

Корисна модель "Стенд лінійно-динамометричний" належить до контрольно-вимірювальних інструментів для комплексних вимірювань лінійних розмірів з одночасним контролем вимірювальних зусиль, може використовуватися у випробувальних та калібрувальних лабораторіях, на виробництві.

Випробування електричних дротів та кабелів виконується згідно міжнародного стандарту EN IEC 60851-2 [1], який передбачає контроль поперекових розмірів круглих та прямокутних дротів та кабелів з різними типами ізоляції (плівкова, емальована, волокниста, паперова) регламентованими діаметрами вимірювальних поверхонь двох наконечників (в межах 2-8 мм) з наступними регламентованими вимірювальними зусиллями відповідних засобів вимірювальної техніки (ЗВТ):

- 0,02 Н;
- 0,08 Н;
- 0,32 Н;
- 1,44 Н;
- 1,6 Н;
- 2,56 Н;
- 4 Н;
- 6,4 Н;
- В межах 1-8 Н;
- В межах 8-14 Н;
- Також можливі інші вимірювальні зусилля.

Для контролю розмірів перетинів електричних дротів. зазвичай, використовують дровові мікрометри типу МП-10 [2] або гладкі мікрометри з поворотним шпинделем типа МКЦ-25 [2, 3], які мають вимірювальні поверхні діаметром 6,5 мм та нерегульоване вимірювальне зусилля в межах 5-10Н.

Швейцарська фірма "Sylvac" [4] виробляє неповоротні мікрометри типу МКЦ-30Н з можливістю фіксації вимірювальних зусиль на рівні 5 Н та на 10 Н з похибкою $\pm 20\%$.

Наявні геометричні ЗВТ не забезпечують повноцінний контроль діаметрів електричних дротів з використанням рекомендованих діаметрів вимірювальних поверхонь (2-8 мм) з рекомендованими зусиллями лінійних вимірювань (від 0,02 до 14 Н) за міжнародним стандартом EN IEC 60851-2 [1].

Австрійська фірма "Wurmb" [5] пропонує два типи спеціалізованих стендів для лінійно-динамометричного контролю товщини електротехнічних дротів та кабелів з великими вимірювальними зусиллями.

Портативний мікрометричний стенд горизонтального розташування від фірми "Wurmb" [5] складаються з аналогового динамометра з вимірювальною п'яткою діаметром 8 мм, з мікрометричної голівки з поворотним мікрогвинтом з вимірювальним діаметром 6,35 мм, при цьому контрольовані вимірювальні зусилля дорівнюють 30-100 Н в діапазоні лінійних переміщень 0-25 мм, з дискретністю цифрового відліку 0,01 мм.

Стаціонарний пневматичний стенд вертикального розташування від фірми "Wurmb" [5] має наступні особливості:

- Для лінійного відліку використана серійна цифрова штангеншкала діапазону 0-100 мм з дискретністю 0,01 мм від японської фірми "Mitutoyo" [6] (похибка 0,03 мм, є дрововий
- Для відліку вимірювального зусилля задіяний дводіпазонний аналоговий динамометр з круговою шкалою (діапазони 60-450 Н (робочий тиск 6 барів) або 60-338 Н (робочий тиск 4,5 бара);
- Лінійний відлік та динамометричний відлік розташовані послідовно;
- Нерухома вимірювальна п'ятка закріплена на основі;
- Передбачені 4 змінні комплекти прямокутних вимірювальних наконечників площами від 120 кв.мм до 800 кв.мм та комплекти змінних круглих наконечників діаметром 6,3 мм та 8 мм;
- Зовнішній пневмопривід забезпечує тиск 10 бар.

До портативного та стаціонарного стендів лінійно-динамометричного контролю діаметрів дротів та кабелів від австрійської фірми "Wurmb" [5] є наступні зауваження:

- Завеликі вимірювальні зусилля 30-450 Н, які на кілька порядків перевищують вимірювальні зусилля 0,02-14 Н за стандартом EN IEC 60851-2;
- Невідповідність задекларованої паспортної похибки (0,02 мм) для стаціонарного стенда реальній паспортній похибці встановленої в стенді японської штангеншкали (0,03 мм) [6], яка буде тільки зростати при значному зовнішньому навантаженні (30-450 Н);
- Неможливість забезпечення контролю діаметрів повного асортименту електричних дротів та кабелів за міжнародним стандартом EN IEC 50681-2 [1].

