

Корисна модель належить до контрольно-вимірювальних інструментів для вимірювань діаметрів поперечкових отворів.

Вимірювання діаметрів поперечкових отворів виконують шляхом проходження спеціального поперечкового нутроміра скрізь основний поздовжній отвір з подальшим заведення вимірювального вузла в поперечковий отвір.

Цей напрямок вимірювань є досить актуальним питанням для багатьох виробництв та сервісу устаткування, оскільки наявні у світі поперечкові нутроміри мають суттєві метрологічні та конструктивно-функціональні обмеження.

Наявні сучасні нутроміри поперечкові мають вигляд літери "Г", при цьому усі вони є модифікаціями серійних поздовжніх нутромірів відповідних виробників /1, 2/.

Нутроміри поперечкові побудовані на основі серійних моделей поздовжніх нутромірів індикаторних, з приєднанням за допомогою кутника з перетворювачем поперечкового корпусу з поперечковим штоком.

Перетворювач, розміщений в кутнику, забезпечує зміну вектора лінійних переміщень від поздовжнього штока до поперечкового штока.

На сьогодні відомі два різновиди нутромірів поперечкових для контролю діаметрів поперечкових отворів:

- нутроміри індикаторні двоточкові поперечкові серії "Sabito SW" від фірми "Scwenk" (Німеччина) /1/, провідного світового спеціалізованого розробника та виробника прецизійних нутромірів;

- нутроміри індикаторні поперечкові з півциліндричними наконечниками серії "844 Dw" від провідного світового виробника геометричного вимірювача, фірми "Mahr" (Німеччина) /2/.

Жоден сучасний нутромір поперечковий /1, 2/ не враховує особливості вимірювань поперечкових отворів:

- для обох типів нутромірів індикаторних поперечкових /1, 2/ поздовжній корпус недостатньо міцний для значних поперечкових навантажень, оскільки діаметри тонкостінних трубчастих поздовжніх корпусів нутромірів двоточкових дорівнюють 4-24 мм /1/, діаметри тонкостінних подовжувачів нутромірів з парами півциліндричних наконечників взагалі обмежені діаметром 7,9 мм /2/, що має приводити до деформації та пошкоджень в процесі вимірювань;

- для обох типів нутромірів індикаторних поперечкових /1, 2/ відсутні засоби орієнтації вимірювальних вузлів відносно поперечкового отвору, що ускладнює їх використання та багатократно збільшує ризики механічних пошкоджень їх конструкції, це особливо критично при глибинному розташуванні поперечкових отворів;

- обидві конструкції нутромірів індикаторних поперечкових передбачають постійні пружні розведення вимірювальних наконечників, оскільки в обох нутромірах поперечкових відсутні механізми для примусового зведення вимірювальних наконечників при заведенні вимірювальних вузлів у контрольовані поперечкові отвори, що потребує дуже значних поперечкових навантажень на поздовжні та поперечкові корпуси, що ускладнює або навіть унеможливорює процес поперечкових вимірювань;

- традиційні нутроміри індикаторні з двоточковими та з двома /1/ півциліндричними наконечниками /2/ завжди вимагають кутового погойдування відносно осі контрольованого отвору для знаходження найменшого значення, яке відповідає вимірюваному діаметру отвору, але погойдування неможливо забезпечити при використанні наявних двоточкових наконечників /1/ та двох півциліндричних наконечників /2/;

- в наявних нутромірах індикаторних поперечкових з парами півциліндричних наконечників /2/ діапазон вимірювань поперечкових отворів обмежений 1-20 мм за необхідності використання 32 змінних наконечників та установчих кілець, з глибинами розташування поперечкових отворів до 50-250 мм та з можливістю поперечкових глибин до 10-45 мм;

- в наявних нутромірах індикаторних поперекових з двоточковими наконечниками /1/ забезпечується достатньо широкий діапазон вимірювань діаметрів поперекових отворів (4,5-410 мм), але обмежені глибини розташування поздовжніх отворів (80-417 мм) та поперекові глибини (до 30-80 мм).

Таким чином, жоден з наявних варіантів нутромірів індикаторних поперекових /1, 2/ не пристосований для ефективних та достовірних вимірювань діаметрів поперекових отворів, оскільки мають зазначені конструктивні недоліки.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу започаткування нутромірів поперекових, адаптованих для достовірного вимірювання поперекових отворів діаметром 6-1000 мм на глибині до 1500 мм.

