

**(19) UA**

**(11) 114495**

(13) U

(51) МПК

**G01B 3/20 (2006.01)**

<p><b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 09515</b></p> <p><b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>14.09.2016</b></p> <p><b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.03.2017</b></p> <p><b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.03.2017, Бюл.№ 5</b></p>	<p><b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Крамаренко Сергій Борисович (UA)</b></p> <p><b>(73)</b> Власник(и): <b>Крамаренко Сергій Борисович,</b> вул. Маршала Бажанова, 10, кв. 16, м. Харків, 61002 (UA)</p> <p><b>(74)</b> Представник: <b>Гопей Олександр Васильович</b></p>
---	---

Штангенциркуль адаптивний складається зі штанги з інкрементною шкалою разом зі шкальними датчиками температури та нерухомою губкою, рухомої рамки з відліковим пристроєм та компонентними датчиками температури, з рухомою губкою, з рухомою термоізоляційною ручкою та пристроєм тарованого зусилля, також окремим тепловим боксом. Відліковий пристрій має дозвільний контролер та встановлений у металевий корпус-радіатор, що на пристрій тарованого зусилля натискає рухома термоізоляційна ручка, що на нерухомій губці встановлена нерухома термоізолювана ручка. При цьому тепловий бокс має тепловий відліковий пристрій.

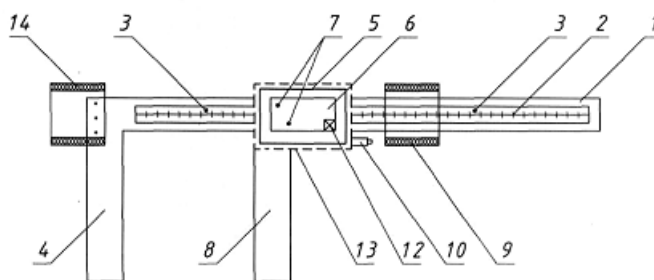


Fig. 1

UA 114495 U



Корисна модель належить до лінійних контрольно-вимірювальних інструментів, які забезпечують високу відтворюваність та якість вимірювань.

Використання традиційних штангенциркулів при паспортних робочих температурах 5...40 градусів Цельсія, які суттєво відрізняються від нормальної у 20 градусів Цельсія, викликає протиріччя поміж регламентованою похибкою за європейським стандартом DIN 862 [1] та неврахованими, при цьому значно більшими, додатковими похибками штангенциркуля від температури:

- додаткова похибка від скорочення-подовження відлікової інкрементної шкали (з мідним гальванічним малюнком на склі або склопластику), яка закріплена на штанзі штангенциркуля (зі сталі, алюмінію, карбону тощо);

- додаткова похибка від впливу температури на електронні компоненти відлікового пристрою штангенциркуля.

Окрім зовнішньої температури, на температуру штанги штангенциркуля суттєво впливає температура руки користувача (36-37 градусів Цельсія), якою він утримує штангенциркуль. Штанга штангенциркуля у місці контакту з рукою за хвилини нагрівається на 2-10 градусів Цельсія.

Для термоізоляції руки метрологи іноді використовують спеціальні рукавички, які дуже перешкоджають утриманню та використанню штангенциркулів, дуже швидко забруднюються та намокають в умовах реального виробництва.

В конструкціях існуючих цифрових штангенциркулів не передбачені температурний захист та контроль, відсутні запобігання додаткових похибок від негативного впливу зовнішньої та людської температури на штангенциркуль.

Задачею корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» було зменшення додаткової похибки від негативного впливу температури на інкрементну шкалу та електронні компоненти штангенциркуля.

У табл. 1 наведені нормативна похибка цифрових штангенциркулів типу ШЦЦ за європейським стандартом DIN 862 [1] в порівнянні з температурними подовженнями при паспортній робочій температурі у 40 градусів Цельсія для сучасних інкрементних шкал з температурними коефіцієнтами лінійного розширення 5,5 мкм/м × градусів Цельсія (для скляних шкал) та 11 мкм/м × градусів Цельсія (для склопластикових шкал), без врахування додаткової похибки від впливу температури на електронні компоненти штангенциркуля.