Також відомі лінійно-динамометричні ЗВТ у вигляді індикаторних ручних та стаціонарних товщиномірів для контролю товщин різноманітних м'яких матеріалів [2] за відповідними міжнародними стандартами контролю м'яких матеріалів:

- стандарт контролю товщини геоматеріалів ASTM D5199-01 [7] передбачає спеціальні індикаторні товщиноміри [2], які мають обидва вимірювальні діаметри по 6,35 мм для рухомого наконечника та для нерухомої п'ятки, з вимірювальним зусиллям 0,633 Н, що співпадати з вимогами до діаметрів обох

вимірювальних поверхонь та вимірювальних зусиль при контролі діаметрів електричних дротів та кабелів за стандартом EN IEC 60581-2 [1];

- стандарт контролю товщини плівки та склополотна ASTM D1777-3 [8] передбачає спеціальні індикаторні товщиноміри [2], які мають один вимірювальний діаметр 6,3 мм рухомого наконечника та 19 мм нерухомої п'ятки з вимірювальним зусиллям 5,36 Н, що співпадає з вимогами до діаметрів рухомої вимірювальної поверхні та вимірювальних зусиль при контролі діаметрів електричних дротів та кабелів за стандартом EN IEC 60581-2;

- стандарти контролю товщини пластика та плівки ISO 4593-P [9], DIN 53370-F [10] та стандарт контролю товщини гідроізоляційних та гнучких листів DIN EN 1849-2 [11] передбачають спеціальні індикаторні товщиноміри [2], які мають обидві вимірювальні поверхні діаметром 10 мм, з додержанням вимірювального зусилля або 1, або 3,93, або 1,57 Н, що співпадає з вимогою до регламентованих вимірювальних зусиль при контролі діаметрів електричних дротів та кабелів за стандартом EN IEC 60581-2 [1]

Таким чином, товщиноміри індикаторні для м'яких матеріалів [2] не забезпечують можливість контролю повного асортименту електричних дротів та кабелів за міжнародним стандартом EN IEC 50681-2 [1].

Штангенінструмент з тарованими вимірювальними зусиллями пропонують провідні світові виробники:

- Штангенциркулі з тарованим зусиллям 0,8 Н з вимірювальними поверхнями розмірами 4×25 мм виробляє фірма "Mitutoyo" (Японія) [12];

- Штангенциркулі типів II та III з тарованим зусиллям 12 Н виробляє фірма "Sylvac" (Швейцарія) [13] з вимірювальними поверхнями 6×100 мм;

- Штангенрейсмаси з тарованим зусиллям 3 Н виробляє фірма "Trimos" (Швейцарія) [14] з вимірювальною поверхнею лапки 8×40 мм;

- Українське підприємство "МІКРОТЕХ" [2] виробляє штангенциркулі типу I з тарованим зусиллям 1 Н з вимірювальними поверхнями 4×25 мм, штангенциркулі типу I з тарованими зусиллями в межах 8-12 Н з вимірювальними поверхнями 4×25 мм, 4×35 мм, 4×45 мм, типу III з тарованими зусиллями в межах 15-25 Н з вимірювальними поверхнями 6,5×80 мм та 8×100 мм, штангенрейсмаси з тарованими зусиллями 12-20Н з вимірювальною поверхнею лапки 8×40 мм.

Таким чином, жоден з наявних тарованих штангенінструментів, мікрометричних або індикаторних ЗВТ не можуть забезпечити вимірювання діаметрів дротів та кабелів з додержанням усіх регламентованих вимог міжнародного стандарту EN IEC 60851-2 [1] до багатоваріантності діаметрів вимірювальних поверхонь.

Метою корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" було започаткування доступного вимірювача зі змінними вимірювальними поверхнями діаметрами від 2 до 8 мм, з вимірювальними зусиллями від 0,2 до 100 Н для контролю повного асортименту електричних дротів та кабелів, з автоматичною математичною обробкою значень, протоколюванням та архівацією.

Патентами-аналогами корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є споріднений український патент UAN№ 100613 /15/ та американський патент USN№ 10429165 [16], в яких фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували тарований штангенциркуль з тарованим пристроєм, розміщеним поміж роликком точного підводу та рухомою рамкою традиційного цифрового штангенциркуля, що дозволяє зменшити похибку традиційних штангенциркулів в 2-3 рази.