Відомим аналогом є 105-річний американський Патент US№ 1420951 /3/, в якому запропоновано перший варіант нутроміра індикаторного для поздовжніх вимірювань діаметрів отворів, при цьому індикатор встановлювався перпендикулярно відносної поздовжнього корпусу (це перпендикулярне розташування індикатора використовується до нашого часу, хоча не є поширеним).

Недоліками відомого аналога /3/ є обмеженість використання виключно для поздовжніх отворів та неможливість досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є 102-річний американський Патент US№ 1740695 /4/, в якому шведський винахідник Йогансон (Johanson), відомий винаходом пласко-паралельних плиток Йогансона, запропонував нутромір індикаторний з поздовжнім сучасним розташуванням індикатора (ця співвісне розташування індикатора є найбільш поширеним).

Недоліками відомого аналога /4/ є обмежене використання виключно для поздовжніх отворів та неможливість досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є 103-річний американський Патент US№ 1431615 /5/, в якому вперше запропоновано нутромір індикаторний з механізмом зведення рухомого наконечника.

Конструкційними особливостями відомого аналога /5/ є наступні:

- механізм зведення розташований безпосередньо у вимірювальному вузлі, від якого важіль керування розташований біля ручки;
- як індикатор використаний упорний поворотний диск з круговою шкалою у вигляді сектора.

Недоліками відомого аналога /5/ є інше призначення та неможливість досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є український Патент UA№ 99686 "Індикатор комп'ютерний" /6/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували відліково-комп'ютерний пристрій з вбудованим мінікомп'ютером, що дозволяє у режимі реального часу, одночасно з вимірюваннями, виконувати математичну обробку результатів вимірювань безпосередньо у відліково-комп'ютерному пристрої.

Недоліки відомого аналога /6/ пов'язані з загальним іншим його призначенням та неможливістю досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є український Патент UA№ 103980 /7/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували нутромір індикаторний подовжений, в якому до поздовжнього корпусу та поздовжнього штока приєднані корпусні подовжувачі та подовжувальні штоки. Нутроміри індикаторні подовжені за патентом-аналогом виробляються серійно /8-МІК/, масово постачаються підприємствам в Україні та на експорт.

Недоліки відомого аналога /7/ пов'язані з іншим призначенням та неможливістю досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є український Патент UA№ 147054 /9/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували товщиномір індикаторний внутрішній з можливістю зовнішніх вимірювань в поздовжньому отворі довжини поперекового уступу з використанням поперекової рейкової направляючої з двома каретками катання, з розділенням зони вимірювань та зони відліку, з наявним важелем вздовж стримуючої ручки.

Недоліки відомого аналога /9/ пов'язані з іншим призначенням та неможливістю досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є 35-річний американський Патент US№ 4977681 /10/, в якому запропоновано нутромір індикаторний двоточковий для вимірювань поздовжніх отворів.

Однією з особливостей нутроміра індикаторного поздовжнього за зазначеним відомим аналогом /10/ є переставна втулка на поздовжньому корпусі. Втулка виконана у вигляді переставного диска з нанесеною на циліндричній поверхні круговою шкалою.

Недоліками відомого аналога /10/ є інше призначення та неможливість досягнення задачі корисної моделі.

Відомим аналогом є 85-річний американський Патент US№ 2581473 /11/, в якому відомий американський розробник нутромірів Ейсель запропонував нутромір індикаторний подвійного призначення, як для контролю діаметрів поздовжніх отворів також для діаметрів поперекових отворів.

Недоліки відомого аналога /11/ пов'язані з відсутністю технічних засобів орієнтації в поперековому отворі, недостатня жорсткість та міцність поздовжнього корпусу для заведення та при вимірюваннях поперекових отворів.

Найближчим аналогом є 78-річний американський Патент US№ 2268579 /12/, в якому відомий американський розробник нутромірів Ейсель запропонував нутромір індикаторний поперековий для вимірювань діаметрів поперекових отворів з комплектацією переставною базувальною стулкою у вигляді консолі.

Нутромір індикаторний поперековий за найближчим аналогом /12/ складається з наступних складових частин:

- поздовжній корпус з поздовжньою тягою;
- індикатор аналоговий;
- корпусний кутник з перетворювачем напрямку переміщень тяг;
- поперековий корпус з поперековою тягою;
- переставна базувальна втулка на поздовжньому корпусі;
- вимірювальний вузол з асиметричними двоточковими вимірювальними наконечниками (перший - нерухомий, другий - рухомий).

