охоплюючих електроди, які встановлені у керамічних укладках на внутрішній поверхні напівкільць.

5. Ємнісний силовимірювальний датчик за пп.1-4, який **відрізняється** тим, що зовнішні поверхні жорстких бокових основ зроблені циліндричної форми і одна з них створює опорну поверхню для кріплення датчика, а друга призначена для сприймання робочих навантажень.

6. Ємнісний силовимірювальний датчик за п.5, який **відрізняється** тим, що на зовнішніх циліндричних поверхнях жорстких бокових основ закріплені напівкільця з внутрішнім діаметром, меншим або однаковим з діаметром зовнішніх циліндричних поверхонь.

7. Ємнісний силовимірювальний датчик за п.5, який **відрізняється** тим, що на зовнішніх циліндричних поверхнях жорстких бокових основ закріплені призматичні накладки.

8. Ємнісний силовимірювальний датчик за пп.1-4, який **відрізняється** тим, що жорсткі бокові основи обладнані Г-подібними опорними виступами.

9. Ємнісний силовимірювальний датчик за пп.1-4, який **відрізняється** тим, що у верхньому і нижньому пружних елементах зроблені додаткові отвори, осі яких паралельні осі отвору з електродами.

Винахід належить до техніки електричних вимірювань механічних величин за допомогою ємнісних перетворювачів і може бути застосований для контролю різного роду силових впливів, зокрема для вимірювання маси вантажу у залізничному транспорті, на конвеєрах, зважування рідинного металу у сталеливарних ковшах.

Вимірювання неелектричних величин електричними методами знаходить широке застосування в науці і техніці. Значне поширення набрали силовимірювальні датчики на основах використання ємнісних перетворювачів. До особливостей таких датчиків відносяться:

висока чутливість і відносна стабільність показань;

незначний вплив зовнішніх факторів: температури, положення, вібрацій, які можна урахувати при конструюванні;

простота і технологічність конструкції. З цієї точки зору ємнісні датчики зручні для виробництва: більшість датчиків може бути виготовлена на звичайних верстатах.

Відомий, наприклад, ємнісний силовимірювальний датчик до електронної ваги, яка має основу і платформу, що зміщується при розташуванні на ній зважуваного матеріалу. Основа і платформа зв'язані між собою пружиною. Силовимірювальний датчик являє собою прилад, який складається з двох електродів-пластин. При зміщенні платформи одна із пластин переміщується відносно другої пластини. При цьому виробляється сигнал, який використовується для індикації маси матеріалу [патент США № 4524840, МКВ G0113/14, 1985].

Датчик цієї конструкції працює без використання елемента, який деформується, за рахунок зміщення деталей ваги.

Відомий ємнісний вимірювальний датчик, який має тіла, що механічно деформуються, і електроди, котрі розміщують таким чином, що створюється диференціальний конденсатор, який формує придатний для подальшої обробки вимірювальний сигнал. Згідно з винаходом поверхні тіл деформації з жорсткими до вигину центрами створюють поверхні бокових електродів, аксіальне жорстко зв'язаних один з одним, так що створюється шарнірно-листова направляюча. Між тілами деформації розміщена електрично непровідна деталь, яка несе на своїх поверхнях активні електроди [екон. патент НДР № 257492, МКВ G01L 1/14, 1988].

Зазначений датчик має високу поперечну жорсткість і, отже, низьку чутливість до бокових складових зусиль. Але поєднання функцій тіла, що деформується, та електродів диференціального конденсатора погіршує метрологічні характеристики за рахунок погіршення лінійності, обумовленої деформуванням електродів у процесі навантаження і збільшення гістерезиса за рахунок втрат на тертя між електродами і листовими ізоляційними прокладками.

Найбільш близьким по технічній суті і досягнутому результату є ємнісний силовимірювальний датчик з металевим блок-корпусом, який деформується, і отвором в ньому, у котрому розміщені вздовж стінок два електроди для вимірювання ємності. Електроди повернуті один до одного і приклеєні вздовж усієї довжини до внутрішньої поверхні отвору. Кінці електродів прикріплені до бокових поверхонь блок-корпуса за допомогою тримача і гвинтів [акцептована заявка Японії № 61-28290, МКВ G01L 1/14].

Суттєвими особливостями цієї конструкції, котрі дозволяють розглядати її як прототип, є такі:

використання елемента, який деформується, у вигляді металевого блок-корпуса, котрий має високу технологічність, простоту конструкції і виготовлення;

зв'язок електродів із стінками отвору блок-корпуса, який деформується.

До числа конструктивних і технологічних характеристик, які можуть ускладнити використання зазначеного датчика, слід віднести:

вимірювання ємності лише вздовж лінії, відповідної лінії кріплення електродів до внутрішньої поверхні отвору;

можливість наявності додаткових погіршень, обумовлених кріпленням електродів у точках, які зазнають деформації у процесі навантаження;

необхідність використання спеціального клею, котрий забезпечував би надійне зчеплення електродів з поверхнями отвору при багаторазовому прикладанні зусилля.

У зв'язку з зазначеними особливостями конструкції прототипа в основу винаходу поставлено задачу створення ємнісного силовимірювального датчика, у котрому шляхом усунення впливу робочих деформацій у елементі,

який деформується, безпосередньо на самі електроди, нового розміщення електродів і створення схеми деформування блок-корпуса з урахуванням положення електродів підвищується чутливість і точність вимірювань із забезпеченням високої технологічності конструкції.

Для вирішення поставленої задачі у відомому ємнісному силовимірювальному датчику, який має металевий блок-корпус, що деформується, і отвір в ньому, у котрому розміщені електроди для вимірювання ємності, згідно з винаходом, електроди встановлені в окремих ізольованих вставках, закріплених на протилежних стінках отвору у горизонтальній площині блок-корпуса, зробленого з верхнім і нижнім пружними елементами, які переходять у жорсткі бокові основи, одна з котрих має опорну поверхню для кріплення датчика, а друга призначена для сприймання робочих навантажень.

