

Корисна модель належить до прецизійного геометричного вимірювачу, призначеного для загального використання у виробничих цехах та в метрологічних лабораторіях.

Традиційні штангенциркулі згідно міжнародного стандарту ISO13385 /1/, на відміну від мікрометрів та індикаторів, не передбачають будь-яких технічних засобів забезпечення зусилля вимірювань.

За офіційними рекомендаціями "Європейської асоціації з акредитації" EA-4/02 M:2013 /2/ при калібруванні штангенциркулів бюджет невизначеності складається з кількох факторів, серед яких найбільш значущими є механічні ефекти, в яких домінує вплив нестабільності вимірювального зусилля.

В Україні серійно виробляють штангенциркулі для вимірювань твердих та м'яких матеріалів у розширеному діапазоні від 0-150 мм до 0-3700 мм з використанням тарованих пристроїв зі спіральними циліндричними металевими пружинами, розрахованими на зусилля 1Н, 2Н, 4Н, 8Н, 12Н, 15Н, 20Н, 25Н, 30Н, 35Н. /3/.

Використання в штангенциркулях тарованих пристроїв суттєво покращує їх метрологічні показники, при цьому мікронні штангенциркулі з тарованим пристроєм успішно замінюють 6 мікрометрів в діапазоні 0-150 мм /3/.

Спіральні пружини працюють відповідно до закону Гука, коли сила стискання пружини прямо пропорційна довжині її поздовжнього стискання.

В українських тарованих штангенциркулях загальна довжина спіральної пружини дорівнює 15 мм та більше, при цьому поздовжній розмір в корпусі тарованого пристрою для розташування штока та спіральної пружини складає 50 мм та більше, без можливості захисту від проникнення бруду та вологи всередину корпусу тарованого пристрою.

Спіральні пружини дуже критичні до корозії, яка може зменшувати початковий ефективний перетин дроту спіральної пружини 0,5-1,0 мм (до 0,1 мм на рік) за умови високої вологості, що у квадраті зменшує жорсткість пружини або навіть повне її пошкодження.

Для підвищення стабільності вимірювань необхідно забезпечити повторюваність жорсткості пружних елементів тарованих пристроїв.

В будь-яких спіральних пружинах в процесі використання зменшується жорсткість та відповідне тароване зусилля за рахунок ресурсної втоми загартованого матеріалу, зменшення перетину спіралі від дії корозії, порушення співвісності витків подовжених спіралей.

Робочий хід при стисканні циліндричної спіралі дорівнює 6-10 мм зі 15-25 % нестабільністю тарованого зусилля /3/.

В Японії понад 30 років виробляють штангенциркулі діапазону 0-180 мм для вимірювань м'яких матеріалів за допомогою важільно-пружного пристрою з пласкою металевою пружиною, розрахованою на зусилля 1 Н /4/.

В Швейцарії "Sylvac" серійно виробляє штангенциркулі типу UL4 з діапазонами вимірювань від 0-600 мм до 0-3000 мм /5/, які оснащені однотипними пристроями тарованого зусилля з загальним ходом пружини 5 мм, при цьому тарований хід обмежений 1-2 мм з 20 % нестабільністю тарованого зусилля.

Загальним недоліком усіх пружин є прямо пропорційна їх залежність від деформації. У діапазоні стискання 1-10 мм пружна сила спіральних пружин може змінюватися у 10 рази, що ускладнює використання тарованих пристроїв з малим тарованим ходом (до 4 мм) для штангенциркулів з діапазонами вимірювань від 0-150 мм до 0-4000 /3, 4, 5/.

При виготовленні будь-якого цифрового тарованого штангенциркулю типів I, II, III доцільно використовувати усі шість уніфікованих серійних складових штангенциркулів:

- Штанги;
- Інкрементні цифрові шкали;
- Нерухомі губки;
- Рухомі рамки;
- Рухомі губки;
- Цифрові відлікові пристрої.

- Виготовлення тарованих штангенциркулів з індивідуальних складових збільшує їх собівартість на порядки, робить їх виробництво та використання економічно недоцільним та неконкурентоспроможним.

Удосконалення конструкцій штангенциркулів з тарованими пристроями доцільно проводити з максимальним зберіганням основних 6 уніфікованих складових традиційних штангенциркулів.

При удосконаленні тарованих штангенциркулів також слід враховувати двонаправленість прикладання тарованих зусиль та особливості вимірювань м'яких матеріалів:

- При зовнішніх вимірюваннях необхідно забезпечити більші зусилля, які пропорційні великій площі зовнішніх пласких вимірювальних поверхонь (для штангенциркулів типів I та II максимальна площа вимірювального контакту дорівнює 100-240 кв. мм, для штангенциркулів типу III максимальна площа вимірювального контакту може сягати 2000 кв. мм);

- При внутрішніх вимірюваннях для штангенциркулів типу I використовуються ножовидні внутрішні губки (довжина лінійного контакту до 16 мм), торець глибиноміру (площа вимірювального контакту до 7 кв. мм);

- При внутрішніх вимірюваннях для штангенциркулів типу II та III використовуються напівциліндричні внутрішні губки (їх максимальна довжина лінійного контакту 10-20 мм);

- При вимірюваннях товщини м'яких листових матеріалів (гума, силікон, пенополістірол, тканини, інші подібні) оптимальні зовнішні зусилля мають бути зменшені на порядок в порівнянні з оптимальними зовнішніми вимірюваннями твердих матеріалів (метали, термореактивні пластмаси, скло, інше подібне).

Таким чином, оптимальні нормовані зусилля зовнішніх вимірювань та внутрішніх вимірювань мають відрізнятися на порядок, з урахуванням додаткового зменшення зусиль вимірювань (зовнішніх та внутрішніх) при вимірюваннях м'яких матеріалів.

Переміщення рухомих рамок штангенциркулів має відповідати вимогам ергономіки з використанням використання вказівного та великого пальців, зазвичай, правої руки, що обмежує зусилля натискання діапазоном 0,5-25Н.

Масове виробництво та використання доступних неодимових магнітів в усіх галузях промисловості обумовлює їх перспективність для геометричного вимірювачу.