Конструкція найближчого аналога /12/ є модернізованою конструкцією поздовжнього нутроміра індикаторного двоточкового.

Наявними недоліками найближчого аналога /12/ є обмежена модернізація традиційних поздовжніх нутромірів індикаторних, які недостатньо пристосовані до вимірювань поперекових отворів та неможливість досягнення задачі корисної моделі.

Поставлена задача вирішується тим, що нутромір поперековий, який складається з поздовжнього корпусу 1 з поздовжньою тягою 2, корпусного кутника 3 з перетворювачем 4, поперекового корпусу 5 з поперековою тягою 6, вимірювального вузла 7, індикатора 9, втулки базувальної 10, згідно з корисною моделлю, до поздовжнього корпусу 1 приєднаний подовжувач 11, які разом закріплені в підсилювачі 12 з вимірювальною шкалою 13, втулка базувальна 10 має контрольний торець 14 та кругову шкалу 15, до поздовжньої тяги 2 приєднана подовжувальна тяга 16 та механізм зведення 17, вимірювальний вузол 7 виконаний змінним разом з триточковими наконечниками 18 та центрувальниками 19, на корпусному кутнику 3 встановлена відеокамера 20, індикатор 9 має вбудований мікрокомп'ютер 21 та сенсорний дисплей 22.

Суть запропонованої корисної моделі полягає в забезпеченні достатньої жорсткості конструкції з оптичною орієнтацією та механічним centruванням вимірювального вузла 7 в поперековому отворі, примусовим зведенням та самоцентрувальним вимірюванням триточковими наконечниками 18 в поперековому отворі, дивись на кресленні.

Поздовжній корпус 1 з поздовжньою тягою 2, корпусний кутник 3 з перетворювачем 4, поперековий корпус 5 з поперековою тягою 6 виконані відповідно до конструкції та

рекомендацій найближчого аналога /12/, з відповідною адаптацією до приєднання нових складових запропонованої корисної моделі.

Поздовжній корпус 1 приєднаний до подовжувача 11 різьбовим або іншим фізико-механічним кріпленням.

Також поздовжній корпус 1 разом з подовжувачем 11 закріплені в підсилювачі 12, який забезпечує механічну міцність конструкції та достатню жорсткість при заведенні в поздовжній та поперековий отвори.

Підсилювач 12 виготовлений з металу (сталь, нержавійка, алюміній) або з композиту (карбон, склопластик, інше) у вигляді конструкційного профілю (кругла або прямокутна труба, кутник, можливо інше).

Поздовжня тяга 2 натискає на подовжувальну тягу 16 вільним постійним натисканням з використанням самоцентруючого роз'єму "зовнішній конус-внутрішній конус" або жорстким кріпленням (різьбовим або іншим фізико-механічним).

Корпусний кутник 3 в корисній моделі міцно поєднує подовжувач 11 з поперековим корпусом 5 та утримує відеокамеру 20 в поперековому напрямку.

Перетворювач 4 трансформує поздовжні лінійні переміщення системи двох співвісних тяг (поздовжньої тяги 2 та подовжувальної тяги 16) в поперекові лінійні переміщення поперекової тяги 6 в процесі примусового зведення триточкових наконечників 18 та в процесі вимірювань діаметрів поперекових отворів.

Поперековий корпус 6 утримує змінний вимірювальний вузол 7 з триточковими наконечниками 18 та центрувальником 19.

Вимірювальний вузол 7 в запропонованій корисній моделі виконаний змінним, з відповідними комплектами триточкових наконечників 18, під відповідні вимірювані діаметри поперекових отворів (на відміну від незмінних двоточкових наконечників 8 в найближчому аналозі /12/).

Двоточкові наконечники 8 в найближчому аналозі /12/ при заведенні у поперековий отвір забезпечують постійне натискання на контрольовану поверхню, що веде до негативних наслідків для найближчого аналога /12/:

- збільшується необхідне поперекове зусилля для заведення в поперековий отвір;
- суттєво ускладнюються процеси заведення в поперековий отвір та вимірювання в поперековому отворі;
- зростає вигин поздовжнього корпусу 1, зростає ризик пошкодження усіх складених та зростає додаткова похибка вимірювань;
- збільшується фрикційний знос двоточкових наконечників 8, збільшується додаткова похибка, зменшується ресурс нутроміра.

Кожний комплект змінних триточкових наконечників 18 має значно більший робочий хід (до 25 мм) порівняно з двоточковими наконечниками 8 (до 2,6 мм) та, завдяки використанню механізму зведення 17, кожний комплект триточкових наконечників 18 можливо зводити до їх мінімального значення для вільного (безфрикційного) проходження скрізь контрольований поперековий отвір.

