

**Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Донбаський державний педагогічний університет»
Кафедра теорії та практики технологічної та професійної
освіти**

**Методичні вказівки до
вивчення навчальної дисципліни
«ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ»**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
А5.38 Професійна освіта (Транспорт)**

Слов'янськ – Дніпро – 2025 р.

УДК 621:006.86(072)

М54

Рецензенти:

Стешенко В.В. – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри теорії та практики технологічної та професійної освіти, Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет».

Дьяченко Ю.Г. – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри ливарного виробництва, Донбаська державна машинобудівна академія.

М 54 Методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти А5.38 Професійна освіта (Транспорт) / ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» ; уклад. : М. Г. Погорелов, М. В. Пшеничний, С. Д. Фатальчук. Слов'янськ ; Дніпро, 2025. 42 с.

Методичні вказівки укладено відповідно до освітніх програм А5.38 «Професійна освіта» (Транспорт).

Методичні вказівки сприятимуть усвідомленню здобувачами вищої освіти необхідності формування знань щодо основних сучасних концепцій і принципів у галузі взаємозамінності, стандартизації, технічних вимірювань та управлінні якістю машинобудівної продукції для застосування їх у майбутній фаховій діяльності.

Методичні вказівки адресовано здобувачам, науковим працівникам, педагогам-практикам, які займаються питаннями професійної освіти.

Друкується за рішенням Вченої ради

Державного вищого навчального закладу

«Донбаський державний педагогічний університет»

(протокол №1 від 28.08.2025 р.)

© ДДПУ, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних робіт з курсу «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»	8
Лабораторна робота №1.	8
Лабораторна робота №2.	16
Лабораторна робота №3.	22
Лабораторна робота №4.	26
Лабораторна робота №5	35
Контрольні питання навчальної дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»	40

ВСТУП

Сучасний розвиток науки і техніки зумовлює зростання потреби у висококваліфікованих спеціалістах, які здатні ефективно працювати в умовах швидкого розвитку інформаційних технологій та виробничих процесів.

Майбутній фахівець повинен володіти навичками проектування, конструювання, науково-дослідної та винахідницької діяльності, брати участь у створенні та впровадженні нових технічних рішень з урахуванням сучасних досягнень науково-технічного прогресу, а також уміти самостійно вирішувати професійні завдання.

Навчальна дисципліна «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» спрямована на формування у студентів знань щодо забезпечення взаємозамінності деталей і виробів. Основою цього є дотримання вимог нормативно-технічної документації, стандартів і креслень, які визначають матеріали, геометричну форму, розміри та параметри якості поверхонь деталей.

У процесі вивчення дисципліни значна увага приділяється аналізу взаємозамінності гладких циліндричних з'єднань (рухомих, нерухомих і комбінованих), різьбових з'єднань, а також дослідженню допусків і відхилень форми поверхонь та їх просторового розташування.

Оволодіння матеріалом дисципліни дає студентам уявлення про сучасні методи обробки матеріалів і засоби технічного контролю. Крім того, формується вміння виконувати точні вимірювання геометричних параметрів деталей та оцінювати якість їх поверхонь, що є важливим чинником підвищення надійності, якості та конкурентоспроможності продукції.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ОРГАНІЗАЦІЇ І ПРОВЕДЕННЮ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Мета лабораторних занять полягає у закріпленні та поглибленні теоретичних знань, а також у набутті практичних навичок, пов'язаних із будовою та функціонуванням механізмів, систем і агрегатів автомобілів. Вона також передбачає ознайомлення з організацією технічного обслуговування та виконанням основних операцій, необхідних під час обслуговування найпоширеніших марок автомобілів.

Кожна лабораторна робота має чітко визначену мету та містить стислі теоретичні відомості, опис основних методів контролю й технічного обслуговування, перелік обладнання та приладів, необхідних для її виконання, а також детальний порядок виконання роботи. Крім того, наводяться структура звіту та контрольні запитання, на які студенти повинні дати відповіді після завершення лабораторної роботи.

Для успішного виконання завдань групу студентів, за потреби, поділяють на дві підгрупи, а кожна підгрупа може бути додатково розподілена на команди по 3–4 особи.

Лабораторні заняття (загальна кількість годин – 56) є ключовим елементом навчального процесу. Вони призначені для закріплення теоретичних відомостей, отриманих на лекціях (24 години), та формування практичних навичок у сфері взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірюваннях.

Саме на лабораторних заняттях здобувачі вищої освіти набувають здатності пояснювати будову та вимірювальних приладів.

У процесі виконання лабораторних робіт здобувачів першого бакалаврського) рівня вищої освіти та А5.38 Професійна освіта (Транспорт)

формуються такі ключові компетентності:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в професійній освіті, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічної науки та інших наук відповідно до спеціалізації і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК 05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 06. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 08. Здатність працювати в команді.

ЗК 10. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

СК 01. Здатність застосовувати освітні теорії та методології у педагогічній діяльності.

СК 05. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення та інтегрувати їх в освітнє середовище.

СК 07. Здатність аналізувати ефективність проєктних рішень, пов'язаних з підбором, експлуатацією, удосконаленням, модернізацією технологічного обладнання та устаткування галузі/сфери відповідно до спеціалізації.

СК 08. Здатність використовувати відповідне програмне забезпечення для вирішення професійних завдань у галузі професійної освіти та автомобільного транспорту.

СК 12. Здатність виконувати розрахунки технологічних процесів в галузі.

СК 13. Здатність управляти комплексними діями/проєктами, відповідати за прийняття рішень у непередбачуваних умовах та професійний розвиток здобувачів освіти і підлеглих.

СК 14. Здатність збирати, аналізувати та інтерпретувати інформацію (дані) відповідно до спеціалізації.

ПК 2. Здатність до аналізу результатів розрахунків, вимірювань та спостережень в предметній галузі.

ПК 4. Здатність пояснювати з використанням наочності та сучасних інформаційних технологій будову та функціонування об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та окремих елементів, технологічні процеси з їх технічного обслуговування, діагностування та ремонту

ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТ

Процес виконання кожної лабораторної роботи складається з чотирьох послідовних і взаємопов'язаних етапів:

Самостійна підготовка студентів на цьому етапі здобувачі ознайомлюються зі структурою лабораторної роботи, повторюють відповідний теоретичний матеріал і вивчають літературні джерела, що стосуються теми завдання.

Мета етапу – забезпечити достатній рівень знань для ефективного виконання роботи.

Вхідний контроль перед початком лабораторної роботи проводиться опитування окремих здобувачів для перевірки підготовки групи. На цьому етапі також визначаються мета, зміст та порядок виконання роботи.

Виконання завдання та оформлення звіту студенти виконують лабораторну роботу та оформлюють результати у вигляді звіту, дотримуючись вимог щодо структури та оформлення.

Захист результатів роботи звіт має бути повністю підготовлений до наступного заняття. Під час заняття здобувачі захищають свої результати, демонструючи розуміння виконаного завдання.

Недостатній рівень підготовки, низька якість виконання завдань або порушення правил техніки безпеки можуть стати підставою для перенесення лабораторної роботи на додаткові заняття.

ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

Для запобігання нещасним випадкам під час виконання лабораторних робіт необхідно суворо дотримуватися вимог охорони праці та пожежної безпеки в майстернях. До виконання практичних завдань допускаються лише ті студенти, які ознайомилися з цими правилами та підтвердили це власним підписом у спеціальному журналі.

Під час проведення лабораторних занять студенти повинні дотримуватися таких правил:

- обережно та відповідально користуватися обладнанням і матеріалами, наданими для роботи;
- підтримувати чистоту і порядок на робочому місці та в лабораторії;
- не торкатися відкритих контактів електричних приладів, вимикачів або магнітних пускачів;
- не застосовувати несправні інструменти чи обладнання;
- уникати роботи біля обертових частин механізмів у вільному або незастібному одязі;
- розміщувати деталі, вузли та механізми таким чином, щоб запобігти їх падінню і можливим травмам;
- суворо забороняється палити або використовувати відкритий вогонь у лабораторії;
- у разі виникнення пожежі потрібно негайно повідомити викладача та покинути приміщення лабораторії.

**Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних робіт з курсу
«Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»**

Лабораторна робота №1

Тема: Контроль деталей універсальними ноніусними вимірювальними інструментами

Мета роботи:

Опанувати принцип роботи універсальних вимірювальних інструментів;

засвоїти методику вимірювання деталей;

провести вимірювання розмірів деталі та зробити висновок щодо їх придатності.

Обсяг навчального часу

4 години

Обладнання: конспекти лекцій, підручники, навчальні посібники, презентації

Матеріальне забезпечення: штангенциркуль ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3 (ГОСТ 166-89) мікрометр МК 0-25, МК 25-50, МК 50-75 (ГОСТ 6507-90) мікрометричний нутромір, стійка для мікрометра (ГОСТ 10197-70), контрольовані деталі

План заняття

1. Загальні вимоги до вимірювання за допомогою штангенінструментів.
2. Види штангенінструментів.
3. Вимірювання за допомогою мікрометричних інструментів.
4. Практичні способи вибору і порядок використання універсальних вимірювальних інструментів.

Порядок виконання роботи

1. Опанувати будову та принцип дії штангенциркуля і мікрометра.
2. Здійснити виміри розмірів досліджуваних поверхонь, що контролюються.
3. Визначити головні граничні відхилення та накреслити поля допусків у звіті.
4. Дослідити граничні розміри для кожної поверхні.
5. Проаналізувати фактичними граничні розміри з граничними значеннями.

6. Зробити висновок про придатність кожної проконтрольованої поверхні.

Література:

1. Фурт, Д.В., Дмитрук Л.А. Термінологія : навч. посібн. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. 172 с. (не перевидавалось)
2. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч.Посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с. (не перевидавалось)
3. Похилько Л. К., Добров І. В. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Рекомендовано НМетАУ як підручник для студентів вищих навчальних закладів. Дніпропетровськ : ІМА-ПРЕС, 2015. 228 с. (не перевидавалось)
4. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с. (не перевидавалось)
5. М. С. Когут. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник. Львів: Світ. 2014. 400 с. (не перевидавалось)

Теоретичні відомості

Універсальні ноніусні вимірювальні інструменти

Універсальні вимірювальні інструменти застосовують для контролю лінійних розмірів деталей з високою точністю. До них належать: штангенциркуль, мікрометр, нутромір Їх використовують у машинобудуванні, металообробці та технічному контролі.

Основною частиною таких приладів є ноніус – допоміжна шкала, яка дозволяє визначати частки міліметра.

Штангенциркуль – це універсальний вимірювальний інструмент для вимірювання: зовнішніх розмірів, внутрішніх розмірів, глибини отворів.

Основні частини

1. Штанга з основною шкалою

2. Рухома рамка
3. Ноніус
4. Губки для зовнішніх вимірювань
5. Губки для внутрішніх вимірювань
6. Глибиномір
7. Фіксуєчий гвинт

Точність вимірювання визначається типом штангенциркуля і може становити 0,1 мм, 0,05 мм або 0,02 мм. До штангенінструментів належать поширені вимірювальні прилади: штангенциркулі, штангенрейсмуси та штангенглибиномири (див. табл. 1). Найменше значення частки міліметра, яке можна визначити за допомогою ноніуса, називають ціною поділки ноніуса або відліком по ноніусу.

Штангенінструменти виготовляють з величиною відліку по ноніусу 0,1 мм і 0,05 мм. Окрім лінійних ноніусів, у кутомірах використовують кутові ноніуси, що дають можливість проводити відлік з точністю 5' або 2' (кутових хвилин).

Таблиця 1. Характеристика штангенінструментів

Тип	Діапазон вимірів, мм	Ціна ділення (ноніус), мм	Погрішність, ± мкм
Штангенциркулі за ГОСТ 166-80, (СТ СЭВ 77-СТ СЭВ 707-77)			
ШЦ-I	0-125	0,1'	100
ШЦ-II	0-160; 0-200; 0-250	0,05 і 0,1	50 і 100
ШЦ-III	0-160; 0-200; 0-250	0,05 і 0,1	50 і 100
ШЦ-III	0-315; 0-400; 0-500; 250-630; 250-800; 320-1000; 500-1250; 500-1600	0,1	100 100
ШЦ-III	800-2000; 1500-3000; 2000-4000	0,1	200-400
Штангенрейсмуси за ГОСТ 164-80			
ШР	0-250; 40-400; 60-630	0,05	50
ШР	100-1000; 600-1600; 1500-2500	0,1	100-200
Штангенглибиномири за ГОСТ 162 — 80, (СТ СЭВ 704-77, СТ СЭВ 708-77)			
ШГ	0-160; 0-200; 0-250; 0-315; 0-400	0,05	50

Поширений штангенінструмент із ціною поділки ноніуса 0,1 мм має шкалу ноніуса довжиною 9 мм, поділену на десять частин. Таким чином, відстань між сусідніми штрихами ноніуса дорівнює 0,9 мм. Отже, кожна поділка ноніуса на 0,1 мм менша за поділку основної шкали штанги.

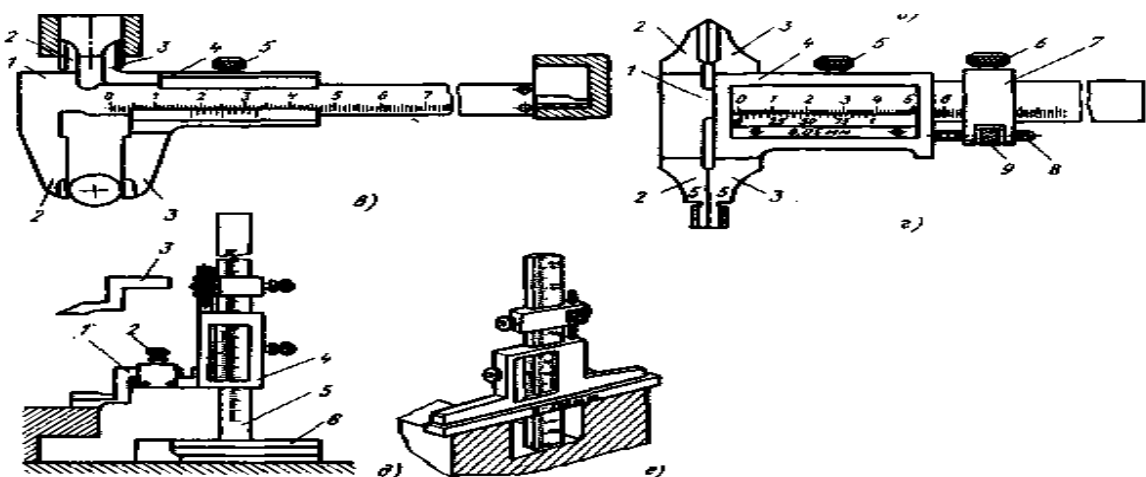
Коли показання дорівнює нулю, нульова риска ноніуса співпадає з нульовою рисою основної шкали. При цьому перший штрих ноніуса зміщений відносно першого штриха основної шкали на 0,1 мм, другий на 0,2 мм, а десятий на 1 мм. Тому десята поділка ноніуса збігається з дев'ятим міліметровим штрихом основної шкали. Якщо перемістити ноніус так, щоб його перший штрих (крім нульового) співпав із першим штрихом основної шкали, то вимірюваний розмір дорівнюватиме 0,1 мм.

Рис.1. Шкали ноніусів штангенінструментів (а й б), штангенциркуля типу ШЦ-I (в) і ШЦ-II (г), штангенрейсмус (д), штангенглибиномір (е).

Штангенциркуль ШЦ-I (рис. 1, в) оздоблений глибиноміром. На штанзі 1 з губками 2 установлена рухома рамка 4 з губками 3, що фіксується гвинтом 5.