Метою корисної моделі "Штангенциркуль тарований" було започаткування тарованих штангенциркулів з використанням 6 уніфікованих складових традиційних штангенциркулів, зі збільшенням в 2,5-5 рази ресурсу роботи тарованого пристрою, для двонаправлених вимірювань зі регульованими зусиллями від 0,5Н до 25Н.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є 138-річний американський патент US№353561 /6/, в якому рухома губка мала пружно-важільний механізм для забезпечення тарованого зусилля.

Конструкція патенту-аналога /6/ виявилася не дуже вдалою за відсутності індикації зусилля вимірювань та аналогового відліку, що завадило його виробництву.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є 134-річний американський патент US№425208 /7/, в якому змонтовано вимірювальний шток з пружно-важільним пристроєм для визначення моменту торкання, подальшого переміщення вимірювального штока з можливим розрахунком тарованого зусилля.

Незважаючи на відсутність ноніусу та спрощену конструкцію, патент-аналог /6/ виявився перспективним завдяки можливості контролю тарованого зусилля. Через 89 років патент-аналог /7/ був використаний японськими фахівцями "Mitutoyo" при створенні власного сучасного тарованого штангенциркуля для м'яких матеріалів /4/.

Недоліком патенту-аналога /7/ є дуже короткий хід (до 1 мм) з тарованим зусиллям, що ускладнює його використання.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є 107-річний американський патент US№1288034 /8/, в якому на переставній губці змонтовано вимірювальний шток з пружно-важільним пристроєм для визначення моменту торкання, подальшого переміщення вимірювального штока з можливим розрахунком тарованого зусилля.

Патент-аналог /8/ за метрологічними можливостями подібний до патенту-аналога /7/, тому має ідентичні недоліки.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є цікавий 106-річний американський патент US№1355724 /9/, в якому на рухомій губці змонтовано вимірювальний шток з пружно-важільним механізмом для визначення моменту торкання та індикатором переміщення штока з індикацією на інкрементній шкалі, яку можливо маркувати на тароване зусилля. Патент-аналог /9/ також має лінійну та кругову шкали з комплектом змінних наконечників для зовнішніх та внутрішніх вимірювань.

Патент-аналог /9/ узагальнює ранішні патенти тарованих штангенциркулів у частині переваг та недоліків.

Дуже складна штанген-мікрометрична конструкція патенту-аналога /9/ суттєво погіршує його техніко-економічну доцільність, тому у подальшому патент-аналог /9/ не вироблявся та використовувався.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є відомий 64-річний американський патент US№3113384 /10/ з наступними відмінностями:

- Тарований пристрій розміщений у рухомій рамці у вигляді штоку з двома симетричними пружинами, які використовуються поперемінно для зовнішніх та внутрішніх вимірювань;

- Шток пов'язаний з різьбовим механізмом точної подачі;

- Стискання обох пружин визначається тільки якісно (без кількісних значень), за положенням поперекового гвинта у подовжньому отворі рухомої рамки штангенциркуля.

Недоліками патенту-аналога /10/ є занадто малий хід з тарованим зусиллям та неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 3060586 /11/, в якому тароване зусилля (6-10Н) для зовнішніх вимірювань забезпечує мікрометрична голівка з відповідним обмеженим діапазоном вимірювань (25 або 50 мм), що дорівнює тарованому ходу.

Недоліком патенту-аналога /11/ є обмежений діапазон вимірювань (25 мм або 50 мм) з необхідністю покрокового переставляння разом з калібруванням.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є відомий 45-річний американський патент US№4188727 /12/ фахівців японської фірми "Mitutoyo", в якому на початку вимірювальної штанги розміщено пружно-важільний пристрій тарованого зусилля, який реалізований у серійних цифрових тарованих штангенциркулях моделі 573-191-30 японської фірми "Mitutoyo" /4/ (діапазон вимірювань складає 0-180 мм з похибкою 0,050 мм, при цьому тароване зусилля дорівнює 1Н, ціна перевищує 1000 дол.), який серійно виробляється до цього часу.

На сьогодні це єдиний реалізований патент штангенциркулю з тарованим пристроєм від японської фірми "Mitutoyo".

Недоліками патенту-аналога /12/ є:

- Реалізація тільки в єдиній моделі (0-180 мм) серійного штангенциркулю;
- Досить велика похибка вимірювань (50 мкм);
- Дуже малий хід з тарованим зусиллям (до 1 мм);
- Дуже висока ціна суттєво обмежує його використання.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є 37-річний американський патент US№4873771 /13/ з важільно-пружним механізмом та курком.

Недоліком патенту-аналога /13/ є обмежений хід з тарованим зусиллям.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є досить відомий 34-річний американський патент US№5029402 /14/, в якому у динамометричний блок з датчиком натискання приєднаний до відлікового пристрою зі з'ємним спеціалізованим мікрокомп'ютером, який обчислює розміри органічних об'єктів (туші худоби, сири та стовли деревини).

Патент-аналог /14/ дуже цікавий з точки зору глобального охоплення та поєднання різних напрямків удосконалення штангенциркулів (тарований пристрій, переставний мікрокомп'ютер на початку часу їх появи, карбонові штанги та багато інших перспективних напрямків).

Недоліки патенту-аналога /14/ пов'язані з відсутністю доступних та реальних технічних засобів реалізації цікавих, але сирих декларативних пропозицій. До цього часу (протягом понад 30 років) патент-аналог /14/ ніяк не використовується у штангенциркулях.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є 33-річний американський патент US№5249366 /15/, в якому фахівці японської фірми "Mitutoyo" запропонували електричний датчик торкання вимірюваної деталі.

Недоліком патенту-аналога /15/ є малий тарований хід. До цього часу штангенциркулі за патентом-аналогом /15/ не виробляються.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 8898923 /16/ від фахівців японської фірми "Mitutoyo" з наступними відмінностями:

- У складі рухомої рамки розміщено електромеханічний тарований пристрій зі штоком та двома пружними елементами у вигляді симетричних пружин на єдиному штоку;
- Датчик зміщення поєднаний з відліковим пристроєм штангенциркулю для контролю зусиль при зовнішніх та внутрішніх вимірюваннях при натисканні роликком механізму точного підводу;
- З урахуванням жорсткості пружин 0,25 Н/мм та контрольованого переміщення штоку 2...4 мм зусилля натискання становить 3-5 Н /16/.

Недоліками патенту-аналога /16/ є:

- Високі складність та собівартість запропонованого тарованого пристрою, що обмежило його серійне виробництво та використання його до цього часу (протягом понад 8 років після його патентування);

- Відсутність дотискання;

- Дуже обмежені загальний хід (до 4 мм) та тарований хід (до 1 мм) зі стабільністю зусилля 20 % при загальному діапазоні вимірювань не менше 150 мм.