Індикатор 9 в запропонованій корисній моделі містить вбудований мікрокомп'ютер 21 та сенсорний дисплей 22, що дозволяє не тільки відображати результати вимірювань, також це забезпечує новітні функціональні можливості корисної моделі:

- автоматично враховує початкове калібрування за допомогою додаткового зразкового кільця;
- автоматично виконує математичні обчислення, з використанням результатів вимірювань за відповідними алгоритмами, включаючи розрахунок середнього для кількох дублів;
- автоматично виконує функції Так-Ні, Мін-Макс;
- автоматично протоколює та архівує 1000-2000 результатів вимірювань діаметрів поперекових отворів;

- автоматично пересилає на зовнішній ПК (смартфон, планшет, ноутбук, сервер) результати вимірювань та результати їх математичної обробки.

Подовжувач 11 виконаний трубчастим, як це реалізовано у відомих українських Патентах /7, 8/.

За наявності в запропонованій корисній моделі спеціального підсилювача 12 вимоги міцності до поздовжнього корпусу 1 та подовжувача 11 можуть бути дещо зменшені, оскільки усі механічні навантаження приймає підсилювач 12.

Підсилювач 12 має забезпечити механічну поздовжню та поперекову міцність, жорсткість та забезпечити необхідну прямолінійність корисної моделі при заведеннях у поздовжній отвір та поперекових вимірюваннях на великих глибинах (до 1500 мм).

Втулка базувальна 10 має контрольний торець 14 для визначення її поздовжнього положення відносно вимірюваної шкали 13.

Вимірювальна шкала 13 нанесена вздовж довжини підсилювача 11 у вигляді гравійованих штрихів або у вигляді закріпленої традиційної вимірювальної стрічки, можливо іншим чином.

Ціна поділки вимірювальної шкали 13 має бути 1 мм (можливо інше).

Вдovж підсилювача 12 з вимірювальною шкалою 13 переміщується та фіксується втулка базувальна 10 з контрольним торцем 14.

Контрольний торець 14 виконаний у вигляді класної нижньої поверхні безпосередньо втулки базувальної 10 або у вигляді тонкої шліфованої металевої пластини, закріпленої під втулкою базувальною 10.

Втулка базувальна 10 виконана у вигляді металевого кільця з круговою шкалою 15 для кругової орієнтації корисної моделі відносно поперекового отвору.

Кругова шкала 15 може бути нанесена на боковій циліндричній поверхні або на верхньому торці втулки базувальної 10.

Ціна поділки кругової шкали 15 може дорівнювати ти 9, 10 або 15 кутових градусів (що відповідає ціні поділки 1/40, 1/36 або 1/24 кола), також можлива інша ціна поділки.

Вимірювальна шкала 13 з контрольним торцем 14 та кругова шкала 15 призначені для ідентифікації положення корисної моделі на необхідній поздовжній глибині в заданому круговому положенні, при цьому втулка базувальна 10 застопорена на підсилювачі 12 та спирається на поверхню деталі над поздовжнім отвором.

Подовжувальна тяга 16 встановлена поміж поздовжньою тягою 2 та перетворювачем 4.

Подовжувальна тяга 16 виготовлена з металу (сталь, нержавіюча сталь, титан, інвар, можливо інше), може бути трубчастою (6×1 мм, 8×1 мм, можливо інше) або стрижневою діаметром 3, 4, 5 мм (можливо інше).

Подовжувальну тягу 16 можливо виготовити відповідно до рекомендацій українського відомого аналога /7/.

Механізм зведення 17 призначений для примусового зведення триточкових наконечників 18 при заведенні вимірювальних вузлів 7 в поперекові отвори.

Механізм зведення 17 доцільно виготовити відповідно до аналогічної конструкції механізму зведення нутроміра індикаторного з триточковими наконечниками згідно з 84-річного американського Патенту US№ 2312222 /13/, або іншим чином.

Також можливо використати наявні механізми зведення 17 від серійних моделей відповідних традиційних нутромірів триточкових пістолетного типу /2, 8/.

Триточкові наконечники 18 є традиційними, як для серійних нутромірів триточкових індикаторних з наявними механізмами зведення та за відсутності таких /2, 8/.

Триточкові наконечники 18 повинні примусово зводитися (за допомогою механізму зведення 15) при заведенні вимірювального вузла 7 у контрольований поперековий отвір.