Зазначена сукупність конструктивних ознак дозволяє досягнути нового технічного результату - підвищити точність вимірювань і технологічність конструкції внаслідок придання датчику таких нових технічних властивостей:

а) зняття безпосереднього контакту електродів із стінками отвору і розміщення їх на окремих ізольованих вставках у горизонтальній площині блок-корпуса сприяє переборюванню впливу деформацій на самі електроди, розширює діапазон вимірювання ємності в отворі і спрощує процес виготовлення, складання та експлуатації датчика;

б) нове конструктивне виконання елемента, що деформується, який є комбінацією пружних та жорстких частин, дозволяє одержати зсувно-згинаючі деформації, котрі забезпечують паралельне або близьке до нього зміщення бокових стінок отвору з закріпленими на них вставками з електродами.

Запропоновані зміни елемента, що деформується, дозволяють створити паралелограмну конструкцію блок-корпусу й отримати "ефект паралелограма": при паралельному зміщенні верхнього і нижнього пружних елементів і жорстких основ електроди зміщуються паралельно, забезпечуючи високу точність показань датчика.

Найбільш висока точність отримується при закріпленні ізольованих вставок з електродами по горизонтальній осі симетрії блок-корпуса, яка знаходиться у зоні нульових згинаючих напружень.

Наявність додаткового третього електрода, встановленого паралельно першим двом електродам на ізольованій вставці і утворюючим разом з ними диференціальний конденсатор, дозволяє компенсувати початковий сигнал розвантаженого датчика і, отже, підвищити температурну стабільність його показань.

Найбільш оптимальним варіантом конструкції ізольованих вставок є виконання їх у формі двох металевих напівколець, охоплюючих електроди, котрі встановлені у керамічних укладках на внутрішній поверхні напівколієць.

Значне поширення технологічних можливостей досягається при виконанні зовнішніх поверхонь жорстких бокових основ циліндричної фор-

ми; при цьому одна з них створює опорну поверхню для кріплення датчика, а друга призначена для сприймання робочих навантажень.

Для використання у конвеєрній вазі на зовнішніх циліндричних поверхнях жорстких бокових основ закріплені напівкільця з внутрішнім діаметром меншим або однаковим з діаметром зовнішніх циліндричних поверхонь.

Для використання у бункерній вазі на зовнішніх циліндричних поверхнях жорстких бокових основ закріплені призматичні накладки.

У варіанті для залізничної ваги жорсткі бокові основи обладнані Г-образними опорними виступами.

При вимірюванні великих навантажень ($\geq 30t$), наприклад, для зважування рідинного металу у сталеливарних ковшах, у верхньому і нижньому пружних елементах зроблені додаткові отвори, осі котрих паралельні осі отвору з електродами. Наявність отворів дозволяє рознести по вертикалі частини пружних елементів, що забезпечує високу чутливість датчика при незначних розмірах отвору з електродами, а також усунення великих деформацій у місті кріплення електродів.

Запропонований винахід пояснюється кресленнями, на яких зображені;

фіг.1 - вид спереду на датчик з двома електродами;

фіг.2 - вид збоку;

фіг.3 - вид зверху;

фіг.4 - вид спереди на датчик з трьома електродами;

фіг.5 - блок-корпус з частковим вирином у вертикальній площині, який пояснює конструкцію ізолюваних вставок;

фіг. 6 - блок-корпус з частковим вирином у горизонтальній площині, який пояснює конструкцію ізолюваних вставок;

фіг.7 - варіант датчика для використання у конвеєрній вазі;

фіг.8 - варіант датчика для використання у бункерній вазі;

фіг.9 - варіант датчика для використання у залізничній вазі;

фіг.10 - варіант датчика для вимірювання великих зусиль.

Запропонований ємнісний силувимірювальний датчик має таку конструкцію.

Датчик має металевий блок-корпус 1, який деформується з отвором, у котрому розміщені вздовж стінок електроди 3,4 (фіг.1). Блок-корпус являє собою паралелограмну конструкцію, зроблену з верхнім і нижнім пружними елементами 5,6, які переходять у жорсткі бокові основи 7,8, одна із котрих - 7 має опорну поверхню 9 для кріплення датчика на опорі 10 за допомогою болтів 11,12, а друга 8-призначена для сприймання робочих вертикальних навантажень Р. При цьому жорсткість бокових основ непорівняно більше жорсткості пружних елементів 5,6.

Два електроди 3, 4 виконані плоскої форми і встановлені паралельно один одному і горизонтальним граням 13 блок-корпусу в окремих ізолюваних вставках 14, 15, закріплених на протилежних стінках отвору по горизонтальній осі симетрії 16 блок-корпуса. Можливе кріплення

ізолюваних вставок у горизонтальній площині блок-корпуса поза горизонтальною віссю симетрії, однак в міру віддалення міст кріплення електродів буде знижуватися точність показань. При цьому вставка 14 закріплена на стороні стінки отвору, належній жорсткій боковій основі 7, а вставка 15 - на стороні, що належить жорсткій боковій основі 8.

Варіант датчика з трьома електродами (фіг.4) містить додатковий електрод 17, встановлений паралельно наявним електродам 3,4 на ізолюваній вставці 18 і утворюючий разом з ними диференціальний конденсатор. Електрод 4 встановлений в окремій ізолюваній вставці 19 і розміщений по горизонтальній осі симетрії 16.

Окремі ізолювані вставки 18,19 (фіг.5,6) можуть бути зроблені у формі двох металевих напівкільць 20,21, охоплюючих електроди 3,4,17, встановлені у керамічних вкладках 22 на внутрішній поверхні 23 напівкільць 21,22. Ізолювані вставки закріплені у блок-корпусі за допомогою болтів 24.

Для використання запропонованого датчика у конвеєрних та бункерних вагах (фіг.7,8) зовнішні поверхні 25,26,27,28 жорстких бокових основ виконані циліндричної форми.

Поверхня 25 у конвеєрній вазі призначена для сприймання робочих навантажень, поверхня 26 - для кріплення датчика; поверхня 27 у бункерній вазі утворює опорну поверхню для кріплення датчика, поверхня 28 - призначена для сприймання робочих навантажень.

У жорстких бокових основах 29,30 датчика для конвеєрної ваги встановлені кріпильні болти 31,32 для фіксації напівкільць 33,34 на зовнішніх поверхнях 25,26 жорстких бокових основ.