Рис 1. Зразки штангенциркулів.

Штангенциркуль ШЦ-II відрізняється від ШЦ-I будовою губок і



наявністю пристрою для точного встановлення розміру. Перед початком вимірювання інструмент необхідно протерти, оглянути та перевірити його справність. Під час огляду потрібно переконатися, що губки не мають

пошкоджень, після чого їх зводять разом. У такому положенні нульова поділка шкали ноніуса повинна збігатися з нульовою поділкою шкали штанги, а зазор між вимірювальними поверхнями губок не повинен перевищувати 0,01 мм.

Штангенрейсмус (рис. 1, д) призначений для вимірювання висоти деталей, виступів, а також для виконання розмітки. Він складається з підстави із закріпленою на ній штангою, вздовж якої переміщується рамка з механізмом мікрометричної подачі. До рамки за допомогою хомутика із затискним гвинтом кріпиться змінна розмічальна або вимірювальна ніжка, що використовується для визначення висоти чи глибини.

Штангенглибиномір (рис. 1, е) застосовується для вимірювання глибини отворів та висоти різних заглиблень у деталей.

Принцип роботи

Розмір визначають за: значенням на основній шкалі, значенням на ноніусі. Результат дорівнює значенню основної шкали + значення ноніуса.

Мікрометр це інструмент для дуже точних вимірювань зовнішніх розмірів деталей. Основні частини: Скоба, п'ятка, мікрометричний гвинт, барабан, тріскачка, шкала стебла. Точність зазвичай 0,01 мм.

При обертанні барабана мікрометричний гвинт переміщується вздовж осі. За шкалою визначають точний розмір деталі.

Мікрометричний нутромір

Нутромір застосовується для вимірювання: внутрішніх діаметрів, отворів, пазів. Точність вимірювання може становити 0,01 мм або 0,005 мм.

Методика вимірювання деталей

Підготовка інструмента: перевірити чистоту поверхонь, перевірити нульове положення, зафіксувати інструмент.

Проведення вимірювання: встановити деталь між вимірювальними поверхнями, плавно підвести губки або гвинт, зняти покази шкали.

Визначення розмірів, їх відхилень

Розмір — це числове значення лінійної величини, виражене в певних одиницях вимірювання.

Дійсний розмір — це розмір деталі, визначений шляхом вимірювання з допустимою похибкою.

Гранічні розміри — це два максимально допустимі значення розміру (найбільший і найменший), між якими повинен знаходитися або яким може дорівнювати дійсний розмір. Вони встановлюються для забезпечення взаємозамінності деталей.

Номинальний розмір — це основний розмір, який приймають під час проектування. Відносно нього визначаються граничні розміри та відхилення (для отвору — D , для вала — d).

Розрахунковий розмір — це розмір, який визначають за допомогою інженерних розрахунків, наприклад із умов міцності, жорсткості або надійності роботи деталі. Тобто:

$$\sigma = \frac{|N|}{A} \leq [\sigma] \quad \text{де } A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \quad d \geq \frac{\sqrt{4|N|}}{\pi[\sigma]}$$

Граничне відхилення — це алгебраїчна різниця між граничним і номінальним розмірами. Існують два види граничних відхилень: верхнє і нижнє.

У міжнародній системі одиниць **SI** метр визначається через довжину світлової хвилі атома криптону. Один метр дорівнює 1 650 763,73 довжини хвиль у вакуумі випромінювання, що відповідає жовтогарячій лінії спектра криптону-86. Такий еталон дозволяє відтворювати довжину метра з похибкою приблизно 0,002 мкм, що у 50 разів точніше, ніж старий штучний еталон.

У системі допусків і посадок широко використовуються частини метра: міліметр (мм), мікрометр (мкм). При цьому: 1 мм = 1000 мкм.

На кресленнях, схемах і в розрахунках усі лінійні розміри та граничні відхилення зазвичай записують у міліметрах без позначення одиниці виміру.

Поняття про допуски

Допуск — це різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами або алгебраїчна різниця між верхнім і нижнім відхиленнями.

Поле допуску — це область, обмежена верхнім і нижнім відхиленнями. Воно виникає внаслідок похибок, що з'являються під час виготовлення та контролю деталей.

У з'єднаннях деталей, які входять одна в одну, розрізняють отвір і вал. Терміни «отвір» і «вал» використовуються для позначення внутрішніх і зовнішніх елементів деталей не лише циліндричної, а й плоскої форми з паралельними поверхнями. Вал (d) — умовна назва зовнішнього елемента деталі. Отвір (D) це умовна назва внутрішнього елемента деталі. Квалітет це сукупність допусків, що відповідають певному ступеню точності для різних номінальних розмірів. Він характеризує точність виготовлення деталі.

Питання для самоперевірки

1. Опишіть будову штангенінструмента.
2. Для чого призначений ноніус?
3. Як визначити розмір відліку по ноніусу (ціну поділки шкали ноніуса)?
4. Що таке модуль ноніуса?
5. Роль хомутика і гвинта штангенінструмента?
6. Як настроюється штангенінструмент на необхідний розмір?
7. У яких випадках використовують штангенрейсмаси і штангенглибиноміри?
8. Чому дорівнює ціна поділки основної шкали?
9. Чому повинен дорівнювати дійсний розмір деталі, щоб вона вважалася придатною?
10. Що означає термін "брак виправний"?
11. Яка ціна поділки шкали ноніуса використовується в штангенінструменті?

Протокол звітності до лабораторної роботи № 1

П.І.П здобувача та № академічної групи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА		КОНТРОЛЬ ДЕТАЛІ УНІВЕРСАЛЬНИМ ВИМІРЮВАЛЬНИМ ІНСТРУМЕНТОМ			
ЕСКІЗ ДЕТАЛІ З КОНТРОЛЬОВАНИМИ РОЗМІРАМИ					
ВИКОРИСТАНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ		ТИП ТА МАРКА	ЦІНА ПОДІЛКИ	ГРАНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ	
ПОЗНАЧЕН НЯ РОЗМІРУ	ВЕЛИЧИНА РОЗМІРУ ТА ПОСАДКА	ГРАНИЧНІ РОЗМІРИ згідно зГОСТ 25347-89		РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ	
		НАЙ- БІЛЬШИ Й	НАЙ- МЕНШИЙ	ШТАНГЕН ЦИРКУЛЕМ	МІКРОМЕТРОМ
D2					
D3					
D4					
D5					
L1					
L2					
L3					
L4					
L5					

Лабораторна робота № 2

Тема: Контроль промірів мікрометричними вимірювальними інструментами

Мета роботи:

Вивчити будову конструкції мікрометричних вимірювальних засобів; засвоїти методику вимірювання деталей і придбати навички по їх використанню.

провести вимірювання розмірів деталі та зробити висновок щодо їх придатності.

Обсяг навчального часу:

4 год

Обладнання: конспекти лекцій, підручники, навчальні посібники, презентації.

Матеріальне забезпечення: мікрометр МК 0-25, МК 25-50, МК 50-75 (ГОСТ 6507-90); мікрометричний нутромір; стійка для мікрометра (ГОСТ 10197-70); контрольовані деталі.

План заняття:

1. Види та призначення мікрометричних інструментів
2. Будова мікрометричних інструментів
3. Методика відліку розміру
4. Порядок вимірювання.

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Дослідити конструкцію та принцип дії мікрометричних вимірювальних інструментів.
2. Провести вимірювання розмірів контрольованих поверхонь.
3. За позначенням поля допуску на кресленні визначити верхні та нижні граничні відхилення і відобразити поля допусків у протоколі.
4. Для кожної контрольованої поверхні розрахувати граничні розміри та порівняти їх із фактично отриманими значеннями.
5. На основі порівняння зробити висновок щодо придатності кожної перевіреної поверхні.