Тарований пристрій має корпус, в якому встановлені спіральна пружина з рухомим штоком з гравійованою лінійною штриховою шкалою вимірювального зусилля.

Таровані штангенциркулі за зазначеними патентами-аналогами [15, 16] виготовляються в Україні серійно [2] та постачаються на експорт.

Недоліки патентів-аналогів [15, 16] пов'язані з іншим призначенням та обмеженнями, з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 104879 [17], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль тарований, в якого назовні рухомої рамки закріплений тарований пристрій циліндричної форми з аксіальною спіральною пружиною разом з тактильним штоком.

Штангенциркулі за патентом-аналогом виробляються в Україні серійно [2] та постачаються на експорт.

Патент-аналог [17] має наступні недоліки відносно корисної моделі: інше призначення та функціональні обмеження, неможливість досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 129514 [18], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль тарований зі змінним пружним елементом в дарованому пристрої.

Недоліки патенту-аналога [18] пов'язані з іншим призначенням, з відсутністю засобів кількісного контролю вимірювального зусилля, з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 147949 [19], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль комп'ютерний динамометричний, в якому на рухомій рамці комп'ютерного штангенциркуля [2] встановлений тензодатчик, на який натискає користувач при затисканні деталі поміж вимірювальними губками.

При досяганні регламентованого вимірювального зусилля на тензодатчик, відліковий пристрій лінійних переміщень зчитує значення вимірювань, що дозволяє забезпечити найменшу у світі похибку (до 5 мкм) для штангенциркулів в діапазоні 0-150 мм, як для мікрометрів в цьому діапазоні вимірювань.

Штангенциркуль комп'ютерний динамометричний за патентом-аналогом /19/ виробляється в Україні серійно [2] та масово постачається на експорт.

Недоліки патенту-аналога [19] пов'язані з іншим призначенням, з відсутністю засобів метрологічного контролю вимірювального зусилля та з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 148138 [20], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль пневматичний зі збільшеним тарованим ходом (до 45 мм), в якому тарований пристрій виконаний у вигляді газліфта, який встановлений поміж рухомою рамкою та хомутом на штанзі.

Недоліки патенту-аналога [20], відповідно до нашої корисної моделі, пов'язані з іншим призначенням, з відсутністю метрологічних засобів контролю вимірювальних зусиль та з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 148420 [21], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль дистанційний тарований, який складається з газліфта та механізму покрокового переміщення пістолетного типу, що спрощує використання газліфта з великим зусиллям натискання як пружного елемента.

Недоліки патенту-аналога [22] пов'язані з іншим призначенням, відсутністю метрологічного контролю вимірювального зусилля, неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 150168 [22], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль з великими губками, в якому вперше для штангенциркулів використані 2 рейкові напрямні з комплектами кареток катання, на яких встановлена рухома рамка з великою рухомою губкою.

Завдяки використанню в патенті-аналозі [22] двох рейкових напрямних з двома комплектами кареток катання забезпечена можливість прецизійних безлюфтових робочих переміщень навіть за наявності значного зовнішнього механічного впливу (крутний момент сили до 50 Нм).

Штангенциркулі за патентом-аналогом [22] виробляються серійно [2] та постачаються на експорт.

Недоліки патенту-аналога [22] пов'язані з іншим призначенням, відсутністю тарованого пристрою, неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд-лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 143163 [23], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували мікрометр розсувний, в якому на основі закріплена жорстка рейкова напрямна, на якій зафіксована каретка катання з нерухомою п'яткою та переміщується каретка катання з мікрометричною голівкою, що забезпечує розширений діапазон прецизійних вимірювань, з використанням схеми компарації (з використанням комплексу пласкопаралельних КМД).

Мікрометр розсувний за патентом аналогом [23] виробляється серійно [2] та постачається на експорт.

Недоліки патенту-аналога [23] пов'язані з іншим призначенням, відсутністю засобів метрологічного контролю вимірювального зусилля.

Патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 144230 [24], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували 2D штангенрейсмас, в якому вертикальне переміщення рухомої рамки з відліковим пристроєм забезпечується за допомогою пари трапецеїдальний гвинт-трапецеїдальна гайка, що забезпечує швидкий та плавний установчий та робочий хід.