Напівкільця 33,34 мають внутрішній діаметр $D_1 \leq D_2$, де D_2 - діаметр зовнішніх поверхонь 25,26 жорстких бокових основ 29,30.

Напівкільце 33 призначене для кріплення датчика до вантажоприймальної платформи 35 конвеєрної ваги, напівкільце 34 - до конвеєрного ставу 36. Можливо використання датчика для горизонтального конвеєра або до нахиленого конвеєра (положення показано пунктиром на фіг.7).

Для установлення датчика у горизонтальній площині для нахиленого конвеєра у напівкільцях зроблені вертикальні пази 37.

У випадку бункерної ваги (фіг.8) на зовнішніх поверхнях 27,28 жорстких бокових основ 38,39 зафіксовані за допомогою болтів 40,41 призматичні накладки 42,43. Кріплення датчика до нерухомої основи 44 виконується за допомогою призматичної накладки 42, до контролюваного об'єкта 45 - призматичною накладкою 43.

Для використання у залізничній вазі (фіг.9) жорсткі бокові основи 46,47 блока-корпуса обладнані Г-образними опорними виступами 48,49. На верхньому Г-образному виступі 48 закріплена плита 50 для установлення і фіксації рейки 51 або вантажоприймальної платформи. Нижній Г-образний виступ 49 оснащений кріпильним пристроєм: 52 типу "паз-шип", який дозволяє оперативно проводити установку і зміну датчика.

Блок-корпус датчика аналогічно як і у всіх попередніх варіантах зроблений із верхнім і нижнім пружними елементами 53,54, які переходять у жорсткі бокові основи 46,47, що утворюють спільно паралелограмну конструкцію. Електроди встановлені також як і у всіх попередніх варіантах на окремих ізольованих вставках, закріплених на протилежних стінках отвору у горизонтальній площині блок-корпуса.

Для використання запропонованого датчика при великих навантаженнях, наприклад, для зважування рідинного металу у сталеливарних ковшах, блок-корпус зроблений у формі вертикальної призми 55, котра має верхній і нижній пружні елементи 56,57, які переходять в жорсткі бокові основи 58,59 і утворюють у сукупності паралелограмну конструкцію.

У верхньому і нижньому пружних елементах зроблені додаткові отвори 60,61, осі котрих паралельні осі отвору з електродами. Наявність отворів забезпечує високу чутливість датчика при незначному розмірі отвору з електродами, а також уникнення великих деформацій у місті кріплення вставок з електродами.

Кріплення датчика до опори 62 здійснюється за допомогою болтів 63, з'єднуючих жорсткі бокові основи 58 і опору 62. Жорстка бокова основа 59 призначена для сприймання вертикальних робочих навантажень.

Усі приведені варіанти мають герметизацію і механічний захист електродів за допомогою еластичних кришок 64, встановлених з обох сторін отвору.

Електрична схема, яка використовується для реалізації усіх приведених варіантів, являє собою загальновідомий вимірювальний міст, працюючий на основі розбалансу при змінюванні величини ємності і встановлений в отворі з електродами.

Запропонований ємнісний силосимірювальний датчик працює таким чином.

Під впливом прикладеної вертикальної складової навантаження P на жорстку бокову основу 8 (фіг.1) відбувається вигин верхнього і нижнього пружних елементів 5,6, зміщення униз

жорсткої бокової основи 8 і паралельний або близький до нього зсув бокової стінки отвору 2 із закріпленою на неї ізольованою вставкою 14 з електродом 4. У результаті вказаної схеми деформації блок-корпуса 1 забезпечується плоскостопаралельне зміщення електродів, що сприяє досягненню високої точності вимірювання.

Аналогічні деформації характерні для усіх варіантів використання запропонованого датчика. На відповідних фігурах пунктиром показане зміщення положення жорсткої бокової основи, стінок отвору та електродів під впливом вертикальної складової навантаження.

При цьому пружні елементи зазнають такі види деформації:

деформація вигину, пропорційна величині вертикальної зсувної складової зусилля;

деформація розтягу (для верхнього пружного елемента) і стиску (для нижнього пружного елемента), пропорційна величині моменту вигину, діючого на блок-корпус і залежна від точки прикладу зусилля;

деформація розтягу або стиску, пропорційна повздовжній складовій діючого зусилля;

деформація поперечного вигину, пропорційна поперечній складовій зусилля.

Очевидно, що на величину зсуву бокових стінок має вплив тільки вертикальна складова зусилля, оскільки осьовий розтяг та стиск, а також поперечний вигин пружних елементів не приведе до її вигину у вертикальній площині. Таким чином досягається ефект нечутливості показань датчика до впливу бокових складових зусилля.

Під впливом робочого зусилля на блок-корпус виникає розбаланс вимірювального моста електричної схеми, на виході котрого зв'яється змінний сигнал, пропорційний діючому навантаженню.

Проведені виробничі випробування запропонованої конструкції ємнісного силосимірювального датчика в різних модифікаціях застосування показали високу точність вимірювання робочих навантажень.