До цього часу патент-аналог /16/ не використовується.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 9212883 /17/ від фахівців японської фірми "Mitutoyo" з наступними відмінностями:

- У складі рухомої рамки розміщено електромеханічний тарований пристрій з пружним елементом та з індикатором сили натискання;

- Тактильна та звукова індикація при досягненні граничних зусиль при зовнішніх та внутрішніх вимірюваннях за умови натискання роликку точного переміщення;

- За жорсткості пружного елемента 0,25-6 Н/мм при контрольованому переміщенні 0,5-5 мм контрольоване зусилля натискання сягає 0,1-10 Н /17/.

Недоліком патенту-аналога /17/ є:

- Високі складність та собівартість тарованого пристрою, що не дозволило його серійно виробляти та використовувати до цього часу;

- Дуже обмежений хід (до 5 мм) з тарованим зусиллям вимірювань при загальному діапазоні вимірювань не менше 150 мм.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 9267779 /18/ фахівців японської фірми "Mitutoyo", в якому у складі рухомої рамки розміщено електромеханічний тарований пристрій, в якому у якості пружного елемента запропоновано подвійний торсіон з індикатором двосторонніх зміщень у діапазоні 0,5-5 мм та контрольованою силою двостороннього натискання 0,1-10Н.

Недоліки патенту-аналога /18/ наступні:

- Складність конструкції спеціального нестандартного тарованого пристрою не відповідає можливостям наявного традиційного цифрового відлікового пристрою;

- Дуже обмежені загальний хід (до 5 мм) та тарований хід (1 мм) при загальних діапазонах вимірювань не менше 150 мм;

- Неможливість досягнення мети корисної моделі.

До цього часу патенту-аналог /18/ не використовується.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 9612099 /19/ від фахівців японської фірми "Mitutoyo", в якому запропоновані наступні інновації:

- Тарований пристрій зовнішніх та внутрішніх вимірювань виконано чисто механічним та розміщено безпосередньо у складі ролику механізму точної подачі, за межами рухомої рамки штангенциркуля;

- Ролик виконано за одне ціле з фрикційним механізмом, розрахованим на забезпечення двонаправленого зусилля 0,5-10 Н/19/.

Недоліками патенту-аналога /19/ є велика складність, недоцільність, або навіть неможливість його серійного виготовлення за наявності наступних обмежень:

- Механізм тарованого пристрою складений з великої кількості (понад 10 шт.) прецизійних мініатюрних деталей великої собівартості;

- Механізм тарованого пристрою має бути розміщений у малих габаритах наявних роликів механізму точної подачі (зовнішній діаметр накатної поверхні ролика - 11,5 мм, товщина ролика - 7-7,5 мм, внутрішній базувальний діаметр ролика - 3 мм);

- Мініатюризація тарованого механізму унеможливила механічну жорсткість конструкції, ускладнює пило-вологозахист, унеможливило функціонування в цілому (наприклад, при наявних розмірах ролику механізму точної подачі довжина мініатюрної пружини тарованого пристрою патенту-аналога /19/ має бути меншою за 2,2 мм, чого недостатньо для забезпечення декларованих зусиль 10Н);

- Нежиттєздатність патенту-аналога /19/ підтверджується відсутністю його реалізації протягом 6 років після його патентування.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 9631912 /20/ фахівців японської фірми "Mitutoyo", в якому на рухомій рамці встановлено двонаправлений тарований пристрій у вигляді симетричного храпового механізму з двома плоскими пружинами для забезпечення тарованих зусиль натискання при зовнішніх та внутрішніх вимірюваннях, при цьому автори не наводять доступні таровані зусилля.

Недоліки патенту-аналога /20/ пов'язані з дуже обмеженим тарованим хордом, що ускладнює його використання, тому протягом 7 років патент-аналог /20/ досі не використовується.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US № 9417094 /21/ фахівців японської фірми "Mitutoyo", в якому у складі рухомої рамки розміщено електромеханічний тарований пристрій з подвійним пружним елементом (дві симетричні циліндричні пружини на єдиному штоці) та патентованого датчика зміщення (симетрична індуктивна система), з приєднанням до ролику механізму точного підвода.

Патент-аналог /21/ має досить складну конструкцію та обмежені можливості, дуже велику собівартість виготовлення, тому патент-аналог /21/ до цього часу не використовується.

Патент-аналог /21/ не може забезпечити мету корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є новітній американський патент US№10690473 /22/ від фахівців японської фірми "Mitutoyo", в якому у ролику точної подачі змонтовано механізм для забезпечення тарованого зусилля з використанням еластичних частин та пружин.

На відміну від дуже складних попередніх патентів-аналогів японської фірми "Mitutoyo" поточна конструкція не є коштовною та складною, тому в майбутньому може бути перспективною, на цей час інформація стосовно використання у штангенциркулях відсутня.

Недоліки патенту-аналога /22/ пов'язані з вище зазначеними обмеженнями пружин, з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є відомий український патент UA № 104879 /23/ від 2015 року, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропоновані наступні інновації:

- Тарований пристрій виконано у вигляді кнопки-штока, що натискає на циліндричну спіральну пружину в трубчастому корпусі для забезпечення тарованого зусилля при зовнішніх вимірюваннях;
- Про досягнення необхідного тарованого зусилля інформує тактильна чутливість пальця руки користувача при співпадінні в одному рівні тактильної рухомої поверхні рухомого штоку та тактильної поверхні нерухомого торця корпусу тарованого пристрою;

- Тарований пристрій закріплюють різьбовий отвір механізму точної подачі, які є в усіх серійних штангенциркулях з діапазонами понад 500 мм або приєднують до рухомої рамки іншим чином;

- Завдяки жорсткій конструкції та легкій заміні пружин з різною жорсткістю стало можливим забезпечити найбільш широкий діапазон тарованих зусиль (0,5-3 Н, 2-12 Н, 10-30 Н та 25-60 Н);

- Штангенциркулі за патентом-аналогом /23/ виробляються серійно та масово постачаються на експорт.