Література:

1. Фурт, Д.В., Дмитрук Л.А. Термінологія : навч. посібн. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. 172 с. (не перевидавалось)
2. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с. (не перевидавалось)
4. Похилько Л. К., Добров І. В. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Рекомендовано НМетАУ як підручник для студентів вищих навчальних закладів. Дніпропетровськ : ІМА-ПРЕС, 2015. 228 с. (не перевидавалось)
5. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с. (не перевидавалось)
6. М. С. Когут. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник. Львів: Світ. 2014. 400 с. (не перевидавалось)

Теоретичні відомості

Мікрометричні прилади (інструменти)

До мікрометричних приладів належать гладкі мікрометри, мікрометричні глибиноміри, нутроміри та зубомірні мікрометри (табл. 2). Основою мікрометричної пари є гвинт і нерухома гайка. Один повний оберт мікрогвинта (360°) переміщує його вздовж осі на 0,5 мм.

Мікрометр (рис. 2) складається зі скоби 1, у лівий кінець якої запресована змінна п'ята 2, а в правий стебло 5 із втулкою. Втулка виконує функцію мікрометричної гайки та має зовнішнє конічне і внутрішнє циліндричне різьблення, у яке вкручується мікрогвинт 6. Зовні на втулку навертається конічна гайка 4, яка дозволяє регулювати зазор у гвинтовій парі.

Мікрогвинт через конічне з'єднання пов'язаний із барабаном 5, а натяг у цьому з'єднанні регулюється ковпачком. Тріскачка 6 забезпечує стабільне вимірювальне зусилля: її храповик відходить від сухаря, притиснутого

пружиною, після того як сила тертя між деталлю та вимірювальними поверхнями перевищує задане зусилля. Мікрогвинт фіксується гайкою .

На стеблі є поздовжня відлікова лінія та дві міліметрові шкали, зміщені одна відносно одної на 0,5 мм. Нижня шкала пронумерована через кожні 5 мм на довжині 25 мм. При обертанні мікрогвинта разом із барабаном на 360° його торцева поверхня зміщується на 0,5 мм уздовж осі.

Таблиця 2. Характеристика мікрометричних приладів із ціною розподілу 0,01мм

Тип	Діапазон вимірів, мм	Погрішність, ± мкм	
		Клас точності	
		1	2
Мікрометри за ГОСТ 6507-78 (СТ СЭВ 344-76, СТ СЭВ 352-76)			
МК (гладкі)	0-25	2	4
	25-50; 50-75; 75-100	2,5	4
	100-125; 125-150; 150-175; 175-200	3	5
	200-225; 225-250; 250-275; 275-300	4	6
	300-400; 400-500	5	8
	500-600	6	10
Мікрометричні глибиноміри за ГОСТ 7470-78			
ГМ	0-25	2	4
	25-50	3	4
ГМ	50-100	3	5
	100-150	4	6

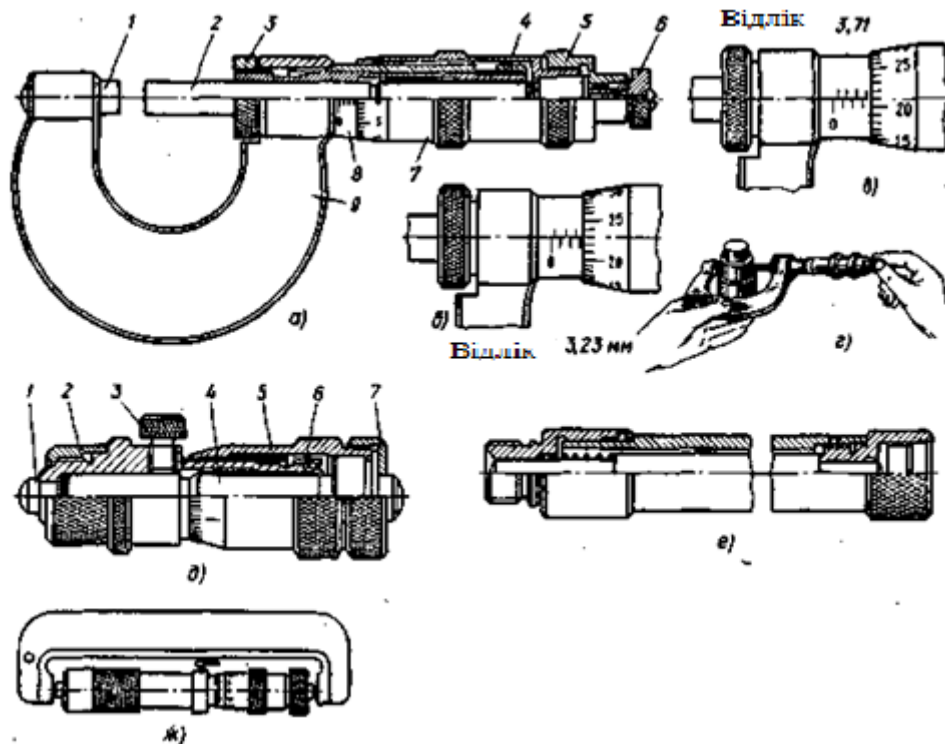


Рис.2. Мікрометричні інструменти.

На скошеному кінці барабана мікрометра нанесена додаткова шкала з 50 поділок, причому кожна п'ята позначена цифрою. Поворот мікрогвинта на одне поділку шкали барабана забезпечує переміщення у напрямку осі на 0,01 мм.

При установці мікрометра на нижній діапазон вимірювань (нульова установка) нульовий штрих барабана має збігатися з поздовжньою лінією стебла, а скошений край барабана розташовуватися напроти крайнього лівого (нульового) штриха стебла.

Перед вимірюванням перевіряють стан мікрометра: оглядають його, переконуються у правильній взаємодії рухомих деталей і правильній установці на нуль або на нижню межу діапазону. Показання знімають у два етапи: спочатку визначають цілу кількість міліметрів по нижній шкалі стебла, потім додають соті частки міліметра за шкалою барабана. Наприклад, на рис. 2 б показано 3,23 мм.

Якщо край барабана розташувався за верхнім штрихом шкали, що проходить над поздовжньою відліковою лінією, до результату додають 0,5 мм (рис 1 в відлік 3,23)

Для точних вимірювань мікрометр бажано закріплювати у стійці або тримати за скобу (рис. 2 г). Деталь вставляють між вимірювальними поверхнями з зазором 1–2 мм, після чого обертають мікрогвинт до зіткнення поверхонь із деталлю за допомогою тріскачки. Нормальне зусилля досягається через 2–3 клацання тріскачки, після чого мікрогвинт фіксують і знімають показання.

Не можна доводити вимірювальні поверхні мікрометра до контакту між собою або з деталлю, обертаючи барабан чи головку мікрометра, оскільки це призводить до надмірного тиску, помилкових результатів і псування головної та дорогої частини інструмента мікрогвинта.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть важливі частини мікрометра.
2. Дайте визначення для чого на стеблі мікрометра дві повздовжні шкали?
3. Поясніть чому дорівнює крок мікрометричного гвинта?
4. Чому мікрометрична пара повинна бути прецизійною?
5. Поясніть ціну поділки її шкали барабана?
6. Для чого потрібна тріскачка?
7. Яким чином здійснюється настроювання мікрометра на "нуль".
8. Навіщо потрібен установочний ковпачок?
9. Який існує діапазон виміру мікрометрів?
10. Як називається частина мікрометра при переміщенні якої вимірювальний наконечник у процесі вимірювання заготовки?

