

Корисна модель належить до контрольно-вимірювальних інструментів для визначення параметрів форми, орієнтації та розташування зовнішніх циліндричних поверхонь в процесі виробництва та контролю.

При виробництві подовжених прецизійних трубних діаметром 100-400 мм необхідно контролювати параметри форми, розташування та орієнтації для зовнішніх циліндричних поверхонь відповідно до вимог сучасного метрологічного стандарту ISO 01101-2017 /1/ та стандартів підприємств:

- Прямолінійність, як основний параметр форми згідно стандарту /1/, для зовнішньої твірної, з ідентифікацією варіантів конфігурації поверхні за критеріями конусоподібності, бочкоподібності або сидлоподібності;

- Графік макропрофілю, як параметр розташування згідно стандарту /1/, для зовнішньої твірної поздовжнього перерізу;

- Паралельність, як параметр орієнтації згідно стандарту /1/, для двох протилежних твірних в поздовжньому перетині подовженої труби.

Сьогодні існує декілька можливих варіантів вимірювань параметрів форми, орієнтації та розташування для зовнішніх циліндричних поверхонь.

Оптичні лінійки типу ИС-43 (ОЛ-800) та ИС-36М (ОЛ-1600) /2/ забезпечують вимірювання висот макропрофілів в діапазоні 0-400 мкм оптичним методом з ціною поділки 1 мкм та 0,5 мкм, при цьому подовжні переміщення в межах 200-800 мм та 200-1600 мм ніяким чином не контролюються.

Зазначені оптичні лінійки /2/ є морально застарілими та взагалі не передбачають 2D вимірювання, тому мають обмежені можливості контролю виключно прямолінійності за мінімальними та максимальними показниками, без кількісної ідентифікації поздовжніх положень екстремумів.

Прецизійні вимірювання висот профілів з мікронною похибкою можна виконати з використанням сучасних лазерних інтерферометрів з комплектом додаткового кріпильного та оптичного устаткування та спеціального стенда.

Використання зазначених метрологічних комплексів з лазерними інтерферометрами має суттєві обмеження:

- потребують побудови великих стаціонарних стендів для розташування та контрольованого позиювання оптичних елементів інтерферометра вздовж твірної подовженої труби;

- необхідно забезпечити спеціальні лабораторні умови для проведення вимірювань з використанням лазерного променя;

- вимагають високих вимог до кваліфікації користувачів та значних витрат на механічний стенд з лазерним інтерферометром та оптичною обв'язкою;

- потребують додаткового спеціального програмного забезпечення для обчислення параметрів форми та побудови графічного макропрофілю твірної;

- практично виключають можливість транспортування та використання в польових умовах та в умовах реальних сервісних підрозділів користувачів.

Для обслуговування артилерійського устаткування та прецизійних труб загального призначення є постійна потреба у мобільному вимірювачі для масового контролю форми та макропрофілів зовнішніх твірних подовжених труб.

Новітні розробки комп'ютерного вимірювача для 2D-вимірювань, з автоматичним протоколюванням та математичною обробкою результатів вимірювань від кількох відлікових пристроїв, з використанням рейкових напрямних /3/ забезпечують значний потенціал удосконалення метрологічних стендів для геометричного контролю.

Для мобільності та зручності використання бажано забезпечити довжину окремих частин в межах до 2200 мм для транспортування їх більшістю легковиків та компактного їх зберігання.

Задачею корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" було створення мобільного стенда вимірювань та автоматичного розрахунку геометричних параметрів згідно з стандартом ISO 01101-2017 /1/ для зовнішніх твірних до подовжених труб діаметром 100-400 мм довжиною до 6000 мм, з можливістю транспортування легковиком.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 56-річний американський Патент US№3470739 /4/ від японських фахівців, в якому запропоновано стаціонарний покроковий індикаторний макропрофілометр хвилястості мостової конструкції, який передбачає розміщення контрольованої пласкої пластини поміж двома великими опорами.