Недоліками патенту-аналога /23/ є вище зазначені обмеження спіральних пружин та неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентами-аналогами корисної моделі "Штангенцикуль тарований" є американський патент US № 10429165 /24/ та первинний український патент UAN№100613 /25/ від фахівців підприємства "МІКРОТЕХ" (Україна), в яких поміж рухомою рамкою та механізмом точної подачі розміщено тарований пристрій у складі корпусу з незакріпленим пружним елементом, на який натискає шток, поєднаний з механізмом точної подачі (роликом катання або гвинтовою подачею). Завдяки штрихам на рухомому штоку та наявності мітки в отворі-вікні (у корпусі тарованого пристрою) досить просто, швидко та ефективно визначати тароване зусилля при зовнішніх вимірюваннях.

Зазначені патенти-аналоги /24, 25/ дозволяють використовувати звичайні серійні штангенциркулі типу I в якості основи, з доданням зовнішніх тарованих пристроїв, які приєднані до ролика механізму точної подачі, вони з 2015 року виготовляються серійно в Україні /3/ та масово постачаються на експорт.

Недоліки патентів-аналогів /24, 25/ пов'язані з вище зазначеними особливостями спіральних пружин (нестабільність жорсткості за часом, можливість порушення співвісності спіралі при стисканні, негативний вплив корозії), з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенцикуль тарований" є український патент UA № 147949 /26/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенцикуль тарований динамометричний, в якому тарований пристрій має тензодатчик для контролю поточного зусилля натискання, з можливістю визначати реальні значення в момент забезпечення регламентованого зусилля.

Штангенциркулі за патентом-аналогом /26/ випускаються в Україні серійно /3/, є дуже вдалим технічним рішенням, масово постачаються на експорт.

Патент-аналог /26/ має декілька обмежень:

- Контролюються тільки зовнішні зусилля натискання, зусилля для внутрішніх вимірювань не контролюються;

- Неможливо забезпечити досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "стан

Патентами-аналогами корисної моделі "Штангенцикуль тарований" є група подібних українських патентів UAN№148138 /27/, UAN№148420 /28/, UAN№150215 /29/, UAN№150168 /30/, в яких запропоновані штангенциркулі таровані, в яких задіяні довгоходові газліфти в якості пружних елементів, що забезпечує таровані зусилля в значних діапазонах (45 мм та 90 мм).

Усі зазначені патенти-аналоги /27, 28, 29, 30/ передбачають докорінну модернізацію конструкцій традиційних штангенцикулів типів I та II, що суттєво ускладню та збільшує вартість їх виготовлення.

В цілому, зазначені патенти-аналоги /27, 28, 29, 30/ не можуть забезпечити досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі є український патент UAN№113164 /31/, в якому фахівці українського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували встановити на кожній з губок секції пружних елементів з сенсорними датчиками сили, які поєднані з блоком індикації дискретних натискань.

В патенті-аналогу /31/ відліковий пристрій може бути спеціальним або відліково-комп'ютерним. Використання у патенті-аналогу /31/ блоку індикації дискретних натискань разом з відліково-комп'ютерним пристроєм дозволяє побудувати епюри навантажень при затисканні вимірювальними поверхнями відповідної поверхні вимірюваної деталі та реалізувати ще велику кількість можливостей геометричних вимірювань та механічних досліджень.

Завдяки великій кількості незалежних пружних стрижнів та великій кількості незалежних сенсорних датчиків сили патент-аналог /31/ у реальному часі сканує протилежні поверхні вимірюваної деталі з визначенням зміни їх макрорельєфу у часі, що надає унікальні можливості користувачам, особливо при вимірюваннях деталей зі спеціальним макропрофілем та деталей з особливими фізико-механічними властивостями.

Недоліками патенту-аналога /31/ є складність його виготовлення, неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є український патент № 146381 /32/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль тарований з двонаправленою спіральною пружиною, яка забезпечує таровані зусилля, як для зовнішніх також для внутрішніх вимірювань.

Штангенциркулі з двонаправленим тарованим пристроєм за патентом-аналогом /32/ виробляються в Україні серійно /3/ та постачаються на експорт в десятки країн світу.

Недоліки патенту-аналога /32/ пов'язані з вище зазначеними особливостями спіральних пружин (зменшення жорсткості з часом, корозія, можливість порушення співвісності спіральної пружини) та з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент Pub. US № 2006/0056993 /33/, в якому запропонований великий асортимент магнітних тарованих пристроїв загального призначення, які складаються з магнітів різних типів та конструкцій, при цьому один з них є нерухомим, інший - рухомим.

Недоліки патенту-аналога /33/ пов'язані з іншим призначенням та неможливістю досягнення мети нашої корисної моделі.

Найближчим патентом-аналогом корисної моделі "Штангенциркуль тарований" є американський патент US№9541367 /34/, в якому фахівці фірми "Cardian LP" запропонували спеціальний тарований штангенциркуль для вимірювання біологічних тканин.

Найближчий патент-аналог /34/ має наступні особливості:

- В ньому вбудовано тарований пристрій у вигляді корпусу з тарованої магнітної пружини моделі "MagSpring" (від відомої американської фірми "LinMot"), яка розрахована на одне тароване зусилля (11Н, або 14Н, або 22 Н);

- Магнітна пружина "MagSpring" є габаритною коаксіальною конструкцією, оскільки має у складі габаритний неодимовий магнітний стрижень та габаритний неодимовий магнітний статор;

- Спеціальна вимірювальна штанга відрізняється від традиційних штанг штангенциркулів типу I приєднана співвісно до магнітного стрижня магнітної пружини;

- Спеціальна рухома рамка відрізняється від традиційних рухомих рамок штангенциркулів типу 1 та приєднана коаксіально до магнітного статора магнітної пружини;

- Спеціальний відліковий пристрій доповнений спеціальним контролером з електронною схемою для корегування відліку та суттєво відрізняється від традиційних цифрових відлікових пристроїв.