Протокол звітності до лабораторної роботи № 2

П.І.П здобувача та № академічної групи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА		КОНТРОЛЬ ДЕТАЛІ УНІВЕРСАЛЬНИМ ВИМІРЮВАЛЬНИМ ІНСТРУМЕНТОМ			
ЕСКІЗ ДЕТАЛІ З КОНТРОЛЬОВАНИМИ РОЗМІРАМИ					
ВИКОРИСТАНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ		ТИП ТА МАРКА	ЦІНА ПОДІЛКИ	ГРАНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ	
ПОЗНАЧЕННЯ РОЗМІРУ	ВЕЛИЧИНА РОЗМІРУ ТА ПОСАДКА	ГРАНИЧНІ РОЗМІРИ ЗГІДНО ЗГОСТ 25347-89		РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ	
		НАЙ-БІЛЬШИЙ	НАЙ-МЕНШИЙ	ШТАНГЕН ЦИРКУЛЕМ	МІКРОМЕТРОМ
D2					
D3					
D4					
D5					
L1					
L2					
L3					
L4					
L5					

Лабораторна робота № 3

Тема: Плоскопаралельні кінцеві міри довжини

Мета роботи:

ознайомитись з характеристикою й конструкцією плоскопаралельних кінцевих мір;
засвоїти методику набирання блоків з кінцевих мір;
засвоїти методику настроювання приладів за допомогою блоків кінцевих мір для проведення вимірювань відносним методом.

Обсяг навчального часу: 4 год

Обладнання: конспекти лекцій, підручники, навчальні посібники, презентації.

Матеріальне забезпечення: набори плоскопаралельних кінцевих мір довжини (ГОСТ 9038-90); скоби гладкі регульовані.

План заняття:

1. Застосування кінцевих мір.
2. Конструкція наборів кінцевих мір.
3. Методика складання блоків.
4. Правила роботи з плитками
5. Методика розрахунку кінцевих мір блоку.
6. Конструкція скоби гладкої регульованої.

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Ознайомитися з конструкцією плоскопаралельних кінцевих мір;
2. Провести вимірювання плоскопаралельних кінцевих мір;
3. Визначити верхні та нижні граничні відхилення і відобразити поля допусків у протоколі.
4. Для кожної контрольованої поверхні плоскопаралельних кінцевих мір
5. розрахувати граничні розміри та порівняти їх із фактично отриманими значеннями.
1. На основі порівняння зробити висновок щодо придатності кожної перевіреної поверхні.

Література:

1. Фурт, Д.В., Дмитрук Л.А. Термінологія : навч. посібн. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. 172 с. (не перевидавалось)

2. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с. (не перевидавалось)

3. Похилько Л. К., Добров І. В. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Рекомендовано НМетАУ як підручник для студентів вищих навчальних закладів. Дніпропетровськ : ІМА-ПРЕС, 2015. 228 с. (не перевидавалось)

4. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с. (не перевидавалось)

5. М. С. Когут. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник. Львів: Світ. 2014. 400 с. (не перевидавалось)

Теоретичні відомості

Плоскопаралельні кінцеві міри довжини — це еталонні вимірювальні прилади, які використовуються для контрольних та калібрувальних вимірювань довжини. Вони являють собою набір металевих пластин або брусків із точно обробленими паралельними поверхнями та визначеними розмірами.



Рис №3 Плоскопаралельна кінцева міра.

Основні характеристики та застосування:

Конструкція:

Складаються з плоских металевих брусків або пластин.

Поверхні оброблені так, щоб бути максимально плоскими і паралельними.

Розміри кожного елемента точно відомі і відповідають еталону.

Призначення:

Використовуються для перевірки точності лінійних вимірювальних інструментів (наприклад, штангенциркулів, мікрометрів).

Служать для калібрування та еталонування робочих вимірювальних засобів.

Застосовуються у виробництві, метрології та лабораторіях.

Особливості вимірювань: Виключно точні завдяки суворій обробці і матеріалам з низьким коефіцієнтом термічного розширення (наприклад, нержавіюча сталь).

Можуть використовуватися як окремі мірки або в комбінації для отримання потрібної довжини.

Переваги: Висока точність і надійність, простота у використанні.

Довговічність за правильного зберігання та догляду.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть сферу застосування кінцевих мір.
2. Яку форму мають кінцеві міри довжини і чому?
3. Назвіть найбільш розповсюджений набір і кількість кінцевих мір в ному?
4. Яких правил потрібно дотримуватися при копістуванні кінцевими мірами довжини?
5. З якого матеріалу виготовляються кінцеві міри довжини і чому?

Протокол звітності до лабораторної роботи № 3

П.І.П здобувача та № академічної групи.

Таблиця звіту

Лабораторна	ПЛОСКОПАРАЛЕЛЬНІ КІНЦЕВІ МІРИ ДОВЖИНИ				
Характеристика наборів мір, що використовуються					
Сумарний розмір в	Міра в блоці				
	1	2-	3-	4	5
Розрахунок кінцевих мір довжини					

Лабораторна робота № 4

Тема: Контроль розмірів деталей індикаторними і важільно-зубчатими приладами

Мета роботи:

ознайомитися з видами відхилень форми циліндричних поверхонь;
вивчити конструкцію індикатора годинникового типу, індикаторного нутроміру, приладу для вимірювання величини биття;
вивчити методику вимірювання розмірів за допомогою індикаторних інструментів;
провести контроль форми та розташування поверхонь заданої деталі за допомогою індикаторних інструментів.

Обсяг навчального часу: 8 год

Обладнання: конспекти лекцій, підручники, навчальні посібники, презентації.

Матеріальне забезпечення: індикатор ИЧ ГОСТ 577-68; індикаторний нутромір ИН; прилад ПБМ-200; індикаторні штативи; набори для встановлення нутромірів; набори плоскопаралельних кінцевих мір.

План заняття:

1. Види відхилень форми циліндричних поверхонь
2. Конструкція індикаторних інструментів
3. Контроль індикатором зовнішніх розмірів
4. Контроль індикаторним нутроміром
5. внутрішніх поверхонь
6. Контроль індикатором торцевого та радіального биття.

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Ознайомитися з конструкцією та принципом роботи мікрометричних вимірювальних інструментів.
2. Провести вимірювання розмірів контрольованих поверхонь.
3. За позначенням поля допуску на кресленні визначити верхні та нижні граничні відхилення і відобразити поля допусків у протоколі.

4. Для кожної контрольованої поверхні розрахувати граничні розміри та порівняти їх із фактично отриманими значеннями.
5. На основі порівняння зробити висновок щодо придатності кожної перевіреної поверхні.

Література:

1. Фурт, Д.В., Дмитрук Л.А. Термінологія : навч. посібн. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. 172 с. (не перевидавалось)
2. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с. (не перевидавалось)
3. Похилько Л. К., Добров І. В. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Рекомендовано НМетАУ як підручник для студентів вищих навчальних закладів. Дніпропетровськ : ІМА-ПРЕС, 2015. 228 с. (не перевидавалось)
4. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с. (не перевидавалось)
5. М. С. Когут. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник. Львів: Світ. 2014. 400 с. (не перевидавалось)

Важельно механічні прилади.

До важельно-механічних вимірювальних приладів належать індикатори годинникового типу, індикаторні скоби, багатооборотні індикатори, важільно-зубчасті вимірювальні головки, індикаторні нутроміри, важільні скоби, важільні мікрометри, а також мікрокатори й оптикатори. Ці прилади використовують для контактних вимірювань відносним методом, проте в межах шкали вони можуть застосовуватися і для абсолютних вимірювань.

Індикатори годинникового типу.

Індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм, у якому вимірювальний стрижень переміщується паралельно шкалі, призначений для відносного вимірювання зовнішніх розмірів, а також для визначення відхилень форми і взаємного розташування поверхонь. Такий індикатор може використовуватися як індикаторна скоба, індикаторний глибиномір або індикаторний нутромір.

На передній частині циферблата розташовані дві стрілки та дві шкали: велика стрілка знаходиться над круговою оцифрованою шкалою, а мала — над допоміжною відліковою шкалою. Ціна поділки кругової шкали становить 0,01 мм, тоді як мала шкала відповідає 1 мм. Переміщення вимірювального стрижня на 1 мм спричиняє поворот великої стрілки на 100 поділок (тобто один повний оберт), а малої — на одну поділку. Під час встановлення нульового значення кругову шкалу разом з обідком можна повертати відносно великої стрілки та фіксувати за допомогою стопора.