Патент-аналог /4/ призначений для грубого контролю хвилястості листового металу або віконного скла.

Патент-аналог /4/ має наступні недоліки:

- Розміри вимірюваних деталей обмежені відстанню поміж двома опорами;

- Відсутність вбудованого комп'ютера ускладнює його використання;

- Не передбачена ідентифікація поздовжньої координати при контролі макропрофілю;

- Патент-аналог /4/ має обмежені можливості та не забезпечує досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 53-річний американський Патент US№3911586 /5/, в якому індикатор закріплений на обоймі поміж двома

скошеними циліндрами, які ковзають по контрольованій поверхні за допомогою зазначених скосів в якості опор.

Патент-аналог /5/ є портативним, може переноситися до габаритних вимірюваних поверхонь.

Патент-аналог /5/ має наступні недоліки:

- Обмежена база поміж плоскими базувальними поверхнями дозволяє визначати тільки локальний макропрофіль, який може суттєво відрізнятися від загального реального макропрофілю по усій контрольованій довжині;

- Відсутність вбудованого мікрокомп'ютера ускладнює використання;

- Фіксоване закріплення індикаторного відлікового пристрою передбачає наявність мертвих зон при поздовжньому переміщенні по контрольованій поверхні;

- Не передбачена ідентифікація поздовжньої координати при контролі макропрофілю;

- Патент-аналог /5/ має обмежені можливості та не забезпечує досягнення мети корисної моделі.

Патентом аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 79-річний американський Патент US№2547647 /6/, в якому фахівці відомої американської фірми "B&S" запропонували місткову перевірочну лінійку з регульованою прямолінійністю, яка накладається на контрольовану пласку поверхню.

Недоліки патенту-аналогу /6/ пов'язані з достатньо складною процедурою базування та трансформування форми регульованої перевірочної лінійки, з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач твірних до подовжених труб" є 34-річний американський Патент US№5205046 /7/, в якому запропоновано пристрій контролю площинності з триточковим базуванням типу "краб", який переміщують по пласкій контрольованій поверхні.

Недоліком патенту-аналогу /7/ є неможливість контролю площинності поверхні за межами розташування базувальних "лап", обмежені можливості та неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач твірних до подовжених труб" є 38-річний американський Патент US№4771549 /8/, який подібний за конструкцією, можливостями та недоліками до попереднього патенту-аналогу /7/.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 44-річний американський Патент US№44345587 /9/, в якому запропонований переносний індикаторний пристрій для контролю прямолінійності з триточковим базуванням (дві основні опори та бокова підтримка), при цьому одна з лап регулюється по висоті. патент-аналог не має засобів контролю поздовжніх переміщень, що виключає 2D вимірювання макропрофілю та форми.

Недоліками патенту-аналогу /9/ є відсутність контролю параметрів орієнтації та розташування, неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 40-річний американський Патент US№4718173 /10/, в якому запропоновано пристрій контролю прямолінійності та профілю у вигляді низки з кількох електронних рівнів, які повторюють профілі окремих ділянок контрольованої поверхні.

Недоліками патенту-аналогу /10/ є спотворення показників площинності за рахунок згладжування контрольованих профілів під дискретними базувальними поверхнями рівнів, його обмежені можливості та неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 27-річний американський Патент US№6148532 /11/, в якому фахівці GE запропонували розмістити рівні по периметру кола для контролю площинності поверхні торгового фланця.

Недоліком патенту-аналогу /11/ є обмеженість вимірювань виключно пласких поверхонь та інтегрування показників площинності за рахунок згладжування контрольованих профілів під дискретними базувальними поверхнями рівнів.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є 34-річний американський Патент US№5205046 /12/ фахівців фірми "Ford", в якому запропоновано покроковий чотириточковий індикаторний профілометр з комплектуванням вимірювальною лінійкою для покрокового базування.