Штангенциркуль за найближчим патентом-аналогом /34/ має наступні суттєві недоліки:

- Завелика ціна магнітної пружини "MagSpring" (600-1000 євро), яка у 35 рази перевищує середні ціни якісних цифрових штангенциркулів, за відсутності значних метрологічних та функціональних переваг робить його неконкурентоспроможним;

- Передбачена можливість виключно зовнішніх вимірювань, без можливості внутрішніх вимірювань;

- Використання розгалужених потужних неодимових магнітів для статора та для ротора магнітної пружини /34/ може негативно впливати на надійність та, загалом, на функціонування спеціального відлікового пристрою, також на зовнішні електронні пристрої;

- Приєднання до спеціальної вимірювальної штанги магнітного статора вдвічі збільшує габарити та масу тарованого штангенциркуля /34/, що ускладнює його використання, суттєво погіршує його ергономічні показники та зменшує загальну механічну жорсткість конструкції;

- Відсутність уніфікації конструкції з традиційними штангенциркулями та низька технологічність виготовлення спеціальної вимірювальної штанги, спеціальної рухомої рамки, спеціального відлікового пристрою, спеціальних двох губок ускладнюють його масове використання;

- Найближчий патент-аналог /34/ не забезпечує можливість досягнення мети корисної моделі.

Задачею корисної моделі є усунення недоліків найближчого аналога.

Поставлена задача вирішується тим, що у штангенциркулі тарованому, що містить штангу з вимірювальною шкалою та нерухомою губкою, рухому рамку з цифровим відліковим пристроєм і рухомою губкою, а також корпус із магнітною пружиною, згідно з корисною моделлю, магнітна пружина виконана у вигляді великих змінних магнітів і малих змінних магнітів, між якими розташований рухомий магніт, з'єднаний зі штоком з можливістю поздовжнього переміщення, при цьому на корпусі встановлені індикатор зовнішніх зусиль та індикатор внутрішніх зусиль.

Корисна модель ілюструється кресленнями (фіг. 1, фіг. 2, фіг. 3)

Штангенциркуль тарований зі штангою 1 разом з вимірювальною шкалою 2 та з нерухомою губкою 3, з рухомою рамкою 4 разом з цифровим відліковим пристроєм 5 та з рухомою губкою 6, з магнітною пружиною 7 в корпусі 8, який відрізняється тим, що магнітна пружина 8 складається з великих змінних магнітів 9 та з малих змінних магнітів 10, поміж якими розташований рухомий магніт 11, з можливістю переміщень його штоком 12, на корпусі 8 розташовані індикатор зовнішніх зусиль 13 та індикатор внутрішніх зусиль 14.

Суть корисної моделі "Штангенциркуль тарований" полягає в забезпеченні регульованих тарованих зусиль при двонаправлених вимірюваннях завдяки використанню трьох неодимових магнітів.

На фіг. 1 зображена загальна конструкція корисної моделі.

На фіг. 2 зображено магнітну пружину 7 в корпусі 8 в положенні забезпечення зовнішнього зусилля за допомогою великих змінних магнітів 9 та рухомого магніту 11.

На фіг. 3 зображено магнітну пружину 7 в корпусі 8 в положенні забезпечення внутрішнього зусилля за допомогою малих змінних магнітів 10 та рухомого магніту 11.

Штанга 1, вимірювальна шкала 2, нерухома губка 3, рухома рамка 4, цифровий відліковий пристрій 5, рухома губка 6, магнітна пружина 7 в корпусі 8 в якості обмежувальних елементів нашої корисної моделі "Штангенциркуль тарований", оскільки вони присутні в найближчому патенті-аналогу /34/.

В якості штанги 1, вимірювальної шкали 2, нерухомої губки 3, рухомої рамки 4, цифрового відлікового пристрою 5 та рухомої губки 6 в нашій корисній моделі доцільно використовувати загальнодоступні уніфіковані складові наявних традиційних штангенциркулів типів I, II, III від провідних світових виробників /3, 4, 5/.

Магнітна пружина 7 в корпусі 8 нашої корисній моделі складається з трьох магнітних елементів, дивись Фіг. 1, Фіг. 2 та Фіг. 3:

- 3 великих змінних магнітів 9;
- 3 малих змінних магнітів 10;
- 3 рухомого магніту 11.

В найближчому патенті-аналогу магнітна пружина 7 виконана однонаправленою та тільки для зовнішніх вимірювань. В найближчому патенті-аналогу /34/ магнітна пружина 7 має два коаксіальних неодимові магніти (ротор та статор), які забезпечують одне з трьох можливих зусиль вимірювань (11Н, 14Н, 22Н).

В нашій корисній моделі магнітна пружина 7 забезпечує двонаправлені зусилля, для зовнішніх та внутрішніх вимірювань, та можливість вибору будь-якого дискретного зусилля межах 0,5-25Н, що досягається комбінуванням та зміною номіналів великих змінних магнітів 9 та малих змінних магнітів 10, при незмінному рухомому магніту 11.

Великі змінні магніти 9 разом з рухомим магнітом 11 забезпечують в нашій корисній моделі таровані зовнішні зусилля вимірювань.

Великі змінні магніти 9 передбачають можливість їх зміни для забезпечення необхідного фіксованого зусилля (зазвичай в межах 1-25Н, можливо інше), оптимального для зовнішніх вимірювань м'яких та твердих матеріалів при різних контактних площинах, в залежності від площі губок.

Малі змінні магніти 10 разом з рухомим магнітом 11 забезпечують в нашій корисній моделі зовнішні зусилля вимірювань.

Малі змінні магніти 10 передбачають можливість їх зміни для забезпечення необхідного фіксованого зусилля (зазвичай в межах 0,5-5Н, можливо інше), оптимального для внутрішніх вимірювань м'яких та твердих матеріалів при лінійному контакті та торцевому контакті глибиноміра в корисній моделі "Штангенциркуль тарований".

Великі змінні магніти 9, малі змінні магніти 10 та рухомий магніт 11 доцільно виготовляти з широкодоступних неодимових магнітів серії № 52 (можливо серія № 42 або інша, яка забезпечує функціонування корисної моделі), при цьому ресурс ефективної роботи неодимових магнітів складає десятки років /35/, на відміну обмежених річних термінів використання механічних спіральних металевих пружин.

В цій корисній моделі ми використовуємо ефект відштовхування однойменних полюсів плоских круглих неодимових магнітів, що забезпечується зустрічним розташуванням полюсів суміжних магнітів.

В корисній моделі необхідно забезпечити наступні послідовності взаємного розташування полюсів для великих змінних магнітів 9, рухомого магніту 11 та малих змінних магнітів 10 за напрямком розташування зліва направо, дивись фіг. 1, фіг. 2, фіг. 3:

- NS-SN-NS (1)
- SN-NS-SN (2)

Орієнтація полюсів великих змінних магнітів 9 та малих змінних магнітів 10 однакова (NS...NS в першому випадку та SN...SN в другому випадку), що забезпечує їм взаємозамінність при встановленні зовнішніх та внутрішніх зусиль корисної моделі.