Принцип роботи індикатора ґрунтується на перетворенні лінійного переміщення вимірювального стрижня у кутове переміщення стрілок за допомогою зубчастої передачі. У механізмі приладу на вимірювальному стрижні нарізано зубчасту рейку, яка входить у зачеплення із зубчастим колесом. На одній осі з цим колесом розташоване інше колесо, від якого обертання передається на центральне зубчасте колесо з великою стрілкою. Із центральним колесом також взаємодіє колесо, з'єднане з пружиною, що призначена для усунення зазорів у передачі. Додаткова пружина створює необхідне вимірювальне зусилля.

Під час проведення вимірювань індикатор годинникового типу закріплюють у кронштейні вимірювальної стійки. Схеми використання індикатора демонструють способи визначення відхилень різних параметрів поверхонь.

Під час контролю геометричних параметрів деталей визначають відхилення від прямолінійності, паралельності площин, круглості, а також відхилення паралельності осі відносно площини і перпендикулярності осей.

Після встановлення деталі на базову площину підводять стійку 1 із закріпленим індикатором годинникового типу. Прилад розташовують так, щоб вимірювальний наконечник торкався контрольованої поверхні з потрібним вимірювальним зусиллям; при цьому мала стрілка повинна показувати приблизно одну поділку шкали.

Далі звільняють стопор 3 і повертають кругову шкалу до суміщення нульової поділки з великою стрілкою, після чого шкалу знову фіксують стопором. Після цього прилад вважається підготовленим до роботи.

Під час вимірювання, наприклад відхилення від прямолінійності, стійку з індикатором переміщують у положення II та знімають показання зі шкали. Різницю між показаннями індикатора в положеннях I і II приймають за фактичне відхилення поверхні від прямолінійності.

Окрім індикаторів годинникового типу широко застосовують також багатооборотні індикатори та важільно-зубчасті вимірювальні головки. Вони відрізняються тим, що поєднують зубчасту та важільну передачі, що дозволяє досягти більшої точності вимірювання — з ціною поділки 1–2 мкм.

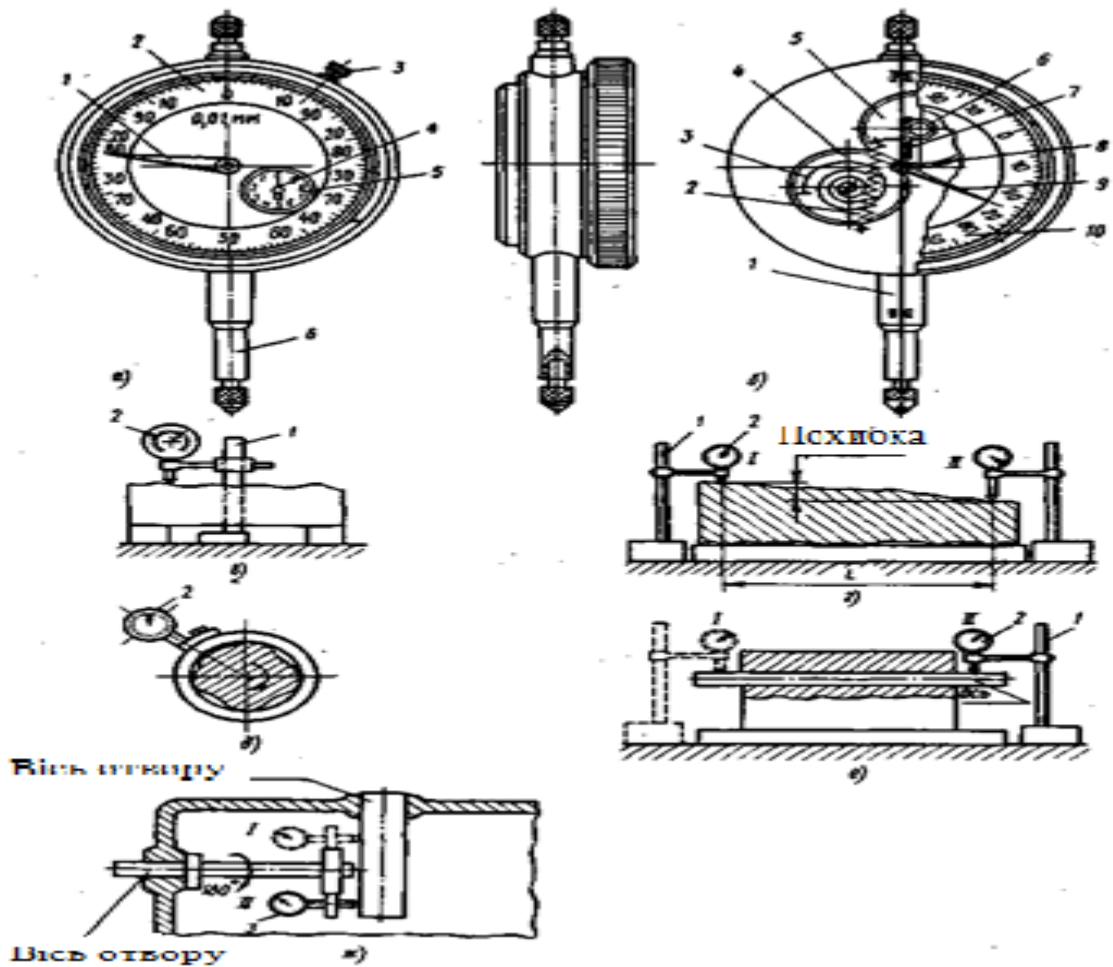


Рис.4. Індикатор годинного типу (а) і його пристрій (б), приклади виміру відхилень від прямолінійності (в), паралельності (г), круглості (д), паралельності осі щодо площини (е), перпендикулярності осей (ж).

Індикаторні нутроміри.

Індикаторні нутроміри є одними з найпоширеніших приладів, які застосовують для вимірювання внутрішніх розмірів деталей порівняльним способом. Вони випускаються з ціною поділки 0,01 мм відповідно до ГОСТ 868-82, а також 0,001 мм і 0,002 мм згідно з ГОСТ 9244-75. Конструкція нутроміра така: у корпуса 11 встановлена втулка 8, у яку з одного боку вкручений нерухомий вимірювальний стрижень 10, а з іншого розміщений рухомий стрижень 1. Цей стрижень впливає на важіль 12, що закріплений на осі 2. Положення нерухомого стрижня 10 фіксується за допомогою стопорної гайки 9. У середині трубки 4 знаходиться шток 3, на який діють вимірювальний стрижень індикатора годинникового типу 6 та спіральна пружина 5, відтискаючи його вниз. Через кулькову опору 7 шток передає рух на важіль 12,

який переміщує рухомий стрижень 1 у крайнє ліве положення. Завдяки цьому створюється необхідне вимірювальне зусилля.

Для правильного встановлення приладу в отворі використовується центрувальний місток 13 з двома пружинами 14, що забезпечує суміщення осі нутроміра з віссю вимірюваного отвору.