Завдяки трьом стаціонарним опорам (по краях та всередині) та третій рухомій опорі у вигляді цифрового індикатору (зі зміщенням від середньої стаціонарної опори) суттєво покращуються механічна стійкість профілометра та зменшується похибка вимірювання профілів, при цьому наявність вимірювальної лінійки спрощує покрокове базування /12/.

Патент-аналог /12/ має наступні недоліки:

- відсутність відліково-комп'ютерного пристрою збільшує трудоемність та собівартість вимірювань;

- застосування нерухомого індикатору унеможливорює поточний контроль профілю за межами опор;

- неможливість коректного розрахунку аналітичної функції поточного профілю (тільки досить грубий покроковий профіль);

- неможливість забезпечення мети корисної моделі в цілому.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є "Штангенциркуль "2D Caliper" за українським Патентом UAN[№]127660 /13/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль з вимірювальною штангою з рейковою напрямною, по якій симетрично рухаються дві каретки катання з двома накінецьниками, поміж якими рухається третя каретка катання з цифровим бездротовим індикатором, що дозволяє визначати прямолінійність та зовнішній радіус.

Недоліками патенту-прототипу /13/ є:

- зміна основного призначення ускладнює можливість використання згідно мети корисної моделі;
- відсутність можливості автоматичного покрокового вимірювання та обчислення прямолінійності подовженої поверхні;
- неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є український Патент "Штангенпрофілометр панорамний" UAN[№]140922 /14/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували автоматичний макропрофілометр, з рейковою напрямною, з регулюванням відстані поміж двома опорами на двох каретках катання, з механізованим переміщенням середньої каретки катання з індикатором, з відеокамерою, з металевою стрічкою та магнітною мішенню для орієнтації на контрольованій поверхні.

Недоліками патенту-аналогу /14/ є:

- зона вимірювань обмежена відстанню поміж двома опорами;
- обмеженість контролю макропрофілів виключно плоских поверхонь;
- неможливо у повному обсязі забезпечити мету корисної моделі.

Найближчим патентом-аналогом до корисної моделі є український патент UAN[№]152168 /15/, в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували макропрофілометр зовнішніх циліндричних поверхонь.

Найближчий аналог /15/ складається з наступних частин:

- штанга з вимірювальною шкалою (поздовжньою) та з рейковою напрямною;
- каретка катання у складі рухомої рамки;
- відліково-комп'ютерний пристрій разом з вимірювальною шкалою для контролю поздовжніх переміщень рухомої рамки (з закріпленням на рухомій рамці цифровим індикатором);
- цифровий індикатор (для вимірювань вертикальних відхилень профілю зовнішньої твірної), який приєднаний електронним зв'язком до відліково-комп'ютерного пристрою;
- пара опор з парою підшипників для підтримки та вільного обертання гвинта трапецеїдального;
- гвинт трапецеїдальний з парою маховиків на його кінцях;
- гайка трапецеїдальна закріплена на рухомій рамці та забезпечує її поздовжнє переміщення при обертанні гвинта трапецеїдального за допомогою маховика.

Найближчий аналог має наступні недоліки:

- діапазон поздовжніх переміщень обмежений довжинами рейкових напрямних (3800 мм- для рейок 15 мм з максимальною довжиною 4000 мм, 5400 мм- для рейок 20 мм з максимальною довжиною 5600 мм);
- легковики можуть транспортувати вантажі до 2200 мм, вантажі габаритами від 2200 мм можливо транспортувати тільки вантажівками, що ускладнює їх використання та зберігання, обмежує мобільність вимірювань;
- найближчий аналог не може забезпечити задачу корисної моделі.

Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб зі штангою 1 разом з вимірювальною шкалою 2 та з рейковою напрямною 3, з кареткою катання 4 у складі рухомої рамки 5 разом з відліково-комп'ютерним пристроєм 6 та з цифровим індикатором 7, з парою опор 8, з гвинтом трапецеїдальним 9, з парою маховиків 10, з гайкою трапецеїдальною 11, який відрізняється тим, що має центрувальники 12, які поєднують додаткові штанги 13 поміж собою, разом з додатковими вимірювальними шкалами 14 та з додатковими рейковими напрямними 15, з додатковими каретками катання 16, з додатковими рухомими рамками 17, з додатковими відліково-комп'ютерними пристроями 18, з парами цифрових індикаторів 19, з додатковими парами опор 20, з тримачами 21, з додатковими гвинтами трапецеїдальними 22 разом з втулками 23, з додатковими гайками трапецеїдальними 24, у складі є метрологічний хаб 25.

Суть корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" полягає в приєднанні додаткових штанг 13 за допомогою центрувальників 12, в приєднанні додаткових трапецеїдальних гвинтів за допомогою втулок 23, у фіксації на контрольованій циліндричній поверхні пари опор 8 та додаткових пар опор 20 за допомогою тримачів 21, з кінцевою обробкою інформації в метрологічному хабі 25, дивись кресл.

відліково-комп'ютерний пристрій 6 та додаткові відліково-комп'ютерні пристрої 18 виконують обробку інформації в локальних межах першого та додаткових метрологічних модулів.

Метрологічний хаб 25 об'єднує інформацію від усіх метрологічних модулів та визначає геометричні параметри в загальних межах усієї подовженої труби.

Корисну модель можна розглядати, як сукупність поєднаних (механічно та інформаційно) метрологічних модулів.

Перший метрологічний модуль забезпечує контроль геометричних параметрів зовнішньої твірної на відрізок її довжини в межах штанги 1 з вимірювальною шкалою 2.

Перший вимірювальний модуль, в свою чергу, складається з частин, які зазначені в обмежувальній частині формули корисної моделі (дивись найближчий патент-аналог /15/), з доданням тримачів 21 до пари опор 8.

Додаткові метрологічні модулі забезпечують контроль геометричних параметрів зовнішньої твірних на відповідних відрізках її довжини в межах відповідних додаткових штанг 13 з відповідними вимірювальними шкалами 14.

На кресленні зображений загальний вигляд корисної моделі на зовнішній циліндричній поверхні контрольованої подовженої труби.

Штанга 1, вимірювальна шкала 2, рейкова напрямна 3, каретка катання 4, рухома рамка 5, відліково-комп'ютерний пристрій 6, цифровий індикатор 7, пара опор 8, гвинт трапецеїдальний 9, пара маховиків 10 та гайка трапецеїдальна 11 мають бути виготовлені відповідно до рекомендацій найближчого патенту-аналогу /15/ або іншим чином, достатнім для досягнення мети корисної моделі.

Цифровий індикатор 7 приєднаний електронним зв'язком (дротовим або бездротовим) до відліково-комп'ютерного пристрою 6, як в найближчому аналогу /15/.

Пара опор 8 має бути пристосована для фіксації їх на контрольованій циліндричній поверхні за допомогою тримачів 21.

Правий маховик з пари маховиків 10 має встановлюватися на вільний кінець останнього з правої сторони додаткового гвинта трапецеїдального 22.

Центрувальник 12 приєднує додаткову штангу 13 до штанги 1 та до попередньої додаткові штанги 13 (поміж собою) в єдину прямолінійну конструкцію над контрольованою циліндричною поверхнею продовженої труби, дивись кресл.

Центрувальник 12 може бути виконаний з металу у вигляді плоскої зовнішньої накладки (на зовнішні грані штанги 1 та додаткових штанг 13) або у вигляді круглого стрижня (для внутрішнього розташування в штанзі 1 та додаткових штангах 13), можливо іншим чином.

Додаткові штанги 13 конструктивно ідентичні до штанги 1, при цьому також передбачають можливість з'єднання за допомогою центрувальників 12.

Додаткові вимірювальні шкали 14 конструктивно ідентичні до вимірювальної шкали 2 (можливих інше), дивись найближчий патент-аналог /15/, дивись Фіг.