Штангенрейсмаси за патентом-аналогом [24] виробляються серійно [2] та постачаються на експорт.

Недоліки патенту-аналога пов'язані з іншим призначенням, відсутністю тарованого пристрою, неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Найближчим патентом-аналогом корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" є український патент UAN№ 121681 [25], в якому фахівці харківського підприємства "МІКРОТЕХ" запропонували штангенциркуль дистанційний пневматичний.

Найближчий патент-аналог [25] має наступні складові:

- штанга з вимірювальною (інкрементною) шкалою виконана нерухомими;
- вимірювальні поверхні мають прямокутну форму та розміщені на нерухомій та рухомій губках;
- рамка рухається по штанзі штангенциркуля та утримує штангенвідліковий штангенциркуль;
- рейкова напрямна встановлена на штанзі штангенциркуля;
- пара кареток катання жорстко поєднані поміж собою тягою та вільно переміщуються по рейковій напрямній;
- тарований пристрій виконаний у вигляді газліфта та натискає на обидві каретки катання;
- механізм подачі виконаний у вигляді струбцини затискної з покроковим механізмом примусового переміщення обох кареток катання.

Недоліки найближчого патенту-аналога [25] пов'язані з його іншим призначенням, з обмеженими можливостями та з неможливістю досягнення мети корисної моделі.

Задачею корисної моделі є усунення недоліків найближчого аналога.

Поставлена задача вирішується тим, що у стенді лінійно-динамометричному, що складається зі штанги разом з вимірювальною шкалою, вимірювальних поверхонь, рамки з штангенвідліковим пристроєм, рейкової напрямної з двома каретками катання, тарованого пристрою, механізму подачі, згідно з корисною моделлю, рейкова напрямна встановлена на основу, штангенвідліковий пристрій містить вбудований хаб, вимірювальні поверхні у вигляді кругів розташовані на змінних наконечниках, тарований пристрій складається зі змінного цифрового динамометра з електричним зв'язком, який розміщений поміж штангою та трапецеїдальним гвинтом, який з маховиком та трапецеїдальною гайкою входять до складу механізму подачі, обидві каретки катання містять стопори.

Корисна модель ілюструється кресленням.

Стенд лінійно-динамометричний зі штангою 1 разом з вимірювальною шкалою 2, вимірювальними поверхнями 3, рамкою 4 з штангенвідліковим пристроєм 5, рейковою напрямною 6, двома каретками катання 7, тарованим пристроєм 8, механізмом подачі 9 відрізняється тим, що рейкова напрямна 6 встановлена на основу 10, штангенвідліковий пристрій 5 має вбудований хаб 11, вимірювальні поверхні 4 у вигляді кругів розташовані на змінних наконечниках 12, тарований пристрій 8 складається зі змінного цифрового динамометра 13 з електричним зв'язком 14, який розміщений поміж штангою 1 та трапецеїдальним гвинтом 15, який з маховиком 16 та з трапецеїдальною гайкою 17 входять до складу механізму подачі 9, обидві каретки катання 9 мають стопори 18.

Суть корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" полягає в забезпеченні прецизійних лінійних вимірювань багатоваріантними вимірювальними поверхнями на змінних наконечниках з обробкою результатів у вбудованому хабі 11 при регламентованих вимірювальних зусиллях завдяки використанню цифрового динамометра 13 з електричним зв'язком 14, дивись креслення.

На кресленні зображено загальний вигляд корисної моделі, в якій поміж обома вимірювальними поверхнями 3 круглої форми затиснутий контрольований електричний дріт.

Штанга 1 з вимірювальною шкалою 2 та рамка 4 зі штангенвідліковим пристроєм 5 конструктивно подібні до відповідних складових найближчого патенту-аналога [25].

Найбільші поперекові розміри кабелів в ізоляції (5×150 мм) обмежені діаметром 60 мм, що обмежує діапазон вимірювальної шкали 2 та довжину трапецеїдального гвинта 15 в межах 150 мм з достатнім запасом установчих переміщень.

На відміну від найближчого патенту-аналога [25] штанга 1 переміщується відносно зафіксованої рамки 4 (як це має місце в штангенглибиномірах) при натисканні штока цифрового динамометра 13.