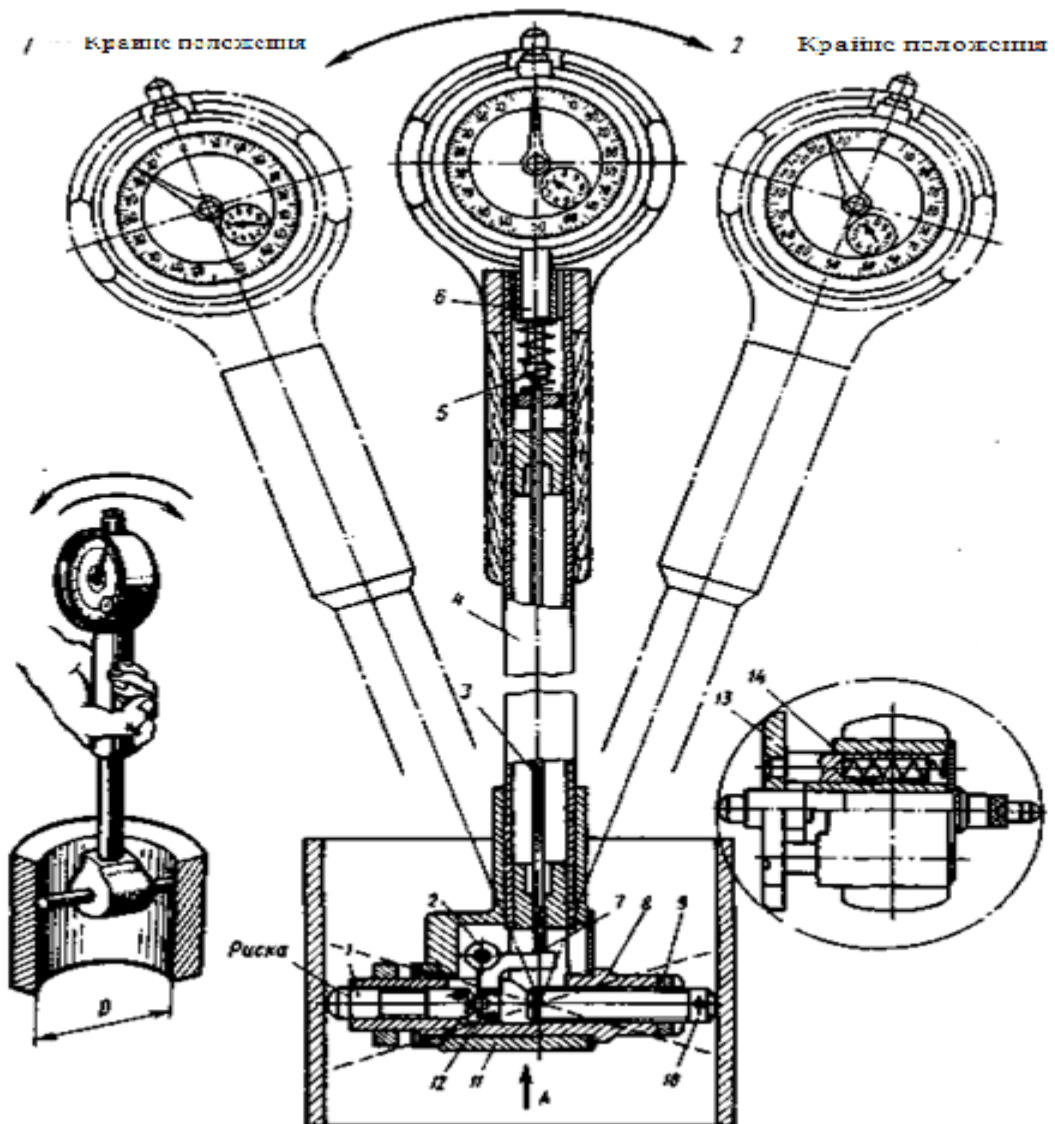
Центрувальний елемент 13 із двома пружинами 14 призначений для суміщення осі нутроміра з діаметральною площиною отвору. Під час виконання вимірювання прилад доторкається до поверхні отвору в чотирьох точках: трьох рухомих і одній нерухомій. ідповідно до номінального розміру отвору, який перевіряється, підбирають потрібний нерухомий вимірювальний стрижень.

Його вкручують у корпус нутроміра та закріплюють гайкою 9. При цьому риска на рухомому стрижні 1 має збігатися з торцевою поверхнею втулки 8.

Нутромір установлюють на номінальний розмір за допомогою настановного кільця або блока кінцевих мір довжини з боковиками, який закріплюють у струбцині. Коли під час погойдування нутроміра стрілка індикатора досягає найбільшого відхилення, нульову поділку шкали поєднують зі стрілкою індикатора.

Нутромір у вимірюваний отвір уводиться обережно при віджатому містку, що центрує.

Рис. 5. Індикаторний нутромір.



Нутроміру надають положення, показане на рис. 5 пунктирною лінією (індикатор годинникового типу умовно повернений на 90°), після чого визначають найбільше відхилення стрілки індикатора і виконують відлік

Відхилення вважають від'ємним, якщо стрілка індикатора відхиляється вправо від нульової позначки (це означає, що фактичний розмір менший за номінальний або настроювальний). Відхилення вважають додатним, якщо стрілка не доходить до нульової позначки, тобто дійсний розмір більший за номінальний.

Діаметр вимірюваного отвору визначають як алгебраїчну суму номінального розміру блока плоскопаралельних кінцевих мір довжини, за яким був налаштований нутромір, та відліку від нульового показання індикатора

годинникового типу. Під час установлення індикатора на нуль необхідно забезпечити попередній натяг, що відповідає 1–2 обертам великої стрілки.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть метод вимірювання у вивчених приладах?
2. Охарактеризуйте важливі частини кожного з розглянутих вимірювальних приладах.
3. Дайте визначення послідовності вимірювальної схеми мікрометра, оптикатора, важільної скоби та важільного мікрометра.
4. Назвіть переваги оптикатора в порівнянні з мікрометром?
5. Дайте відповідь чому дорівнює ціна поділки шкали вимірювальних засобів.
6. Назвіть відносний метод вимірювання?
7. Охарактеризуйте еталон, за допомогою якого працюють вимірювальні засоби?
8. Як визначається допустима похибка вимірювання?
10. Охарактеризуйте на який розмір варто настроювати вимірювальний засіб при його настройці до перевірки деталі?

Протокол звітності до лабораторної роботи № 4

П.І.П здобувача та № академічної групи.

Таблиця звіту

Визначення поверхні, що контролюється	
Вимірюваний діаметр, мм, та умовне позначення поля допуску	
Допустимі відхилення, мкм: верхній нижній	es= ei=
Допустимі розміри, мм: максимальний мінімальний	dmax= dmin=
Допустима межа виміру, мкм	$\delta d =$
Характеристика вимірювального засобу	
Вид вимірювального засобу	
Похибки виміру приладу, мм	
Похибки виміру шкали, мм	
Поділки шкали вимірювального механізму, мм	
Послідовність вимірювання	Схема розташування поля допуску деталі що перевіряється
Очікуваний результат вимірювання, мм	Відхилення від форми поверхні
dAI = dAII = dAIII = dVI = dVII = dVIII =	Овальність, мм _____
	Бочкоподібність, мм _____
	Сідлоподібність, мм _____
	Конусоподібність, мм _____

Лабораторна робота № 5

Тема: Визначення якості продукції машинобудування

Мета роботи:

ознайомитися з видами відхилень якості машинобудування;

розглянути будову вимірювальних приладів для визначення якості продукції машинобудування;

розглянути методику вимірювання якості продукції машинобудування;

провести контроль форми та розташування поверхонь заданої деталі за допомогою індикаторних інструментів.

Обсяг навчального часу: 8 год

Матеріальне забезпечення: індикатор ИЧ ГОСТ 577-68; індикаторний нутромір ИН; прилад ПБМ-200; індикаторні штативи; набори для встановлення нутромірів;

План заняття:

1. Розглянути фізичні величини та показники якості.
2. Опанувати навички використання індикаторних інструментів.
3. Здійснити контроль індикатором зовнішніх розмірів запропанованого виробу.
4. Здійснити контроль внутрішніх поверхонь індикаторним нутроміром запропанованого виробу.
5. Здійснити контроль індикатором торцевого та радіального биття запропанованого виробу.

Порядок виконання лабораторної роботи

1. Ознайомитися з вимогами до якості продукції машинобудування.
2. Провести вимірювання розмірів контрольованих поверхонь продукції машинобудування.

3. Для кожної контрольованої поверхні розрахувати граничні розміри та порівняти їх із фактично отриманими значеннями продукції машинобудування.