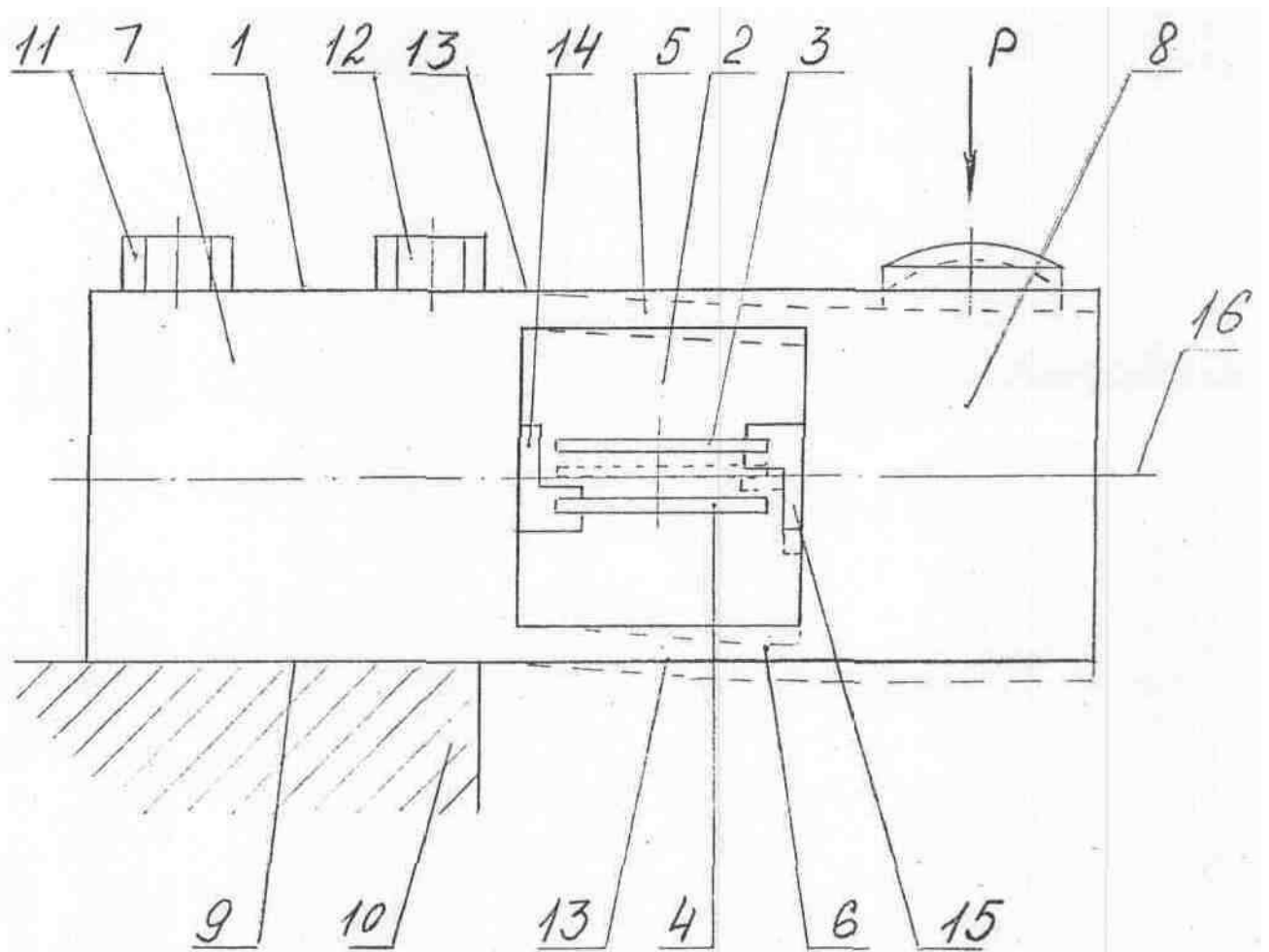


Fig. 1

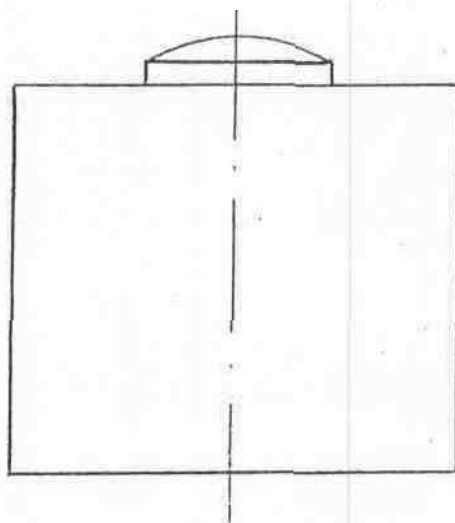


Fig. 2

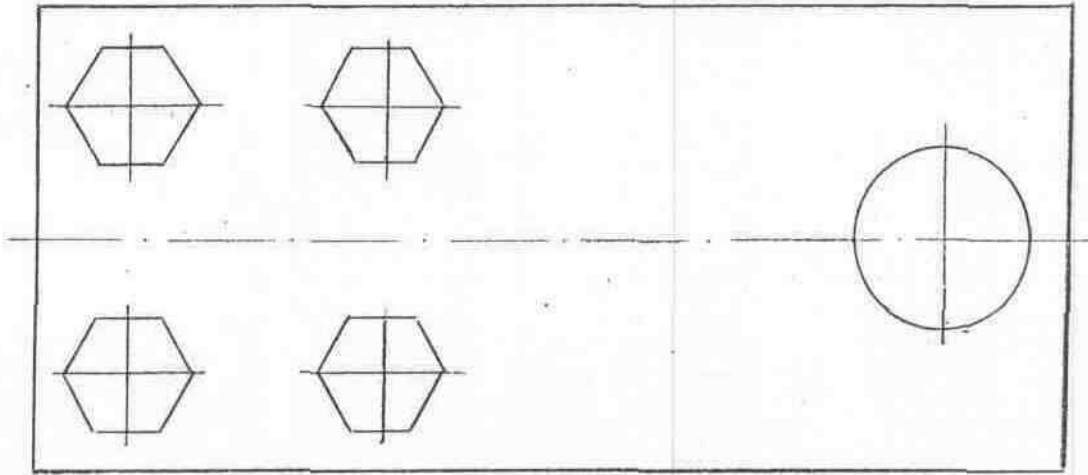


Fig. 3