Триточкові наконечники 18 повинні забезпечити самоцентрування в процесі вимірювань в поперековому отворі.

Центрувальник 19 встановлений на торці вимірювального вузла 7 у вигляді конуса, піраміди, півкулі або іншої центрувальної фігури.

Зовнішній діаметр центрувальника 19 в перерізі має бути не меншим від діаметра зведених триточкових наконечників 18.

За допомогою центрувальника 19 вимірювальний вузол 7 зі зведеними триточковими наконечниками 18 механічно центрується, після чого безпечно та безфрикційно заводить у поперековий отвір триточкові наконечники 18, без торкання триточковими наконечниками 18 поверхні контрольованого поперекового отвору.

На корпусному кутнику 3, паралельно до поперекового корпусу 5, закріплена відеокамера 20 для візуальної орієнтації вимірювального вузла 7 відносно поперекового отвору.

Як відеокамери 20 доцільно використовувати серійні малогабаритні ендоскопи, з достатньою якістю зображення та з необхідним пило-вологахистом, як це запропоновано в відомому українському Патенті UA№ 114974 /14/ та реалізовано українським виробником /8/.

Зображення від відеокамери 18 дротовим або бездротовим шляхом передається на сенсорний дисплей 20.

Вбудований в індикатор 9 мікрокомп'ютер 19 має бути виготовлений за відомими технологіями "Tablet" /6/, "Intelligent" /15/, можливо іншим чином, який забезпечую нові функціонально-метрологічні можливості запропонованої корисній моделі.

Сенсорний дисплей 22 призначений для відображення результатів вимірювань, результатів математичної обробки, аналізу результатів, протоколювання та архівації, бездротового зв'язку, відеозображень від відеокамери 18.

Сенсорний дисплей 22 вбудований безпосередньо в індикатор 9 разом з вбудованим мікрокомп'ютером 21 або бути відокремленим, з електричним зв'язком з вбудованим мікрокомп'ютером 21.

Сенсорний дисплей 22 передбачає вибір режимів вимірювань, математичної обробки та інших алгоритмів функціонування запропонованої корисної моделі.

Як сенсорний дисплей 22 доцільно використовувати серійні дисплеї з діагоналлю 1,5-3,5 дюйми, як це реалізовано в комп'ютерних індикаторах українського виробництва /8/, також можливі інші варіанти.

Запропоновану корисну модель використовують наступним чином:

- 1) включають відеокамеру 20, вбудований мікрокомп'ютер 21 з сенсорним дисплеєм 22;
- 2) оцінюють по наявним кресленням приблизну глибину, напрямок розташування поперекового отвору та його діаметр;
- 3) вибирають відповідний вимірювальний вузол 7 з відповідними триточковими наконечниками 18 та відповідним центрувальником 19, які приєднують до торця поперекового корпусу 5;
- 4) вибирають з наявного зовнішнього комплексу кілець відповідне зразкове кільце;
- 5) калібрують корисну модель по відповідному зразковому кільцю, виставляючи та запам'ятовуючи номінальний діаметр кільця в мікрокомп'ютері 21, який вбудований в індикатор 9;
- 6) виставляють (точно або з невеликим запасом) глибину розташування поперекового отвору за допомогою вимірювальної шкали 13 та контрольного торця 14;
- 7) орієнтують вимірювальний вузол 7 відносно очікуваного напрямку розташування поперекового отвору з використанням кругової шкали 15;
- 8) закріплюють втулку базувальну 10 на підсилювачі 12 в вище зазначеному лінійно-кутовому положенні;
- 9) заводять корисну модель у поздовжній отвір до спирання втулки базувальної 10 на поверхню контрольованої деталі;
- 10) зводять за допомогою механізму зведення 17 триточкові наконечники 18;

11) уточнюють положення поперекового отвору з використанням зображення від відеокамери 20 на сенсорному дисплеї 22 (за необхідності корегують поздовжню та кругову орієнтацію корисної моделі);

12) заводять вимірювальний вузол 7 з центрувальником 19 у контрольований поперековий отвір з поздовжніми та круговими малими рухами підсилювача 12;

13) звільняють механізм зведення 15, при цьому триточкові наконечники 18 розходяться та самоцентруються в контрольованому поперековому отворі;

14) автоматично визначають та запам'ятовують у вбудованому мікрокомп'ютері 21 значення діаметра поперекового отвору;

15) зводять за допомогою механізму зведення 17 триточкові наконечники 18;

16) повторюють переходи пп. 13-15 при повторних дублях вимірювань;