Додаткові рейкові напрямні 15 конструктивно ідентичні до рейкової напрямної 3 (можливо інше), дивись найближчий патент-аналог /15/.

Додаткові каретки катання 16 конструктивно ідентичні до кареток катання 4 з найближчого патенту-аналогу /15/, можливо інше, дивись кресл.

Додаткові рухомі рамки 17 утримують пари цифрових індикаторів 19, на відміну від найближчого патенту-аналогу /15/, де рухома рамка 5 утримує тільки один цифровий індикатор 7, дивись кресл.

Пара цифрових індикаторів 19 забезпечує можливість переходу лівого індикатора з пари цифрових індикаторів 19 на ліву суміжну ділянку циліндричної поверхні, яка розташована ліворуч, під штангою 1 (або під лівою додатковою штангою 13).

Пара цифрових індикаторів 19 приєднана дротовим або бездротовим способом до додаткового відліково-комп'ютерного пристрою 18.

Наявність пари цифрових індикаторів 19 дозволяє виконувати математичну "зшивку" відрізків окремих траєкторій для усіх наконечників цифрового індикатора 7 та усіх пар цифрових індикаторів 19 для охоплення ними повної довжини зовнішньої твірної контрольованої циліндричної поверхні.

Додаткові відліково-комп'ютерні пристрої 18 конструктивно ідентичні до відліково-комп'ютерного пристрою 6, дивись найближчий патент-аналог /15/, при цьому усі вони бездротовим способом в поточному та відтермінованому режимах пересилають інформацію до метрологічного хабу 25.

Відліково-комп'ютерний пристрій 6 та додаткові відліково-комп'ютерні пристрої 18 мають визначати, протоколювати, архівувати та передавати до метрологічного хабу 25 масиви пар результатів подовжніх та поперекових переміщень наконечників цифрового індикатора 7 та пар цифрових індикаторів 19.

Додаткові пари опор 20 конструктивно ідентичні до пари опор 8, дивись найближчий патент-аналог /15/, при цьому усі зазначені опори передбачають можливість їх закріплення за допомогою тримачів 21, дивись кресл.

Тримачі 21 призначені для фіксації пари опор 8 та додаткових пар опор 20 на зовнішній циліндричній поверхні контрольованої подовженої труби.

Тримачі 21 можуть бути виконані наступним чином:

- у вигляді лінійних стрічок, які ззовні міцно охоплюють циліндричну поверхню контрольованої труби за межами лінії контрольованої зовнішньої твірної, для чого можна використовувати спеціальні засоби або серійні технічні рішення (наприклад, струбцини стрічкові або інше);

- у вигляді дискретних магнітних фіксаторів, спеціальних або серійних (наприклад, з використанням магнітних баз з зусиллям утримання в 800Н або 1300Н);

- можливі інші варіанти, які забезпечують надійну фіксацію пари опор 8 та додаткових пар опор 20.

Додаткові гвинти трапецеїдальні 22 конструктивно ідентичні до гвинта трапецеїдального 9, дивись найближчий патент-аналог /15/, та усі вони поєднані за допомогою втулок 23 для забезпечення можливості повертання від одного з пари маховиків 10, дивись кресл.

Гвинт трапецеїдальний 9 та додаткові гвинти трапецеїдальні 22 при їх круговому обертанні навкруги їх загальної осі переміщують рухому рамку 5 разом з гайкою трапецеїдальною 11 та додаткові рухомі рамки 17 разом з додатковими гайками трапецеїдальними 24, паралельно до зовнішньої твірної контрольованої подовженої труби, дивись кресл.

Гвинт трапецеїдальний 9 (крайній зліва) вручну примусово повертають за допомогою лівого з пари маховиків 10.

Крайній справа додатковий гвинт трапецеїдальний 22 вручну примусово повертають за допомогою правого за розташуванням з пари маховиків 10.