Таблица 1

Тип штанген-циркулю	Довжина інкрементної шкали, мм	Нормативна похибка за DIN [1], мкм	Подовження інкрементних шкал при температурі у 40 градусів Цельсія	
			Скляна	Склопластиковая
ШЦЦ-150	150	30	+17	+34
ШЦЦ-300	300	30	+33	+66
ШЦЦ-500	500	30	+55	+110
ШЦЦ-1000	1000	40	+110	+220

У табл. 1 не врахована додаткова похибка штангенциркуля від впливу робочої температури 5-40 градусів Цельсія на електронні компоненти штангенциркуля, яка, зазвичай, суттєво менша за температурне скорочення-подовження.

Згідно з табл. 1 додаткова похибка від скорочення-подовження інкрементних шкал, довгих за 300 мм, перевищує до 5,5 разу сумарну нормовану похибку за стандартом DIN [1], що має обмежувати використання цифрових штангенциркулів при задекларованих виробниками паспортних температурах 5...40 градусів Цельсія (на практиці це не виконується).

Для забезпечення похибки цифрових штангенциркулів за стандартом DIN [1] необхідно примусово звужити інтервал робочих температур (відносно нормальної температури 20 градусів Цельсія), щоб додаткова похибка від скорочення-подовження інкрементних шкал не перевищувала 30 % від нормованої похибки за стандартом DIN [1].

Найбільший інтервал дозвільних температур будуть мати цифрові штангенциркулі, в яких інкрементні шкали мають мінімальний коефіцієнт температурного розширення (ТКЛР).

У табл.2. наведені дозвільні температури штангенциркулів, в яких використані найбільш поширені інкрементні шкали зі скла (ТКЛР 5,5 мкм/м × градуси Цельсія) та зі склопластику (ТКЛР 11 мкм/м × градуси Цельсія).

Таблиця 2

Тип штангенциркуля	Довжина інкрементної шкали, мм	Похибка за стандартом DIN [1], мкм	Дозвільна додаткова похибка, мкм	Дозвільна температура інкрементної шкали, град. Цельсія	
				Скляна	Склопластикова
ШЦЦ-150	150	30	9	9-31	14,5-25,5
ШЦЦ-300	300	30	9	14,5-25,5	17,2-22,8
ШЦЦ-500	500	30	9	16,7-23,3	18,3-21,7
ШЦЦ-1000	1000	40	12	17,8-22,2	18,9-21,1

Аналогом запропонованої корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» є штангенциркуль за заявкою UA №u2016048555 [2], в якому для контролю температури використовується плівковий термометр, закріплений на сталевій штанзі штангенциркуля з рекомендованими інтервалами робочих температур для деталей з різними коефіцієнтами температурного розширення.

Недоліками аналога за заявкою UANº u201604555 [2] є:

- Тільки графічне, досить грубе відображення температури штангенциркуля;
- Відсутня сигналізація про перевищення дозвільного інтервалу температури.

Патентом-аналогом є інноваційний штангенциркуль за заявкою UANºu201602488 [3], в якому датчики температури встановлені на вимірювальній штанзі та у відліковому пристрої.

Патент-аналог [3] має наступні функціональні та конструктивні вади:

- відсутня сигналізація про невідповідність дозвільним робочим температурам;
- відсутня можливість відновлення дозвільної робочої температури компонентів.

Патент-аналог японської фірми MITUTOYO за американським патентом US №5483751 [4] передбачає спеціальну термоізоляційну ручку, жорстко поєднану з рухомою рамкою штангенциркуля. Також у термоізоляційній ручці встановлено подвійний ролик з храповим механізмом для забезпечення постійного зусилля натискання відносно до вимірювальної штанги.

Патент-аналог від японської MITUTOYO [4], незважаючи на інновацію, за 20 років так і не був реалізований на практиці, оскільки мав значні вади:

- Термоізоляційна ручка, яка значно довша за рухому рамку, викликає додатковий перекид рухомої рамки та багатократно збільшує похибку вимірювань;

- Конструкція натискного ролика з храповим механізмом поміж термоізоляційною ручкою та вимірювальною штангою не забезпечують достатню стабільність зусиль вимірювань та відтворюваність показників штангенциркуля;

- Для прецизійних вимірювань недостатньо тільки однієї термоізоляційної ручки.