Правий торець штанги 1 приєднаний жорстко та співвісно до штока цифрового динамометра 13.

Обидві вимірювальні поверхні 3, подібно до найближчого патенту-аналога [25], призначені для поперекового затискання контрольованих електричних дрітів та кабелів.

Обидві вимірювальні поверхні 3 мають форму круга, діаметри яких регламентовані вимогами міжнародного стандарту EN IEK 60851-2 [1] та інших нормативних документів.

Обидві вимірювальні поверхні 3 розташовані на відповідних змінних наконечниках 12:

- ліві змінні наконечники 12 (з відповідними вимірювальними поверхнями 3) встановлюються на вертикальному кронштейні на лівому краю основи 10;
- праві змінні наконечники 12 (з відповідними вимірювальними поверхнями 3) встановлюються на лівому торці штанги 1.

Рамка 4 утримує штангенвідліковий пристрій 5 разом з вбудованим хабом 11 та закріплена на лівій каретці катання 9, яка гальмується при вимірюваннях за допомогою стопора 18.

Штангенвідліковий пристрій 5 є цифровим механо-електричним перетворювачем, подібно до найближчого патенту-аналога [25] та для усіх серійних штангенінструментів.

Штангенвідліковий пристрій 5 має вбудований хаб 11, який багатократно розширює метрологічні та функціональні можливості корисної моделі.

Вбудований хаб 11 доцільно виготовити за технологією українського патенту UAN^o 155293 [26], який реалізований в Україні [2].

Вбудований хаб 11 має забезпечити наступні функціональні можливості:

- автоматичне приймання поточних результатів лінійних вимірювань стосовно діаметрів контрольованого дротів та кабелів;
- автоматичне приймання поточних результатів динамометричних вимірювань стосовно вимірювального зусилля від цифрового динамометра 13 (за допомогою електричного зв'язку 14);
- автоматичний вибір значень лінійних вимірювань, при яких забезпечене регламентоване вимірювальне зусилля;
- математична обробка результатів лінійних вимірювань від штангенвідліку 5 та динамометричних вимірювань від цифрового динамометра 13;
- протоколювання, архівація поточних пар лінійних та динамометричних вимірювань;
- бездротова передача результатів лінійних та динамометричних вимірювань на зовнішні ПК (сервери, ноутбуки, планшети, смартфони, цифрові верстати, інші пристрої) відповідно до вимог "Industry 4.0".

Основа 10 має вигляд пластини з металу або з конструкційного пластика достатньої жорсткості. Основа 10 утримує кронштейн разом з лівим змінним наконечником 12 та рейкову напрямну 6 разом з двома каретками катання 7.

Рейкова напрямна 6 встановлена на основу 10 (на відміну від найближчого патенту-аналога [25], де вона встановлена на штанзі штангенциркуля).

Рейкова напрямна 6 та пара кареток катання 7 конструктивно подібні до найближчого патенту-аналога [25], при цьому обидві каретки катання 7 мають власні стопори 18.

Рейкова напрямна 6 та обидві каретки катання 7 рекомендовано використовувати типів 9, 12 або 15 мм від тайванської фірми "Hiwin" [27] або аналогічні.

Тарований пристрій 8 має у своєму складі метрологічний ЗВТ у вигляді змінного цифрового динамометра 13 з електричним зв'язком 14 (на відміну від звичайного пневматичного газліфта у найближчому патенті-прототипі [25]).

Змінні цифрові динамометри 13 забезпечують метрологічний контроль вимірювального зусилля в широкому діапазоні зусиль, регламентованих міжнародним стандартом EN IEK 60851-2 та іншими (в межах від 0,02 до 100 Н), для чого доцільно використати стандартизовані цифрові динамометри [2, 28] з електричним зв'язком 12.

Для забезпечення оптимального та достовірного контролю вимірювального зусилля, відповідно до мети корисної моделі, достатньо мати два малогабаритні цифрові динамометри з електричним зв'язком з зовнішнім ПК, які, наприклад, пропонує американська фірма "Mark-10" [28]:

- динамометр ДЦ-1 (робочий діапазон 0,001-1 Н, дискретність 0,001);
- динамометр ДЦ-10 (робочий діапазон 0,01-10 Н, дискретність 0,01 Н);
- динамометр ДЦ-100 (робочий діапазон 0,1-100 Н, дискретність 0,1 Н).