При використанні дискових неодимових магнітів серії № 52 діаметром 6-12 мм з товщиною стовпчика 1-10 мм /35/ можливо забезпечити зусилля відштовхування в межах від 0,2Н до 30Н.

Для магнітів серії № 42 зазначені зусилля будуть меншими на 40-45 % /35/, для спеціальних потужних магнітів ці зусилля будуть забезпечені при менших габаритах.

Усі три різновиди неодимових магнітів (позиції 9, 10 та 11 корисної моделі) доцільно вклеїти в трубчасті втулки:

- Втулки з великими змінними магнітами 9 передбачають швидку зміну на інші номінали зусиль, закріплюються механічно (по різьбі або іншим чином) у лівому торці корпусу 8 магнітної пружини 7, дивись Фіг. 1 та Фіг. 2;

- Втулки з малими змінними магнітами 10 передбачають швидку зміну на інші номінали зусиль, закріплюються механічно (по різьбі або іншим чином) у правому торці корпусу магнітної пружини 7, дивись Фіг. 1 та Фіг. 3;

- Втулка з рухомих магнітом 11 має бути міцно приєднана до штоку 12.

Корпус 8 утримує магнітну пружину 7 та, на відміну від найближчого патенту-аналога /34/, має два інформаційні елементи, індикатор зовнішнього зусилля 13 та індикатор внутрішнього зусилля 14.

Корпус 8 в нашій корисній моделі має трубчасту конструкцію, яка механічно закріплена на рухомій рамці 4 традиційного цифрового штангенциркуля типів I, II, III, дивись Фіг. 1.

Корпус 8, втулки великих змінних магнітів 9, втулки малих змінних магнітів 10, втулка рухомого магніту 11 разом зі штоком 12 мають бути виготовлені з немагнітних матеріалів (з кольорових металів, з аустенітних нержавіючих сталей 304 та 316, з конструкційного пластика, з інших матеріалів), які не впливають на магнітні поля задіяних неодимових магнітів.

Втулки великих змінних магнітів 9 та малих змінних магнітів 10 виконані трубчастими:

- У внутрішніх отворах втулок закріплені (клеєвим з'єднанням) відповідні циліндричні неодимові магніти;

- Зовнішніми поверхнями втулки встановлюються на торцях корпусу 8 (за допомогою різьбового або іншого механічного з'єднання);

- Втулки мають однакові зовнішні кріплення до корпусу 8, з маркуванням відповідного зусилля закріпленого неодимового магніту.

Користувачі можуть в процесі використання змінювати зовнішні та внутрішні зусилля вимірювань шляхом приєднання відповідних великих змінних магнітів 9 (закріплених у втулках) та малих змінних магнітів 10 (закріплених у втулках), які входять до комплекту корисної моделі.

Рухомий магніт 11 жорстко закріплений клеєвим способом (можливо інше) в обоймі на штоку 12, дивись Фіг. 1.

Шток 12 може бути приєднаний до механізмів точної подачі, які використовуються в традиційних штангенциркулях типів I та (у вигляді ролика) або у штангенциркулях типу III (у вигляді пари гвинт-гайка) /3, 4, 5/.

Шток 12 може використовуватися самостійно, мати вигляд грибка, з можливістю двостороннього переміщення для забезпечення зовнішніх та внутрішніх зусиль.

Індикатор зовнішнього зусилля 13 призначений для індикації про досягнення номінальних зовнішніх зусиль, він виконаний у вигляді вікна у лівій частині корпусу 8, поблизу від правої кромки великих змінних магнітів 9, дивись Фіг. 2.

Індикатор внутрішнього зусилля 14 призначений для індикації про досягнення номінальних внутрішніх зусиль, він виконаний у вигляді вікна у правій частині корпусу 8, поблизу від лівої кромки малих змінних магнітів 10, дивись Фіг. 3.

Індикатор зовнішнього зусилля 13 та індикатор внутрішнього зусилля 14 виконані у вигляді отворів зі скляними збільшувальними лінзами, в поля зору яких заходять (відповідно для зовнішніх та внутрішніх зусиль вимірювань) ліва кромка або права кромка рухомого магніту 11, дивись Фіг. 2 та Фіг. 3.

Корисна модель "Штангенцикуль тарований" може забезпечити наступні таровані вимірювання, дивись Фіг. 1:

1) Зовнішні вимірювання твердих матеріалів штангенциркулями типів I, II, III з регламентованими тарованими зусиллями від 6Н до 25Н;

2) Зовнішні вимірювання м'яких матеріалів штангенциркулями типів I, II, III з регламентованими тарованими зусиллями від 0,5Н до 5Н;

3) Внутрішні вимірювання твердих матеріалів внутрішніми ножовидними губками штангенциркулями типу I з регламентованими зусиллями від 2Н до 4Н;

4) Внутрішні вимірювання м'яких матеріалів внутрішніми ножовидними губками штангенциркулями типу I з регламентованими зусиллями від 0,5Н до 2Н;

5) Внутрішні вимірювання твердих матеріалів внутрішніми півциліндричними губками штангенциркулями типів II та III з регламентованими зусиллями від 2Н до 5Н;

6) Внутрішні вимірювання м'яких матеріалів внутрішніми півциліндричними губками штангенциркулями типів II та III з регламентованими зусиллями від 1Н до 3Н;

7) Внутрішні вимірювання глибин та уступів твердих матеріалів глибиномірами та парою торець+внутрішня рухома ножовидна губка з регламентованими зусиллями від 1Н до 5Н штангенциркулями типу I.

Розглянемо варіант застосування корисної моделі "Штангенцикуль тарований" для наріжних вимірювань з зусиллям 12Н та з внутрішнім зусиллям 4Н, при внутрішньому калібруванні по зразком кільцю 10 мм.