Патенти-аналоги за українськими патентами UA №100613, UA №104879 [5, 6] мають дуже ефективні та апробовані пристрої тарованого зусилля (з оптичною та тактильною індикацією зусилля вимірювань), які приєднані до рухомої рамки штангенциркуля та дозволяють значно підвищити якість вимірювань штангенциркулем. Недоліками штангенциркулів за цими патентами-аналогами 15,61 г відсутність контролю та захисту від температури.

Як патент-прототип запропонованої корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» було вибрано штангенциркуль за заявкою UA №u201605736 [7], в якому присутні датчик температури штангенциркуля та акумулятор (автономний та стаціонарний) з теплоносієм нормальної температури 20 градусів Цельсія, який відновлює дозвільну робочу температуру компонентів штангенциркуля. Стаціонарний тепловий акумулятор нормальної температури 20 градусів Цельсія розміщено у окремому тепловому боксі.

Патент-прототип [7] має наступні недоліки:

- відсутній термозахист (радіатор) та будь-яка сигналізація про невідповідність температур електронних компонентів штангенциркуля дозвільній температурі;
- відсутній тепловий захист (теплоізоляція від рук користувача) штанги штангенциркуля та сигналізація про невідповідність температури інкрементної шкали;

- відсутня будь-яка сигналізація відлікового пристрою у випадках невідповідності температури шкали та температури електронних компонентів дозвільним робочим температурам штангенциркуля;

- Відсутні відліковий пристрій температури та сигналізація про невідповідність дозвільним робочим температурам у температурному боксі з додатковим стаціонарним акумулятором з теплоносієм нормальної температури.

Суть запропонованої корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» полягає у контролі та забезпеченні дозвільної температури для інкрементної шкали та електронних компонентів.

Поставлена задача вирішується тим, що складається зі штанги 1 з інкрементною шкалою 2 разом зі шкальними датчиками температури 3 та нерухомою губкою 4, рухомою рамки 5 з відліковим пристроєм 6 та компонентними датчиками температури 7, з рухомою губкою 8, з рухомою термоізоляційною ручкою 9 та пристроєм регульованого тарованого зусилля 10, також окремим тепловим боксом 11, згідно з корисною моделлю, інкрементна шкала має мінімальне температурне розширення, що відліковий пристрій 6 має дозвільний контролер 12 та встановлений у металевий корпус-радіатор 13, що на пристрій тарованого зусилля 10 натискає рухома термоізоляційна ручка 9, що на нерухомій губці 4 встановлена нерухома термоізоляційна ручка 14, при цьому тепловий бокс 11 має тепловий відліковий пристрій 15.

Корисна модель «Штангенциркуль адаптивний» схематично зображена на Фіг. 1.

Відліковий пристрій 6 має бути:

- цифровим або іншим;

- спеціальним (зі спеціалізованим чипом) або універсальним (з універсальним чипом відповідно до відомого патенту UA №99687 [8] з вбудованим мікрокомп'ютером).

Дозвільний контролер 12 розміщено у відліковому пристрої 6 та програмовано (на стадії виробництва, з урахуванням довжини та матеріалу інкрементних шкал 2) на відповідний інтервал дозвільних температур.

Дозвільний контролер 12 виконує наступне:

- програмує та зберігає інформацію стосовно дозвільної температури штангенциркуля;
- отримує та обробляє інформацію стосовно поточних температур інкрементної шкали 2 (від одного або кількох шкальних датчиків температури 3);
- отримує та обробляє інформацію стосовно поточних температур електронних компонентів відлікового пристрою 6 (від одного або кількох компонентних датчиків температури 7);
- порівнює інформацію стосовно зазначених поточних температур та дозвільної температури використання штангенциркуля;
- визначає обмеження та можливість подальшого використання штангенциркуля.