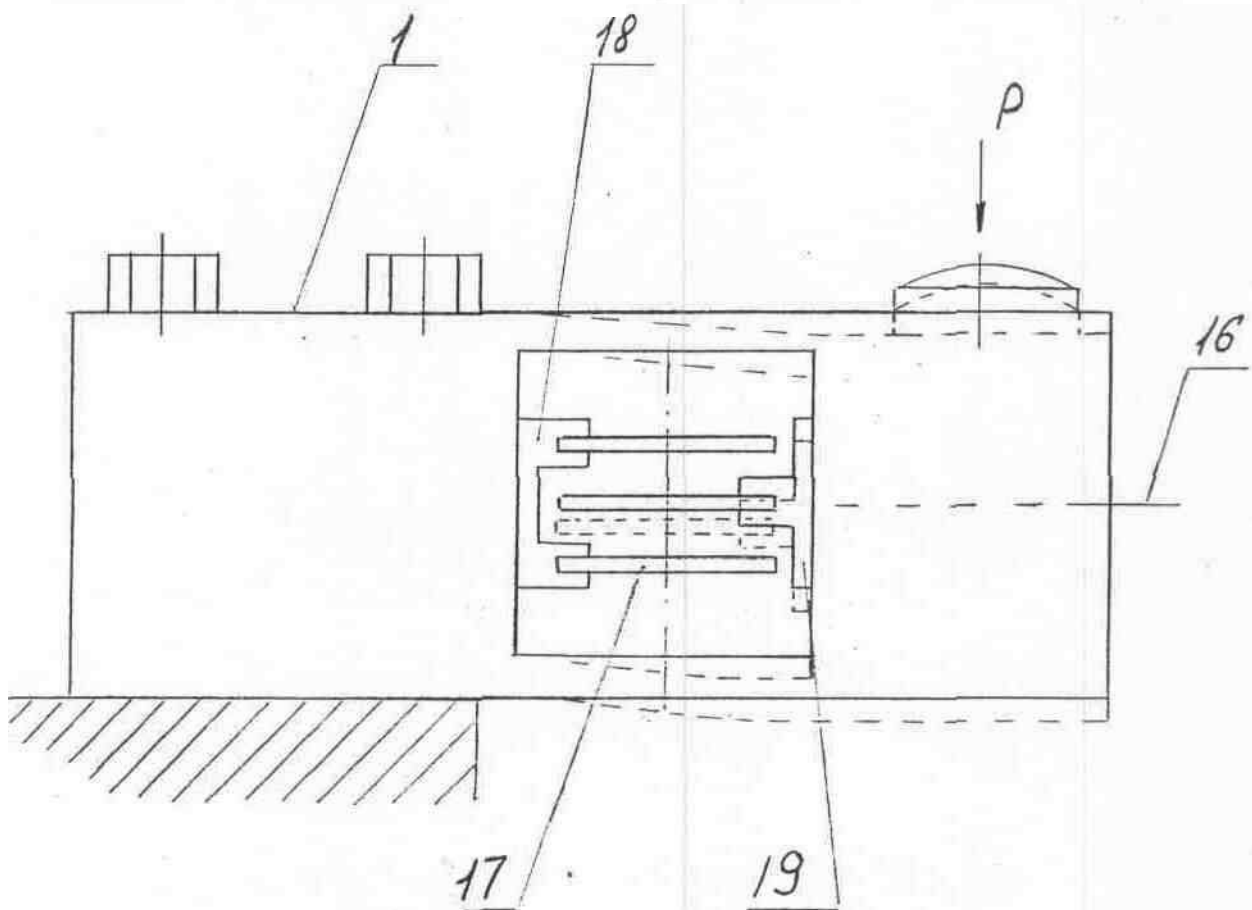


Fig. 4

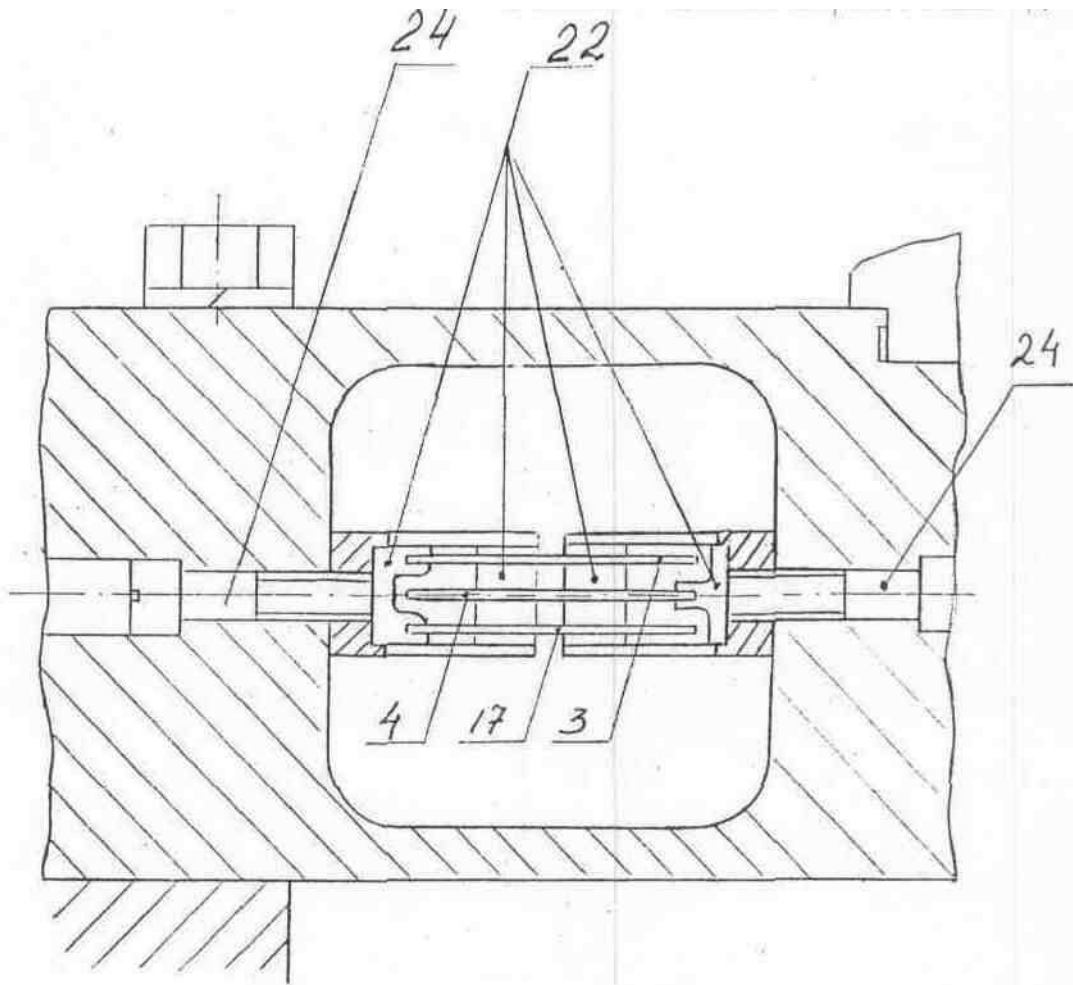


Fig. 5

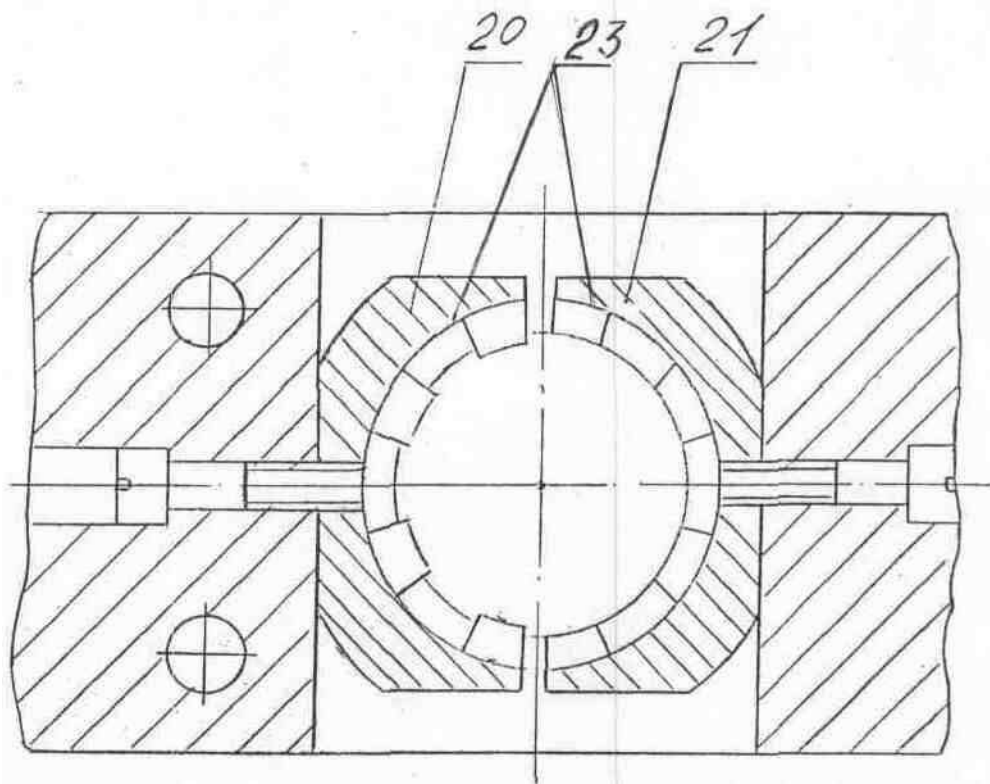


Fig. 6