Втулки 23 з'єднують поміж собою в єдиний механізм точного прискореного підводу гвинт трапецеїдальний 9 з додатковими гвинтами трапецеїдальними 22 для їх одночасного повертання від кожного з пари маховиків 10.

Втулки можуть бути виконані з металу або неметалу, у вигляді подовжених кріпильних трапецеїдальних гайок або іншим чином, з забезпеченням взаємного співвісного закріплення гвинта трапецеїдального 9 та додаткових гвинтів трапецеїдальних 22.

Додаткові гайки трапецеїдальні 24 конструктивно подібні до гайки трапецеїдальної 11, дивись найближчий патент-аналог /15/), та закріплені на додаткових рухомих рамках 17 для їх узгодженого подовжнього переміщення при обертанні кожного з пари маховиків 10.

Метрологічний хаб 25 в поточному та у відтермінованому режимах отримує інформацію (значення подовжніх та вертикальних вимірювань, результати їх математичної обробки у вигляді локальних геометричних параметрів), які передаються бездротовим зв'язком від відліково-комп'ютерного пристрою 6 та від додаткових відліково-комп'ютерних пристроїв 18.

Метрологічний хаб 25 доцільно виготовити відповідно до рекомендацій українського патенту-аналогу UAN№155293 /16/, в якому запропоновано штанген-хаб, з вбудованим метрологічним мікрокомп'ютером разом з метрологічним ПЗ та з сенсорним кольоровим дисплеєм, з діагоналлю розмірами 10-17 дюймів, можливо інше.

Метрологічний хаб 25 можливо закріплювати двома способами:

- Безпосередньо на загальному конструктиві, що складений зі штанги 1 та з додаткових штанг 13 за допомогою механічного або магнітного кріплення.

- Окремо, поряд з загальним конструктивом, на власній автономній платформі для метрологічного хаба 25, дивись кресл.

Метрологічний хаб 25 має забезпечити виконання наступних функцій:

- вибір на кольоровому сенсорному дисплеї наявних заводських та програмування спеціальних алгоритмів обробки масивів значень від початкового метрологічного модуля (з відліково-комп'ютерним пристроєм 6 та з цифровим індикатором 7) та від інших задіяних метрологічних модулів (з додатковими відліково-комп'ютерними пристроями 18 та з відповідними парами цифрових індикаторів 19);

- отримання масивів інформації (парні результати подовжніх та вертикальних переміщень) від відліково-комп'ютерного пристрою 6 та від додаткових відліково-комп'ютерних пристроїв 18;

- аналіз отриманої інформації для кожного метрологічного модуля з масивом парних значень подовжніх та вертикальних вимірювань, з можливістю відображення на кольоровому сенсорному дисплеї в табличному або графічному вигляді;

- виконання математичної "зшивки" поміж суміжними метрологічними модулями по усій контрольованій довжині зовнішньої твірної подовженої труби;

- математичні розрахунки вибраних геометричних параметрів та відображення на кольоровому сенсорному дисплеї інформації у вигляді таблиць та графічної інформації;

- протоколювання та архівацію обчислених геометричних параметрів зовнішньої твірної по усіх довжині подовженої труби;

- пересилання бездротовим зв'язком на зовнішні ПК (сервер, ноутбук, планшет, смартфон, цифрові верстати, інші приймачі інформації) отриманих результатів в межах системи "Industry 4.0";

- відображення результатів вимірювань та математичних розрахунків на власному кольоровому сенсорному дисплеї з діагоналлю 15-20 дюймів (можливо інше), що у складі метрологічного хаба 25.

Загалом, корисна модель має окремі метрологічні модулі, з найбільшим габаритним розміром до 2200 мм та з переставним метрологічним хабом 25, що забезпечує мобільність у використанні та

зберіганні силами тільки одного користувача, можливість транспортування практично будь-яким легковиком.