Використовують корисну модель "Штангенциркуль тарований" наступним чином:

- 1) Вибирають відповідний неодимовий магніт на зовнішнє зусилля 12Н з комплекту наявних великих змінних магнітів 9 та закріплюють його за допомогою втулки у лівій частині корпусу 8;
- 8) Вибирають відповідний неодимовий магніт на внутрішнє зусилля 4Н з комплекту малих змінних магнітів 10 та закріплюють його за допомогою втулки у правій частині корпусу 8;
- 9) Включають цифровий відліковий пристрій 5;
- 10) Обнуляють цифровий відліковий пристрій 5 при зведенні до торкання внутрішньої вимірювальної поверхні нерухомої губки 3 та внутрішньої вимірювальної поверхні рухомої губки 6, з контролем зовнішнього зусилля 12Н по індикатору зовнішнього зусилля 13;
- 11) Виконують зовнішні вимірювання шляхом затискання контрольованої деталі внутрішньою вимірювальною поверхнею нерухомої губки 3 та внутрішню вимірювальною поверхнею рухомої губки 6, з контролем зовнішнього зусилля 12Н за допомогою індикатора зовнішніх зусиль 13;
- 12) Повторюють, за необхідності, перехід п. 5, за необхідності дублювання зовнішніх вимірювань;
- 13) Встановлюють цифровий відліковий пристрій 5 на номінал 10 мм при розведенні та затисканні зразкового кільця 10 мм зовнішню поверхню нерухомої губки 3 та зовнішню поверхню рухомої губки 6, з контролем внутрішнього зусилля 4Н за допомогою індикатора внутрішніх зусиль 14;
- 14) Виконують внутрішні зовнішніми поверхнями нерухомої губки 3 та рухомою губки 6, з контролем внутрішнього зусилля 4Н за допомогою індикатора внутрішніх зусиль;
- 15) Повторюють, за необхідності, переходу 8, за необхідності дублювання внутрішніх вимірювань;
- 16) Повторюють переходи пп. 5-9 при контролі однотипних деталей;
- 17) Включають вручну або автоматично (за відсутності вимірювань протягом 20-60 хвилин);
- 18) Повторюють переходи пп. 1-11 при нових серіях вимірювань.

Корисна модель "Штангенциркуль тарований" не потребує від користувача особових знань та застосовується звичайним чином відповідно до опису.

Корисна модель "Штангенциркуль тарований" може використовуватися в усіх моделях штангенциркулів типів I, II, III від усіх виробників, включаючи провідних /3, 4, 5/.

Був проведений порівняльний аналіз корисної моделі "Штангенциркуль тарований" з найбільш відомими у світі тарованими штангенциркулями моделі UL4 діапазону 0-1000 мм фірми "Sylvac" (Швейцарія) /5/, див. Табл.

Таблица

Показники штангенциркулів тарованих	Корисна модель "Штангенциркуль тарований"	Штангенциркуль тарований моделі UL4 "Sylvac" (Швейцарія) /5/
Вимірювання м'яких матеріалів	Так	Ні
Діапазон вимірювань, мм	1000	1000
Похибка зовнішніх вимірювань, мкм	30	50
Похибка внутрішніх вимірювань, мкм	50	70
Пружина тарованого пристрою	Магнітна	Спиральна сталева
Значення зусиль зовнішніх вимірювань, Н	Від 1 до 25	Тільки 10
Ресурс тарованого пристрою, циклів	Не менше 50 тис.	До 10 тис.
Значення зусиль внутрішніх вимірювань, Н	Від 1 до 5	Неможливо
Ціна тарованого штангенциркуля, %	42	100
Собівартість вимірювань, %	32	100

Проведений аналіз підтвердив можливість та доцільність виготовлення корисної моделі "Штангенциркуль тарований" відповідно до зазначеної мети.

Корисна модель "Штангенциркуль тарований" забезпечує найкращі на сьогодні економіко-метрологічні показники прецизійних зовнішніх та внутрішніх вимірювань тарованими штангенциркулями.

1. www.iso.org. - Standart ISO 13385-1:2017, "Caliper", 2017.
2. www.enac.es. - European accreditation: "Evaluation of the Uncertainty of measurement in calibration". - EA-4/02 M:2012.
3. www.microtech-ua.com. - Каталог "МІКРОТЕХ-2025": Штангенциркулі таровані, 2025.
4. www.mitutoyo.com. - Catalog "Mitutoyo-2025": Calipers, 2025.
5. www.sylvac.com. - Catalog "Sylvac-2025": Calipers, 2025.
6. www.patents.google. - Patent US№353561 "Slide caliper".
7. www.patents.google. - Patent US№425208 "Calipers".
8. www.patents.google. - Patent US№1288034 "Caliper".
9. www.patents.google. - Patent US№1355724 "Caliper".

10. www.patents.google. - Patent US№311384 "Slide calipers".
11. www.patents.google. - Patent US№3060586 "Micro-caliper".
12. www.patents.google. - Patent US№4188727 "Constant pressure slide caliper...".
13. www.patents.google. - Patent US№4873771 "Slide gauge".
14. www.patents.google. - Patent US№5029402 "Sliding gauge".
15. www.patents.google. - Patent US№5249366 "Dimension measuring instruments".
16. www.patents.google. - Patent US№8898923 "System and method...".
17. www.patents.google. - Patent US№9212883 "Caliper force indicator...".
18. www.patents.google. - Patent US№9267779 "Flexible mount for coupling...".
19. www.patents.google. - Patent US№9612099 "Compliant and thumb...".
20. www.patents.google. - Patent US№9631912 "Measuring instruments...".
21. www.patents.google. - Patent US№9417094 "Displacement sensor...".
22. www.patents.google. - Patent US№10690473 "Thumb rollers constant pressure...".
23. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№104879 "Штангенциркуль тарований".
24. www.patents.google. - Patent US№10429165 "Tared caliper".
25. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№100613 "Штангенциркуль тарований".
26. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№147949 "Штангенциркуль комп'ютерний динамометричний".
27. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№148138 "Штангенциркуль пневматичний".
28. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№148420 "Штангенциркуль дистанційний тарований".
29. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№150215 "Штангенциркуль дистанційний тарований".
30. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№150168 "Штангенциркуль дистанційний пневматичний".
31. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№113164 "Штангенциркуль адаптивний".
32. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№146381 "Штангенциркуль адаптивний".
33. www.patents.google. - Patent Pub.US№2006/0056993 "Magnetic spring actuator device".
34. www.patents.google. - Patent US№9541367 "Tissue caliper".
35. www.onyx-magnet.com. - Каталог "Onix magnet-2025": Неодимові магніти, 2025.