Якщо поточні температури штангенциркуля (від усіх шкальних датчиків температури 3 та від усіх компонентних датчиків температури 7) відповідні до інтервалу дозвільних температур, тоді відліковий пристрій 6 штангенциркуля працює штатно, без додаткових інформаційних сигналів про невідповідність температур.

У разі невідповідності поточних температур (навіть від одного з усіх датчиків 3 та 7) інтервалу дозвільних температур, відліковий пристрій 6 (за командою дозвільного контролера 12) надає один або кілька додаткових інформаційних сигналів:

- змінює колір фону та контраст дисплея;
- змінює колір та розмір цифрових показань вимірювань на дисплеї;
- забезпечує інформаційне мерехтіння дисплея;
- накладає на цифрові показники дисплея сигнальну сітку та інформаційне повідомлення;
- надає додаткові світлові та звукові сигнали за бажанням виробника або користувача.

Кількість та розміщення шкальних датчиків температури 3 залежать від довжини інкрементної шкали 2:

- Доцільно розміщати шкальні датчики температури 3 з обох країв інкрементної шкали 2;
- На кожні 300 мм довжини інкрементної шкали 2 бажано встановлювати один шкальний датчик температури 3.

Інформація від шкальних датчиків 3 на інкрементній шкалі 2 (закріпленій на штанзі 1) до дозвільного контролера 12 (у складі відлікового пристрою 6) передається бездротовим або дротовим шляхом, за допомогою металізованих дротів на інкрементній шкалі 2 або націпних ізованих дротів та знімачів поміж дротами та відліковим пристроєм.

Металевий корпус-радіатор 13 повинен відводити тепло з електронних компонентів відлікового пристрою 6. Корпус-радіатор 13 доцільно виготовляти з міді, латуні, алюмінію, сталі та з інших теплопровідних матеріалів.

При вимірюваннях штангенциркулем з тарованим пристроєм 10 користувач не торкається та не передає тепло руки металевому корпусу-радіатору 13 (на відміну від утримання рукою штанги 1 штангенциркуля).

Площа металевого корпусу-радіатора 13 на порядок менша за площу металевої штанги 1, завдяки чому вплив зовнішніх теплових потоків також на порядок менше.

Кількість та розміщення компонентних датчиків температури 7 залежать від конструкції корпусу-радіатора 13 в поєднанні з відліковим пристроєм 6, також потужності наявних теплових джерел від електронних компонентів відлікового пристрою 6.

Інформація від компонентних датчиків 7 до дозвільного контролера 12 передається металізованими дротами на друкованих платах з електронними компонентами або начіпними ізолюваними дротами у межах відлікового пристрою 6.

5 Рухома термоізоляційна ручка 9 виконана у вигляді труби (прямокутної, круглої) або іншої форми, з міцного термоізоляційного матеріалу, яка переміщується по штанзі 1 та натискає на пристрій тарованого зусилля 10.

Пристрій тарованого зусилля 10 при натисканні рухомої термоізоляційної ручки 9, забезпечує оптимальні зусилля вимірювання зі світовою та тактильною індикацією, відповідно до відомих патентів-аналогів [5, 6].

10 На нерухомій губці 4 встановлена нерухома термоізоляційна ручка 14, виконана у вигляді труби (прямокутної, круглої) або іншої форми, з міцного термоізоляційного матеріалу.

Нерухома термоізоляційна ручка 14 запобігає торканню рукою нерухомої губки 4 штангенциркуля та виключає додатковий нагрів.

15 Інкrementна шкала 2 корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» має бути виготовлена з діелектричних матеріалів з ТКЛР не більше  $1,5 \text{ мкм/м} \times \text{градусів Цельсія}$  по модулю, що забезпечить розширення дозвільних температурних діапазонів у 3,7-7,4 рази відповідно до показників табл.2.

20 Для рівномірного подовження-скорочення по усій довжині інкрементної шкали 2 (для запобігання локальним додатковим похибкам) її інкременті шкалі 2 бажано виготовляти з матеріалів з теплопровідністю вище показника  $1,5 \text{ Вт/м} \times \text{град}$ , що, разом з високою теплопровідністю металевих або карбонових штанг 1, сприяє стабілізації температури вздовж усієї інкрементної шкали 2.