Корисну модель "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" використовують наступним чином (на прикладі контролю):

1) визначають довжину контрольованої подовженої труби та регламентовані контрольовані параметри зовнішньої твірної;

2) збирають на зовнішній контрольованій поверхні подовженої труби конструктив корисної моделі шляхом поєднання штанги 1 з додатковими штангами 13 за допомогою центрувальників 12;

3) фіксують пару опор 8 та додаткові пари опор 20 за допомогою тримачів 21;

4) з'єднують поміж собою гвинт трапецеїдальний 9 з додатковими гвинтами трапецеїдальними 22 за допомогою втулок 23 та закріплюють правий маховик з пари маховиків 10;

5) включають відліково-комп'ютерний пристрій 6 та цифровий індикатор 7, додаткові відліково-комп'ютерні пристрої 18 та усі задіяні пари цифрових індикаторів 19, метрологічний хаб 25;

6) повертають один з пари маховиків 10 та переміщують рухому рамку 5 та додаткові рухомі рамки 17 у крайні ліві положення штанги 1 та додаткових штанг 13;

7) регулюють регламентований натяг цифрового індикатора 7 та пар цифрових індикаторів 19 при їх торканні зовнішньої твірної подовженої труби;

8) обнуляють за допомогою відліково-комп'ютерних пристроїв пристрою 6 та додаткових відліково-комп'ютерних пристроїв 18 показники цифрового індикатора 7 та показники пар цифрових індикаторів 19 (в їх крайніх лівих положеннях), при цьому усі ліві з пар цифрових індикаторів 19 спираються на суміжні ліві ділянки зовнішньої твірної (під суміжною, розташованою ліворуч штангою 1 або додатковою штангою 13), тоді як праві з пар цифрових індикаторів 19 спираються на ділянки зовнішньої твірної (в межах відповідної додаткової штанги 13);

9) переміщують рухому рамку 5 та додаткові рухомі рамки 17 праворуч, до правих кінців відповідних штанг та автоматично одночасно зчитують двома відліковими пристроями поточні масиви пари значень (вертикальних та поздовжніх вимірювань);

10) протоколюють автоматично масиви парних результатів (поздовжніх та вертикальних вимірювань) у відліково-комп'ютерному пристрої 6 та у додаткових комп'ютерно-вимірювальних пристроях 18;

11) обчислюють автоматично у відліково-комп'ютерному пристрої 6 та у додаткових комп'ютерно-вимірювальних пристроях 18 показники прямолінійності (з можливою, за необхідності, ідентифікацією однієї з трьох конфігурацій форми зовнішньої твірної), будують графік макропрофілю твірної, визначають паралельність двох протилежних зовнішніх твірних в межах відповідних трас сканування;

12) протоколюють автоматично у відліково-комп'ютерному пристрої 6 та у додаткових відліково-комп'ютерних пристроях 18 значення вимірювань та розраховані геометричні параметри зовнішніх твірних в межах окремих трас сканування та пересилають їх автоматично до метрологічного хабу 25;

13) приймають та виконують автоматично в математичному хабі 25 "математичне зшивання" локальних геометричних параметрів (в межах окремих трас сканування) в загальні геометричні параметри (прямолінійність та конфігурація, графік макропрофілю, паралельність протилежних твірних) для усієї довжини зовнішньої твірної подовженої труби;

14) пересилають, за необхідності, до зовнішніх ПК (сервери, ноутбуки, планшети, смартфони, цифрові верстати або інші приймачі) визначені в п.13 загальні геометричні показники зовнішньої твірної подовженої труби;

15) повторюють, за необхідності, переходи пп. 9-14 при дублюванні вимірювань зовнішньої твірної контрольованих подовженої труби;

16) демонтують вимірювальну конструкцію з подовженої труби шляхом розфіксації тримачів 21;

17) повторюють переходи пп. 9-16 при контролі зовнішніх твірних однотипних подовжених труб;

18) повторюють переходи пп. 1-17 при зовнішньому контролі інших типорозмірів подовжених труб;

19) виключають вручну або автоматично (за відсутності вимірювань протягом 30-60 хвилин, можливо інше) усі електронні пристрої, які були включені у переході п.5;

20) повторюють переходи 1-19 при нових серіях вимірювань.