Електричний зв'язок 14 забезпечує поточну передачу результатів вимірювань цифрового задіяного динамометра 14 до вбудованого хабу 11.

Електричний зв'язок 14 цифрового динамометра 13 з вбудованим хабом 11 може бути дротовим (за допомогою інтерфейсу RS-232 /28/, можливо іншого) або за допомогою бездротового зв'язку [2].

Механізм подачі 9 в корисній моделі складається з трапецеїдального гвинта 15 разом з маховиком 16 та трапецеїдальної гайки 17.

Трапецеїдальний гвинт 15 забезпечує лінійне поздовжнє переміщення штанги 1 крізь рамку 5, положення якої при вимірюваннях зафіксовано.

Трапецеїдальний гвинт 15 лівим торцем приєднаний до корпусу цифрового динамометра 13 за допомогою поворотного-лінійної муфти, яка забезпечує виключно лінійні переміщення цифрового динамометра 13 з приєднаною до його штока штанги 1 при провертанні трапецеїдального гвинта 15.

Трапецеїдальний гвинт 15 повертається за допомогою маховика 16 та лінійно переміщується при цьому вздовж трапецеїдальної гайки 17, положення якої при вимірюваннях зафіксовано.

Трапецеїдальний гвинт 15 та трапецеїдальна гайка 17 можуть бути серійними (з діаметрами різьби 6-12 мм та з кроком 1-3 мм, можливо інше) або спеціальними.

Довжина трапецеїдального гвинта 15 приблизно дорівнює довжині вимірювальної шкали 2.

Маховик 16 закріплений на правому кінці трапецеїдального гвинта та призначений для його провертання:

- при провертанні по часовій стрільці трапецеїдального гвинта 15 з правим кутом спіралі (тип R) він натискає на цифровий динамометр 13 та на штангу 1, при цьому обидві вимірювальні поверхні 4 затискають контрольований дріт;

- при провертанні проти часової стрілки трапецеїдального гвинта 15 з правим кутом спіралі (тип R) він відтягує цифровий динамометр 13 разом зі штангою 1, при цьому обидві вимірювальні поверхні 4 звільняють контрольований дріт;

- при використанні трапецеїдального гвинта з лівим кутом спіралі (тип L) будуть протилежні результати при привертанні трапецеїдального гвинта 15 в обох напрямках.

Трапецеїдальна гайка 17 перетворює кругове провертання трапецеїдального гвинта 15 в лінійні переміщення його торця.

Трапецеїдальна гайка 17 встановлена на правій каретці катання 7, яка має установче переміщення по рейковій напрямній 6 або фіксується за допомогою стопора 18.

Два стопори 18 фіксують положення обох кареток катання 7 при виконанні вимірювань діаметрів контрольованих дротів.

Стопори 18 можуть бути виконані з різьбовими, байонетними або іншими натисканнями для надійної фіксації обох кареток катання 7 на рейковій напрямній 6 в межах регламентованих зусиль зсуву.

Вимірювання виконують шляхом провертання маховиком 16 трапецеїдального гвинта 15, який через цифровий динамометр 13 тисне на торець штанги 1.

В процесі вимірювань виконують наступні дії:

- Без торкання контрольованого зразка праву вимірювальну поверхню 3 при установчому ході вільно наближають до лівої вимірювальної поверхні шляхом провертання маховика 16 з трапецеїдальним гвинтом 15;

- При торканні контрольованого зразка правою вимірювальною поверхнею 3 вимірювальне зусилля відсутнє;

- При подальшому наближенні правої вимірювальної поверхні 3 до лівої вимірювальної поверхні починає зростати вимірювальне зусилля, яке безперервно контролюється цифровим динамометром 13 та за допомогою електричного зв'язку 14 передається до вбудованого хабу 11 (разом з поточними значеннями лінійних вимірювань від штангенвідлікового пристрою 5);

- При досягненні регламентованого вимірювального зусилля (яке визначає та автоматично передає цифровий динамометр 13) вбудований хаб 11 фіксує відповідне лінійне значення (яке отримує від штангенвідлікового пристрою 5);

- Вбудований хаб 11 протоколює та архівує усі пари значень лінійних вимірювань за умови досягнення регламентованого вимірювального зусилля.