Література:

1. Фурт, Д.В., Дмитрук Л.А. Термінологія : навч. посібн. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2020. 172 с. (не перевидавалось)

2. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с. (не перевидавалось)

3. Похилько Л. К., Добров І. В. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Рекомендовано НМетАУ як підручник для студентів вищих навчальних закладів. Дніпропетровськ : ІМА-ПРЕС, 2015. 228 с. (не перевидавалось)

4. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підруч. для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с. (не перевидавалось)

5. М. С. Когут. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник. Львів: Світ. 2014. 400 с. (не перевидавалось)

Короткі теоретичні відомості, склад і порядок виконання роботи.

Якість продукції це сукупність її властивостей (або властивостей процесів та послуг), що визначають здатність задовольняти певні потреби. Кожна характеристика продукції є об'єктивною особливістю, яка відрізняє її від інших видів продукції.

Якість виготовлення відображає комплекс властивостей процесу виробництва, що визначають відповідність продукції встановленим вимогам. Показник якості продукції — це кількісна оцінка однієї або кількох її властивостей у певних умовах виробництва, експлуатації чи споживання.

Наука, яка займається кількісною оцінкою якості продукції, називається кваліметрією. Основне її завдання — визначення переліку показників якості, розробка методів і засобів їх розрахунку, вимірювання, контролю та

оптимізації; виділення узагальнених показників; прогнозування змін якості у часі та просторі; управління рівнем якості продукції та створення системи стандартів (наприклад, ДСТ 180 9001-95, ДСТ 180 9002-95).

Практичні завдання контролю якості включають розробку методів визначення оптимальних показників, аналіз вимог до продукції, оцінку точності та порівняння результатів вимірювань, а також уніфікацію методів і засобів визначення властивостей продукції, що впливають на її якість.

Поняття фізичних величин

Фізичні величини та показники якості не є тотожними. Фізичні величини описують властивості, які разом визначають якість продукції. Вони відображають об'єктивні характеристики природи, тоді як показники якості відображають суспільну потребу за певних умов. Наприклад, маса є фізичною величиною, а маса виробу є показником його зручності для транспортування; швидкість є фізична величина, а експлуатаційна швидкість автомобіля чи літака є показники їх призначення; освітленість фізична величина, а освітленість робочого місця ергономічний показник якості продукції.

Приклади відносних показників якості

Абсолютні показники якості можуть бути як розмірними, так і безрозмірними, тоді як відносні показники завжди безрозмірні. Наприклад, відносна трудомісткість виготовлення продукції визначається за співвідношенням фактичної трудомісткості до базової або стандартної трудомісткості заготовок (%): якості продукції машинобудування, де $T_{тз}$ - відносна трудомісткість (%) виготовлення продукції за обсягом трудомісткості виготовлення заготовок T , нормо-год; T - загальна трудомісткість виготовлення продукції, нормо-год.

Відносна вартість продукції за вартістю заготовок (%): $\hat{A}_{AC} = \frac{\hat{A}_C}{\hat{A}}$ де $B_{вз}$ - відносна вартість (%) виготовлення продукції за вартістю виготовлення заготовок $B_з$, грн;

B - загальна вартість виготовлення продукції, грн.

Якість продукції визначається багатьма факторами. У машинобудуванні вона залежить від технічного рівня галузі досконалості конструкцій, технологічності, матеріально-технічного забезпечення, якості матеріалів і комплектуючих, енерго- та матеріаломісткості, рівня механізації та автоматизації виробництва, стандартизації й сертифікації. Також важливими є експлуатаційні характеристики продукції: надійність, ремонтпридатність, економічність, ергономічність, безпека, патентна чистота та дизайн.

Контроль якості, стандартизація та метрологія тісно взаємопов'язані, доповнюють одна одну і забезпечують об'єктивну оцінку роботи виробників у різних галузях, зокрема в хімічному машинобудуванні.

Кожна властивість продукції має кілька характеристик, але лише найприйнятнішу з них називають мірою. Для фізичних величин мірами є, наприклад, лінійні та кутові розміри, маса, час, тиск і швидкість. Для оцінки властивостей якості використовують відповідні показники: геометричні та механічні величини, тиск і вакуум, температуру та інші теплофізичні параметри, частоту й час, магнітні, електричні та акустичні величини.

Об'єктами вимірювань можуть бути не лише фізичні величини. У економіці поширені поняття вартості та ціни продукції. Хоч вони кількісно різняться для різних товарів, їх використовують як економічні показники, а не фізичні.

Для забезпечення єдиного підходу до вимірювань і контролю якості розробляють і впроваджують стандарти та рекомендації, які визначають терміни, методи та засоби оцінки продукції.

Питання для самоперевірки:

1. Дайте визначення якості продукції машинобудування.
2. Чим відрізняються поняття фізична величина, властивість, параметр та показник якості продукції?
3. Назовіть різницю між фізичною величиною та показниками якості продукції?

4. Охарактеризуйте приклади комплексних показників якості продукції.
5. Назвіть основні властивості?
6. Яким чином визначають показники якості продукції?

Контрольні питання навчальної дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання».

1. Охарактеризуйте односистемність і точність вимірювань. Наука метрологія. Задачі метрології.
2. Дайте визначення стандартизації, назвіть категорії стандартів.
3. Поясніть вимоги до якості продукції.
4. Охарактеризуйте категорії похибок у виготовленні та обмірюванні деталей.
5. Визначіть імовірності отримання в партії деталей, похибка виготовлення яких обмежена заданим інтервалом.
6. Визначіть емпіричні параметри закону нормального розподілу.
7. Поясніть статистичні методи управління якістю продукції. Функціональний і технологічний допуск.
8. Охарактеризуйте взаємозамінність та її види.
9. Розтлумачте поняття про номінальний, дійсний і граничний розміри.
10. Поясніть ряди лінійних розмірів R5...R80.
11. Охарактеризуйте межі відхилення від номінального розміру.
12. Які існують допуски до номінального розміру та їх графічне зображення. Фактори, що впливають на призначення допуску.
13. Поясніть що означає квалітет.
14. Охарактеризуйте посадки із зазором, натягом та перехідні.
15. Основні відхилення для створення полів допусків.
16. Поясніть поля допусків. Порядок побудови, особливості, переваги способу створення.
17. Граничні відхилення розмірів із непризначеними допусками.
18. Принцип вибору допусків і посадок.
19. Вибір квалітетів.
20. Класифікація відхилень геометричних параметрів деталей.
21. Відхилення і допуски до форми циліндричних поверхонь: круглості, циліндричності та профілю.

22. Відхилення та допуски до форми площин: площинності, прямолінійності.
23. Взаємозв'язки відхилень і допусків форми з відхиленням нульового порядку.
24. Відхилення і допуски до розташування поверхонь: паралельності, співосності, перпендикулярності.
25. Відхилення та допуски до розташування поверхонь: симетричності, перетину осей, позиційний.
26. Поняття шорсткості поверхні, базової лінії, довжини оцінки параметрів шорсткості.
27. Вибір параметрів шорсткості та їх числових значень.
28. Контроль шорсткості поверхні.
29. Еталонні, зразкові, робочі засоби вимірювання.
30. Метрологічні показники засобів вимірювання.
31. Вимірювальні головки годинникового типу, мікрокатори, оптикатори.
32. Кінцеві міри довжини.
33. Оптико-механічні ЗВ: оптиметр, довжиномір, БМІ.
34. Способи складання з'єднань з натягом; переваги, недоліки і особливості способів складання.
35. Які чинники впливають на послаблення з'єднань з натягом, як вони виникають і враховуються?.
36. Метод групової взаємозамінності. Селективне складання.
37. Класи точності підшипників кочення, чинники, що визначають якість підшипників.
38. Допуски і посадки підшипників кочення.
39. Вимоги до посадочних поверхонь під підшипники кочення.
40. Вибір посадок підшипників кочення на вал і в корпус.
41. Види посадок призматичних шпонок: вільна, нормальна, щільна.
42. Різьби: кріпильні; кінематичні; трубні. Головні параметри, вимоги до згвинчуваності.

43. Особливості геометрії метричної різьби, переваги, які зумовлені цими особливостями.
44. Якій існує граничний контур різьби.
45. Позначення допусків і посадок різьбових з'єднань.