25 Коли температура окремих частин інкрементної шкали 2 та електронних компонентів відлікового пристрою 6 перевищують дозвільну, зазначений штангенциркуль необхідно закласти у тепловий бокс 11 для відновлення нормальної температури 20 градусів Цельсію.

Тепловий бокс 11 має стаціонарні теплові акумулятори нормальної температури у відповідності до патенту-прототипу ПІ.

30 У разі відхилень від нормальної температури у 20 градусів Цельсію, стаціонарні теплові акумулятори виймають з середини теплового боксу 11 та підживлюють (охолоджують або підігрівують) до нормальної температури 20 градусів Цельсію:

- розміщують у спеціальних термостатах нормальної температури;
- розміщують (бажано вночі) у лабораторних приміщеннях з тепловою стабілізацією на нормальну температуру.

35 Тепловий бокс 11 має тепловий відліковий пристрій 15, котрий може бути виконано:

- у вигляді одного аналогового або цифрового термометру для вимірювання внутрішньої поточної температури з похибкою вимірювань  $0,2 \text{ градуси Цельсія}$ ;
- у вигляді цифрового термометра з похибкою  $0,2 \text{ градуси Цельсія}$  з функцією пам'яті та графічного зображення на дисплеї теплового боксу 11 змін внутрішньої поточної температури;
- у вигляді двох цифрових термометрів (внутрішнього та зовнішнього), кожний з похибкою  $0,2 \text{ градуси Цельсія}$ , також з електронним блоком для порівняння, аналізу температур та розрахунку часу, протягом якого тепловий бокс 11 може утримувати нормальну температуру у  $20 \text{ градусів Цельсія}$ .

45 Використання запропонованої корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» не потребує додаткових знань та навичок користувача, найбільш доцільне для виконання відповідальних прецизійних вимірювань.

Вимірювання деталей за допомогою корисної моделі «Штангенциркуль адаптивний» виконують з наступними переходами:

50 1) перед початком роботи зазначений штангенциркуль розміщується усередині теплового боксу 11 для підтримки нормальної температури у  $20 \text{ градусів Цельсія}$  (тепловий відліковий пристрій 15 зазначає внутрішню температуру теплового боксу 11, у разі необхідності замінюють або нормалізують температуру теплових акумуляторів у тепловому боксі 11);

2) штангенциркуль виймають з теплового боксу 11, утримуючи за рухома термоізоляційну ручку 9 та нерухому термоізоляційну ручку 14;

55 3) включають відліковий пристрій 6 разом з дозвільним контролером 12, після чого починається автоматичний контроль температур окремих частин інкрементної шкали 2 та електронних компонентів відлікового пристрою 6;

60 4) спочатку виконують обнуління показників зведенням вимірювальних губок (рухомої 8 та нерухомої 4) до торкання поміж собою, при цьому штангенциркуль утримують за обидві термоізоляційні ручки (рухома 9 та нерухома 14) та натискають рухомою термоізоляційною ручкою 9 на пристрій тарованого зусилля 10; при досягненні оптимального зусилля (за

оптичною або тактильною індикацією пристроїв тарованого зусилля 10 за патентами-аналогами [5-6]) виконують обнуління на відліковому пристрої 6;

5) потім виконують вимірювання розміру деталі притисканням вимірювальних губок (рухомої 8 та нерухомої 4) до деталі, при цьому штангенциркуль утримують за обидві термоізоляційні ручки (рухому 9 та нерухому 14) та натискають рухомою термоізоляційною ручкою 9 на пристрій тарованого зусилля 10; при досягненні оптимального зусилля (за оптичною або тактильною індикацією пристроїв тарованого зусилля 10 за патентами-аналогами [5, 6]) зчитують показники вимірювань з дисплею відлікового пристрою 6;