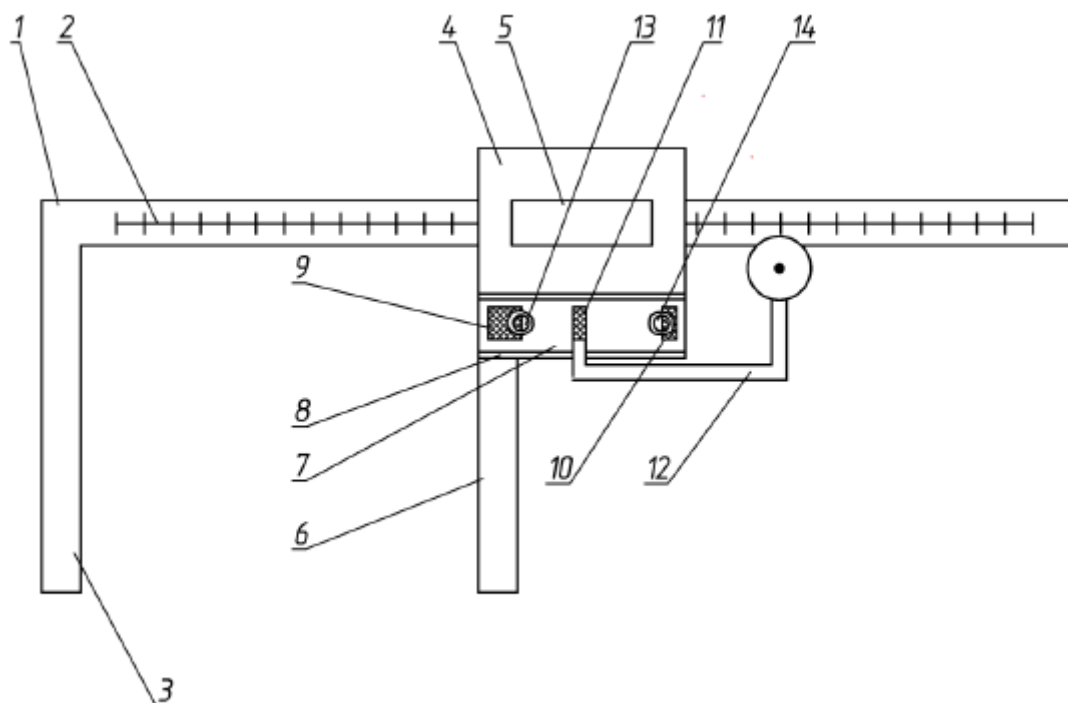


Fig. 1

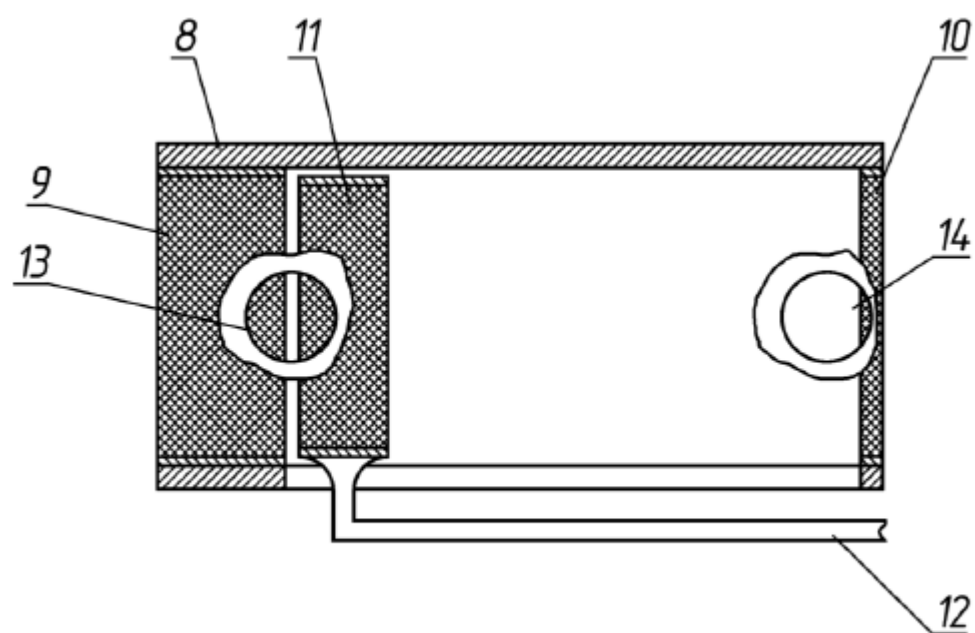


Fig. 2

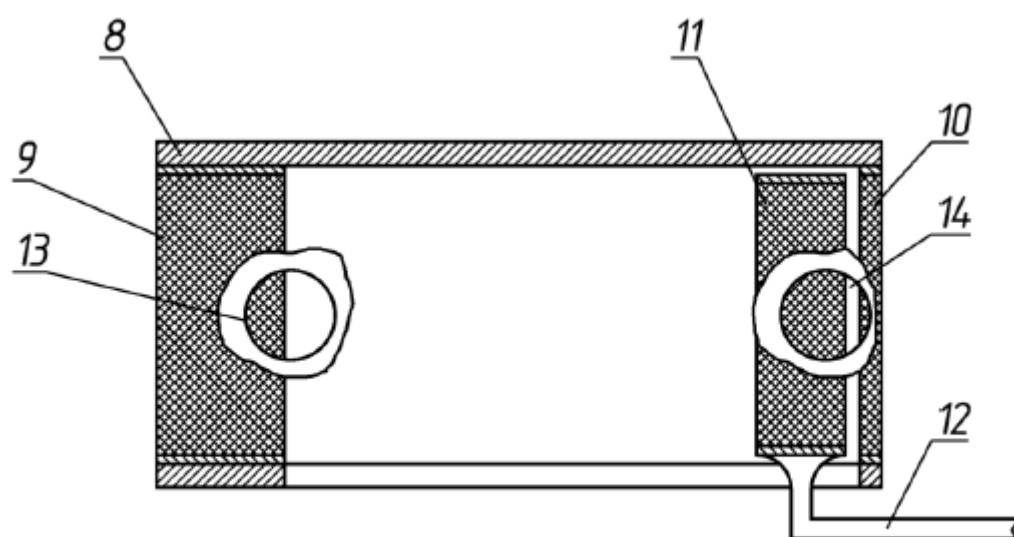


Fig. 3