17) автоматично обчислюють та запам'ятовують у вбудованому мікрокомп'ютері 21 середнє значення діаметра поперекового отвору та, за необхідності, інші статистичні показники вимірювань;

18) виводять назовні вимірювальний вузол 7 з поперекового та поздовжнього отвору;

19) демонтують вимірювальний вузол 7 з відповідними триточковими наконечниками 18 та відповідним центрувальником 19;

20) повторюють переходи пп. 2-19 при вимірюваннях інших діаметрів в інших поперекових отворах;

21) виключають вручну або автоматично (за відсутності вимірювань протягом 20-60 хвилин) відеокамеру 20, вбудований мікрокомп'ютер 21 з сенсорним дисплеєм 22;

22) повторюють переходи пп. 1-21 при нових серіях вимірювань поперекових отворів.

Запропонована корисна модель не потребує від користувача особових знань та застосовується звичайним чином, як до нутромірів індикаторних пістолетного типу.

Проведений порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі з серійним нутроміром поперековим від провідного світового виробника нутромірів, фірми "Shwenk" (Німеччина) /1/, див. табл.

Таблиця

Нутроміри індикаторні з заглибленими наконечниками	Запропонована корисна модель	Нутромір індикаторний поперековий моделі Sabito SW від фірми "Shwenk" /1/
Мінімальний діаметр поперекових отворів, мм	6,0	4,5
Максимальний діаметр поперекових отворів, мм	1000	410
Переміщення вимірювальних наконечників, мм	2-25	0,35-2,6
Дискретність відліку, мкм	0,1	1
Максимальна глибина розташування поперекового отвору, мм	1500	80-417
Максимальна довжина контрольованої ділянки поперекового отвору, мм	200	55
Кількість необхідних нутромірів поперекових для забезпечення контролю поперекових діаметрів 6...410 мм, одиниць	1	9
Деформація поздовжнього корпусу при заведенні та вимірюваннях діаметрів поперекових отворів	Мінімальна	Критична
Математична обробка,	Так	Ні

протоколювання, пам'ять, бездротовий зв'язок		
Вартість комплекту ЗВТ для забезпечення вимірювань поперекових отворів в діапазоні 6...410 мм, %	9	100
Собівартість вимірювань поперекових отворів в діапазоні 6...410 мм, %	9,5	100

*

Проведений аналіз підтвердив можливість та доцільність виготовлення запропонованої корисної моделі, яка значно розширює метрологічні можливості вимірювань поперекових отворів.

Запропонована корисна модель значно покращує економіко-метрологічні показники завдяки започаткуванню для нутромірів поперекових засобів підсилення, орієнтації та центрування, вільного заведення та самоцентрування в поперекових отворах.

1. Catalog "Schwenk-2025", дата звернення 19.01.2025.
2. Catalog "Mahr-2025", дата звернення 19.01.2025.
3. Patent US№ 1420951 "Hole gauge", G01B 5/08, 27.06.1922.
4. Patent US№ 1740695 "Gauge", G01B 5/08, 24.12.1929.
5. Patent US№ 1431615 "Reliable adjustable inside indicator gauge", G01B 5/08, 10.10.1922.
6. Патент UA№ 99686 "Індикатор комп'ютерний", G06F 17/00, G01B 3/22, G06F 9/46, 25.06.2015, Бюл. № 12.
7. Патент UA№ 103980 "Нутромір індикаторний подовжений", G01B 3/20, 12.01.2016, Бюл. № 1.
8. Каталог "МІКРОТЕХ-2025", дата звернення 19.01.2025.
9. Патент UA№ 147054 "Товщиномір індикаторний внутрішній", G01B 5/00, 07.04.2021, Бюл. № 14.
10. Patent US№ 4977681 "Bore gauge", G01B 3/22, G01B 3/26, G01B 3/46, 13.02.1989.
11. Patent US№ 2581473 "Combination offset and internal bore gauge", G01B 5/08, G01B 5/12, 08.01.1952.
12. Patent US№ 2268579 "Gauge", G01B 5/08, 06.01.1942.
13. Patent US№ 2312222 "Bore gauge", G01B 5/08, 23.02.1943.
14. Патент UA№ 114974 "Нутромір панорамний", G01B 5/08, G01B 5/12, 27.03.2017, Бюл. № 6.
15. Патент UA№ 131637 "Індикатор "Intelligent 4.0", G01B 3/00, G06F 17/00, 25.01.2019, Бюл. № 2.