6) продовжують вимірювання далі, якщо температура окремих частин штангенциркуля знаходиться у межах дозвільного інтервалу температур (за відсутності інформаційних сигналів про невідповідність температур, які ініціює дозвільний контролер 12);

7) при очікуванні понад 5-15 хвилин та за невідповідності поточних температур штангенциркулю дозвільним температурам, штангенцикуль повертають до теплового боксу 11 для нормалізації температури;

8) після закінчення вимірювань штангенцикуль має 2 шляхи:

- повертають у тепловий бокс 11 (згідно з патентом-прототипом [7] час зберігання нормальної температури 20 градусів Цельсія у тепловому боксі 11 може сягати до 3-10 робочих змін);

- повертають у місце довгострокового зберігання штангенциркулю,

9) за необхідності проведення нових вимірювань, штангенцикуль виймають з теплового боксу 11 та повторюють переходи 1-8.

Було виконано техніко-метрологічний аналіз та порівняння запропонованої корисної моделі «Штангенцикуль адаптивний» з кращим сучасним серійним штангенциркулем Sylvac (Швейцарія) [9] з пружним елементом, див. Табл.3.

Таблица 3

Показники штангенциркульов цифрових 0-1000/0,01 мм з тарованим зусиллям	Значення показників та функцій	
	Корисна модель «Штангенцикуль адаптивний»	Штангенцикуль UL4 фірми Sylvac
Похибка калібрування при 22 град. Цельсію	40 мкм	70 мкм
Додаткова похибка при 40 градусах Цельсію	12 мкм	220 мкм
Нормалізація температури штангенциркуля	Так	Ні

Проведений у табл. 3 порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі «Штангенцикуль адаптивний» та швейцарського інноваційного штангенциркуля UL4 фірми Sylvac [9] підтверджує можливість практичної реалізації та переваги запропонованої корисної моделі «Штангенцикуль адаптивний».

Запропонована корисна модель «Штангенцикуль адаптивний» зменшує до 5,5 разу додаткову температурну похибку.

Література:

1. DIN 862

2. Заявка UA №u201604555 «Штангенцикуль адаптивний»

3. Заявка UA №u201602488 «Штангенцикуль адаптивний»

4. Patent US №5483751 «Caliper gauge»

5. Патент UA № 100613 «Штангенцикуль тарований»

6. Патент UA №104879 «Штангенцикуль тарований»

7. Заявка UA №u201605736 «Штангенцикуль адаптивний»

8. Патент UA №99687 «Штангенцикуль комп'ютерний»

9. Catalog Sylvac. Edition 8

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Штангенцикуль адаптивний, що складається зі штанги з інкрементною шкалою разом зі шкальними датчиками температури та нерухомою губкою, рухомої рамки з відліковим пристроєм та компонентними датчиками температури, з рухомою губкою, з рухомою термоізоляційною ручкою та пристроєм тарованого зусилля, також окремим тепловим боксом, який **відрізняється** тим, що відліковий пристрій має дозвільний контролер та встановлений у металевий корпус-радіатор, що на пристрій тарованого зусилля натискає рухома

термоізоляційна ручка, що на нерухомій губці встановлена нерухома термоізольована ручка, при цьому тепловий бокс має тепловий відліковий пристрій.

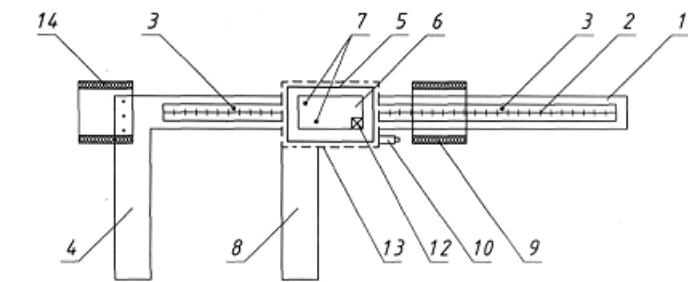


Fig. 1

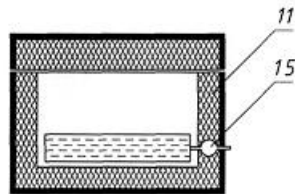


Fig. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601