Початкове калібрування корисної моделі перед початком вимірювань виконують шляхом наближення, торкання, натискання з регламентованим вимірювальним зусиллям обох вимірювальних поверхонь 3 (за відсутності контрольованого зразка поміж ними) з автоматичним обнулінням лінійних значень на штангенвідліковому пристрої 5 з вбудованим хабом 11.

Використання корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" не потребує від користувачів спеціальних знань, окрім вміння роботи з вбудованими мікрокомп'ютерами [2].

Корисну модель "Стенд лінійно-динамометричний" використовують наступним чином (на прикладі контролю електричних дротів з вимірювальними діаметрами 2 та 8 мм з відповідними вимірювальними зусиллями 0,32 Н та 14 Н):

- 1) Аналізують вимоги до комплексних лінійно-динамометричних вимірювань;
- 2) Відбирають та закріплюють на корисній моделі перший цифровий динамометр 13 номіналом ДЦ-1 з електричним зв'язком 14;
- 3) Відбирають та закріплюють змінні наконечники 12 з відповідними вимірювальними поверхнями діаметром 2 мм;
- 4) Регулюють та фіксують положення обох кареток катання 7 на рухомій рамці 6 для забезпечення початкового калібрування та поточних вимірювань;
- 5) Включають штангенвідліковий пристрій 5 з вбудованим хабом 11, також включають та приєднують цифровий динамометр 14 з електричним зв'язком 14 до хабу 11;
- 6) Програмують в хабі 11 регламентоване значення першого вимірювального зусилля 0,32 Н;
- 7) Виконують початкове калібрування корисної моделі з обнулінням штангенвідлікового пристрою 5 з вбудованим хабом 11 при досягненні регламентованого вимірювального зусилля 0,32 Н;
- 8) Розводять вимірювальні поверхні 3 шляхом провертання маховиком 16 трапецеїдального гвинта 15 та заводять поміж ними перший контрольований зразок;
- 9) Зводять перші вимірювальні поверхні 3 шляхом провертання маховиком 16 трапецеїдального гвинта до затискання першого контрольованого зразка з першим регламентованим вимірювальним зусиллям 0,32 Н та автоматично визначають штангенвідліковим пристроєм 5 значення лінійного розміру, яке автоматично протоколюють та архівують разом з регламентованим зусиллям 0,32 Н у вбудованому хабі 11;
- 10) Розводять вимірювальні поверхні 3 шляхом провертання маховиком 16 трапецеїдального гвинта 15;
- 11) Повторюють, за необхідності дублювання вимірювань першого зразка, переходи пп. 9 та 10;
- 12) Повторюють переходи пп. 8-10 при контролі однотипних зразків першого типу;
- 13) Змінюють цифровий динамометр 13 на ДЦ-100 з електричним зв'язком 14;
- 14) Відбирають та закріплюють змінні наконечники 12 з відповідними вимірювальними поверхнями 3 діаметром 8 мм;
- 15) Регулюють та фіксують положення обох кареток катання 7 на рухомій рамці 6 для забезпечення початкового калібрування та поточних вимірювань;

16) Програмують у вбудованому хабі 11 регламентоване значення другого вимірювального зусилля 14Н;

17) Розводять другі вимірювальні поверхні 3 шляхом повертання маховиком 16 трапецеїдального гвинта 15 та заводять поміж ними другий контрольований зразок;

18) Зводять другі вимірювальні поверхні 3 шляхом повертання маховика трапецеїдального гвинта 15 до затискання поміж ними другого контрольованого зразка з другим регламентованим зусиллям 14 Н та автоматично визначають штангенвідліковим пристроєм 5 значення лінійного розміру, яке автоматично протоколюють та архівують разом з регламентованим зусиллям 14 Н у вбудованому хабі 11;

19) Розводять другі вимірювальні поверхні 3 шляхом повертання маховиком 16 трапецеїдального гвинта 15;

20) Повторюють, за необхідності, дублювання вимірювання вимірювань другого зразка, переходячи пп. 17-19;

21) Повторюють переходи пп. 17-20 при контролі однотипних зразків другого типу;

22) Відключають вручну або автоматично (за відсутності вимірювань протягом 20-60 хв) штангенвідліковий пристрій 5 з вбудованим хабом 11, цифровий динамометр 13 з електричним зв'язком 14;

23) Повторюють переходи пп. 1-22 при нових серіях вимірювань інших типів контрольованих зразків з іншими регламентованими умовами контролю

Корисна модель "Стенд лінійно-динамометричний" не потребує від користувача особливих знань та застосовується звичайним чином відповідно до опису комп'ютерного вимірювача.