Корисна модель "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" не потребує від користувача особових знань та застосовується звичайним чином відповідно до опису.

Був проведений порівняльний аналіз корисної моделі "Вимірювач зовнішньої твірної до подовжених труб" з найбільш поширеними на сьогодні в Україні засобами вимірювань, якими є оптичні лінійки типу "ИС-36М" /2/, дивись Табл.

Таблица

Показники вимірювачу зовнішніх твірних до подовжених труб	Корисна модель "Вимірювач зовнішніх твірних до	Оптична лінійка "ИС-36М" /2/
---	--	------------------------------

	подовжених труб»	
Максимальні габаритні розміри вимірювачу, мм	2200	1700
Довжина метрологічного модуля, мм	2000	1600
Кількість кроків при вимірюванні труб довжиною 6000 мм	3	4
Контроль прямолінійності	Так	Так
Ідентифікація конфігурації твірної	Так	Ні
Макропрофіль (графік)	Так	Ні
Паралельність двох протилежних твірних	Так	Ні
Відлікові пристрої	Комп'ютерний + цифровий	Два аналогових
Дискретність вертикального відліку, мкм	0,1	1
Дискретність подовжньої шкали, мкм	1	5000
Переміщення рухомої рамки	Механізм точної подачі	Вручну
Вбудований мікрокомп'ютер	Так	Ні
Протоколювання та архівація	Так	Ні
Трудоемність вимірювань прямолінійності на 6000 мм, %	41	100

Проведений аналіз підтвердив можливість та доцільність виготовлення корисної моделі "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб", яка відкриває нові техніко-економічні можливості прецизійного контролю геометрії зовнішніх твірних подовжених циліндричних поверхонь.

Корисна модель "Вимірювач зовнішніх твірних до подовжених труб" є першим доступним мобільним ЗВТ для багатопараметричного контролю зовнішніх подовжених циліндричних поверхонь.

Джерела інформації:

1. www.iso.org.- Standard ISO 01101-2017: GPS "Geometric tolerancing", 2017
2. www.patents.google.- Patent SUN№148912: "Оптический прибор для контроля отступлений поверхности от прямолинейности", 1934-06-08.
3. www.microtech-ua.com.- Каталог "МІКРОТЕХ-2025": Стенди калібрувальні, 2025
4. www.patents.google.- Patent US№ 3470739 "Apparatus for measuring...", 1967-09-07.
5. www.patents.google.- Patent US№ 3911586 "Precision control apparatus", 1975-10-14.
6. www.patents.google.- Patent US№ 2547647 "Straightedge", 1975-10-14.
7. www.patents.google.- Patent US№ 5205046 "Method to measuring surface waviness", 1993-04-27.
8. www.patents.google.- Patent US№ 4771549 "Method and apparatus for measuring...", 1988-09-20.
9. www.patents.google.- Patent US№ 4434558 "Surface profile", 1984-03-06,
10. www.patents.google.- Patent US№ 4718173 "Method and apparatus of straightness...", 1988-01-12.
11. www.patents.google.- Patent US№ 6148532 "Flatness gage", 2000-11-21.
12. www.patents.google.- Patent US№ 5205046 "Method for measuring surface", 1993-04-27
13. www.ukrpatent.org.- БД "Промислова власність": Патент UAN№ 127660 "Штангенциркуль "Caliper 2D", 2017.
14. www.ukrpatent.org.- БД "Промислова власність": Патент UAN№ 140922 "Штангенпрофілометр панорамний", 2019.
15. www.ukrpatent.org.- БД "Промислова власність": Патент UAN№ 152168 "Макропрофілометр консольний", 2022.
16. www.ukrpatent.org.- БД "Промислова власність": Патент UAN№ 155293 "Штанген-хаб", 2022.