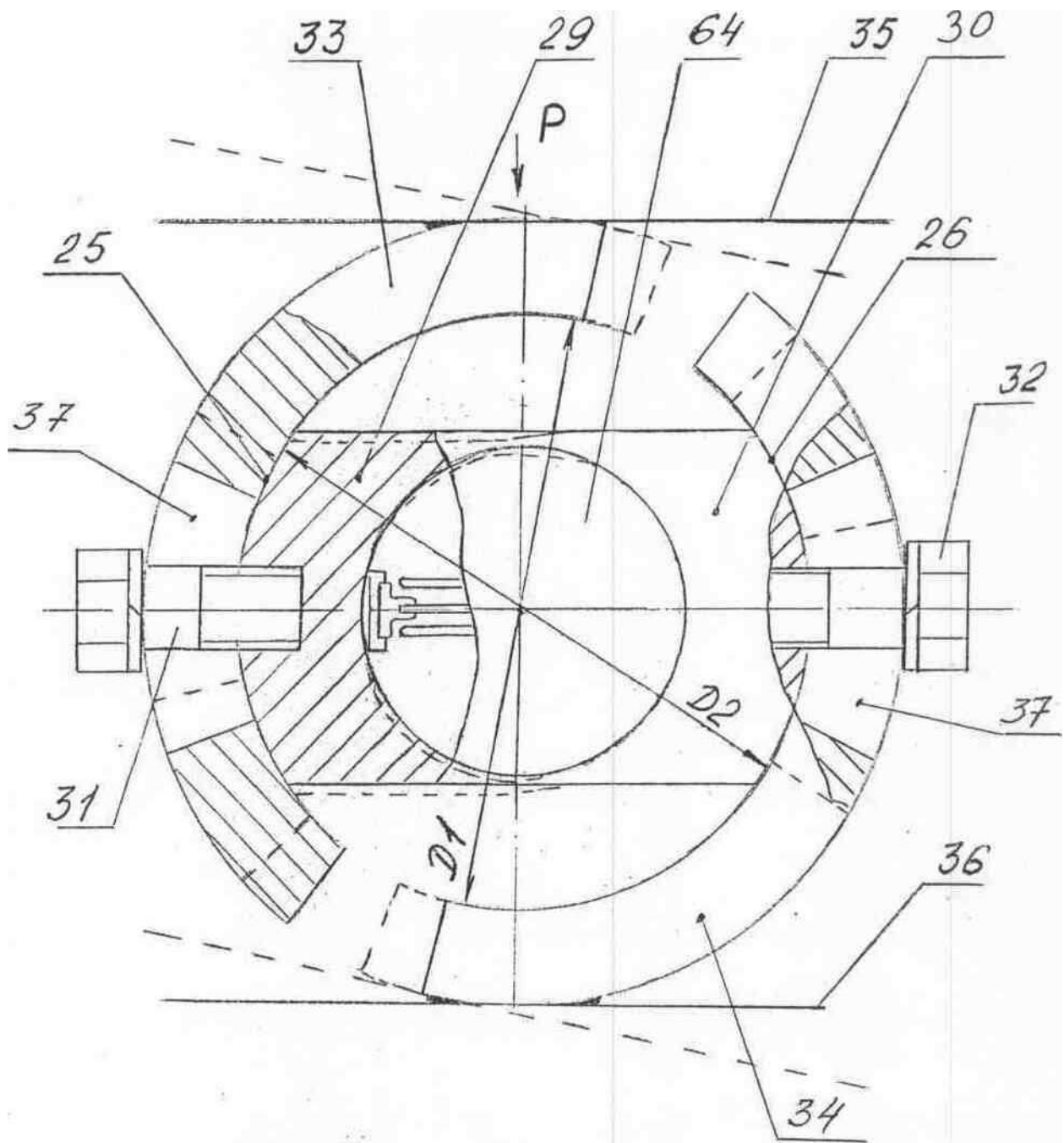


Fig. 7

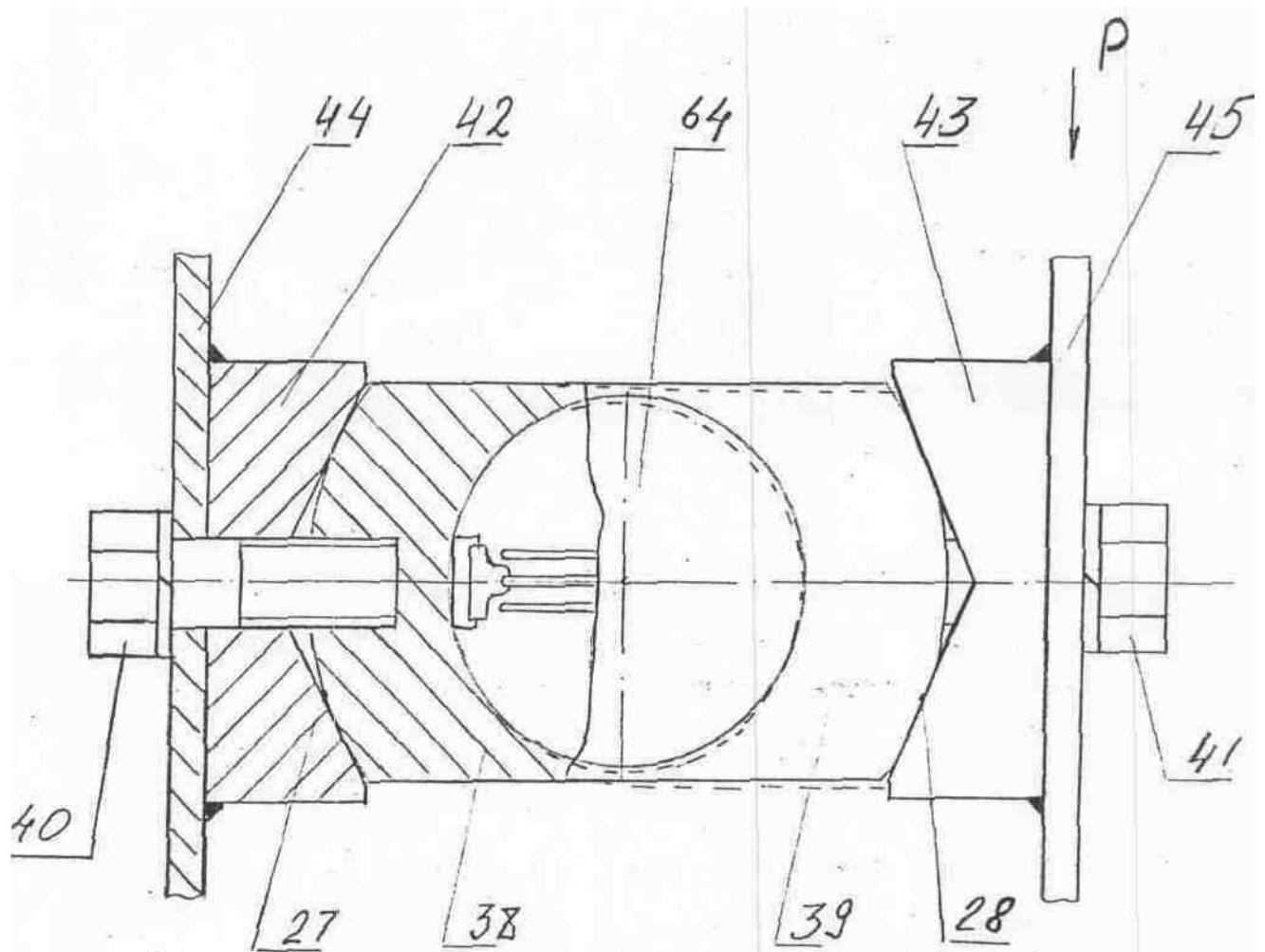


Fig. 8

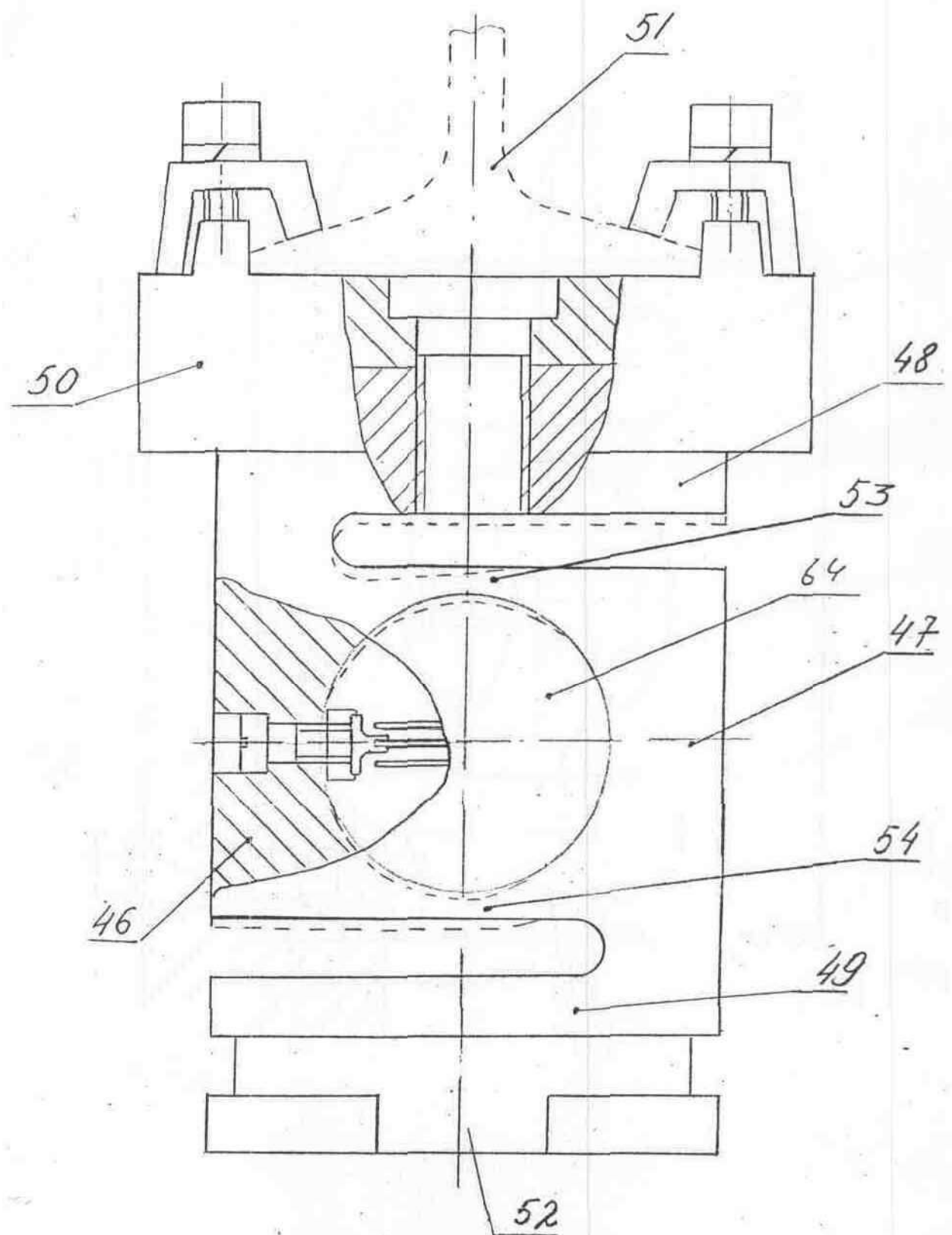
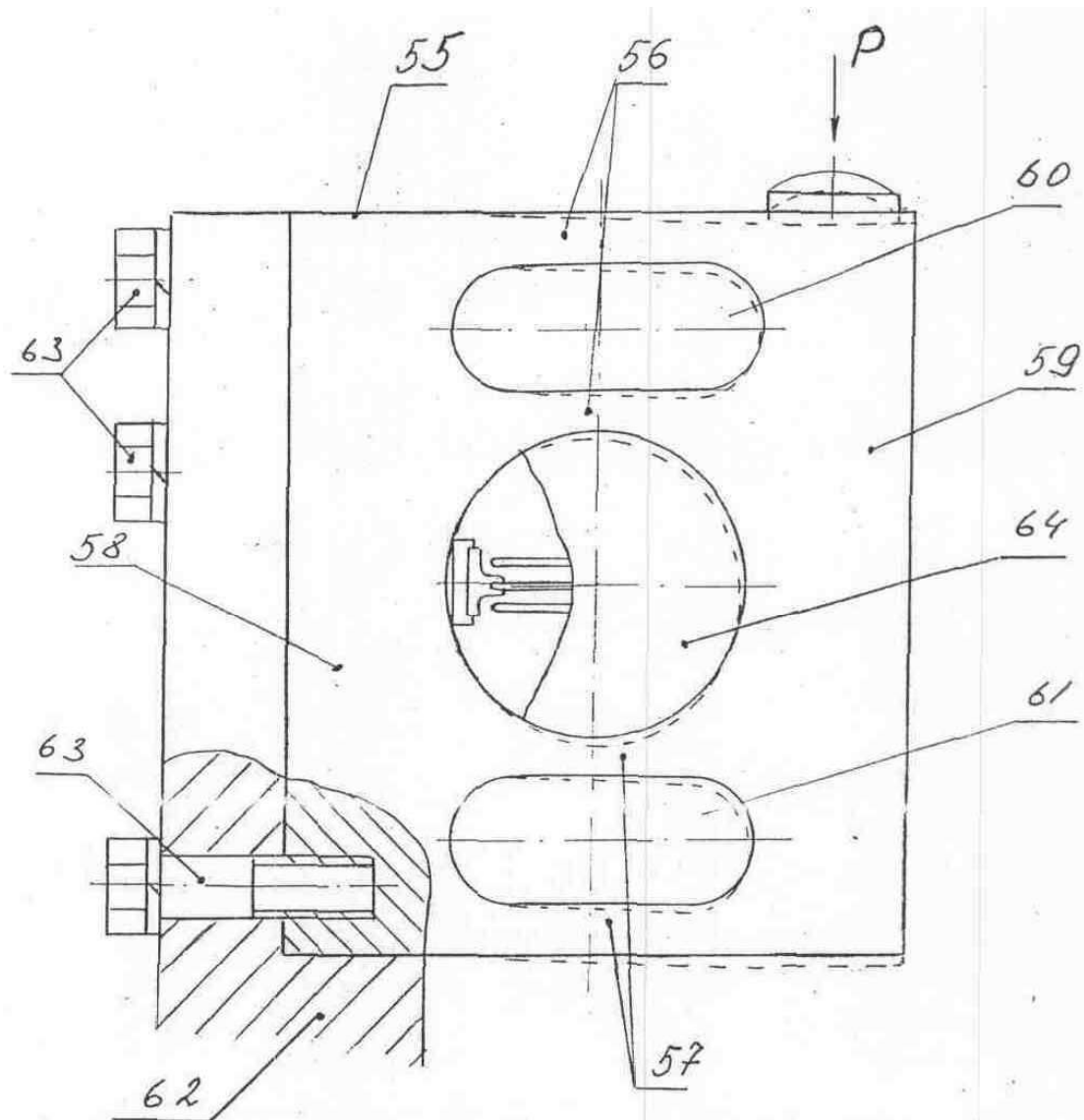


Fig. 9



Фіг. 10

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Бульв. Лесі Українки, 26, Київ, 01133, Україна
 (044) 254-42-30, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид.арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ
 Вул. Горького, 180, Київ, 03680 МСП, Україна
 (044) 268-25-22