Був проведений порівняльний аналіз корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний" з найбільш відомими в Україні мікрометрами дрововими типу МП-10 від українського підприємства "МІКРОТЕХ" [2] та з портативним стендом від австрійської фірми "Wurmb" [5], див. Табл.

Таблиця

Показники стендів контролю електричних дротів та кабелів	Корисна модель "Стенд лінійно-динамометричний"	Мікрометр дрововий МП-10 "МІКРОТЕХ" /2/	Стенд контролю електричних дротів та кабелів фірми "Wurmb"/5/
Діапазон лінійних вимірювань, мм	0-150	0-10	0-25
Дискретність лінійних вимірювань, мм	0.001	0.002	0.01
Лінійний відліковий пристрій	Штангенвідліковий з вбудованим мікрокомп'ютером	Мікрометричний	Мікрометричний
Діапазон вимірювальних зусиль, мм	0,001-1 0,01-10 0,1-100	5-10	30-100
Похибка контролю вимірювальних зусиль, %	0.1	33	2
Тарований пристрій	Комплект цифрових динамометрів ДЦ-1, ДЦ-10, ДЦ-100	Трещітка на єдине фіксоване зусилля	Динамометр аналоговий ДА-100
Відповідність вимогам стандарту EN ІЕК 60581-2	Так	Ні	Ні

Проведений аналіз підтвердив можливість та доцільність виготовлення корисної моделі "Стенд лінійно-динамометричний", яка суттєво розширює метрологічні можливості та собівартість комплексного контролю діаметрів електричних дротів та кабелів.

Корисна модель "Стенд лінійно-динамометричний" забезпечує найкращі функціонально-метрологічні можливості лінійно-динамометричного контролю в розширених діапазонах подвійних вимірювань.

1. www.online.budstandart.com. - Standard EN ІЕК 8061-2 Winding wires. Test methods: Determination of dimensions, 2011

2. www.microtech-ua.com. - Каталог "МІКРОТЕХ-2026", 2026

3. www.mahr.com. - Catalog "Mahr-2026": Products, 2026

4. www.sylvac.com. - Catalog "Sylvac-2026": Micrometers, 2026

5. www.wurmb.com. - Catalog Warmb-2026: Products, 2026

6. www.mitutoyo.com. - Catalog "Mitutoyo-2026": Micrometers, 2026
7. www.store.astm.org. - Standard ASTM D5199-01: Standard test method for measuring thickness of textile materials, 2019
8. www.store.astm.org. - Standard ASTM D1777-3: Standard test method for measuring nominal thickness geosynthetics, 2017
9. www.iso.org. - Standard ISO4593-P: Film and sheeting, 1993
10. www.dinmedia.de. - Standard DIN 53370-F: Testing of plastics films, 2006
11. www.dinmedia.de. - Standard DIN EN 1849-2: Flexible sheets for waterproofing, 2000
12. www.mitutoyo.com. - Catalog Mitutoyo-2026: Calipers, 2026
13. www.sylvac.com. - Catalog Sylvac-2026: Calipers, 2026
14. www.trimos.com. - Catalog Trimos-2026: Height gauge, 2026
15. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 100613 "Штангенциркуль тарований"
16. www.patents.google. - Patent USN№10429165 "Tired caliper"
17. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 104879 "Штангенциркуль тарований"
18. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 129514 "Штангенциркуль тарований"
19. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 147949 "Штангенциркуль комп'ютерний динамометричний"
20. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 148138 "Штангенциркуль пневматичний"
21. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 148420 "Штангенциркуль дистанційний тарований"
22. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 150168 "Штангенциркуль з великими губками"
23. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 143163 "Мікрометр розсувний"
24. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 144230 "2D Штангенрейсмас"
25. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 121681 "Штангенциркуль пневматичний"
26. www.ukrpatent.org. - БД "Промислова власність": Патент UAN№ 155293 "Штанген-хаб"
27. www.hiwin.com. - Catalog "Hiwin-2026": Products, 2026
28. www.mark10.com. - Catalog "Mark10-2026": Products, 2026

