

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ІНЖИНІРИНГУ З ГАЛУЗЕВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю G11 Машинобудування денної та заочної форм
здобуття вищої освіти

РЕКОМЕНДОВАНО

на засіданні кафедри металургійних
технологій
(протокол № 13 від 15.04.2026 р.)

ПОГОДЖЕНО

на засіданні
Науково-методичної ради Держав-
ного університету економіки і тех-
нологій
(протокол № 12 від 19.05.2026 р.)

Кривий Ріг
2026 р.

Технічні вимірювання: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G11 Машинобудування денної та заочної форм здобуття вищої освіти / уклад. Г. ЗАЙЦЕВ. Кривий Ріг : ДУЕТ, 2026. 42 с.

Укладач:	Геннадій ЗАЙЦЕВ	асистент кафедри інжинірингу з галузевого машинобудування, к.т.н.
Рецензент:	Володимир ВЕЛІТЧЕНКО	доцент кафедри інжинірингу з галузевого машинобудування, к.т.н. доцент

Відповідальний за випуск: Володимир ЗАСЕЛЬСЬКИЙ, завідувач кафедри інжинірингу з галузевого машинобудування, д.т.н., професор

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт освітнього компонента «Технічні вимірювання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G11 Машинобудування денної та заочної форм здобуття вищої освіти. Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану та силябуса освітнього компонента. Кожна лабораторна робота містить тему, мету, перелік обладнання та інструментів, теоретичні відомості, порядок виконання роботи, зміст звіту, вимоги до оформлення та контрольні питання. Наведено перелік використаної та рекомендованої літератури. Необхідний довідковий матеріал подано у додатках.

© Геннадій ЗАЙЦЕВ

ЗМІСТ

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ 4

Лабораторна робота №1

Тема: Вимірювання розмірів деталей штангенциркулем. Визначення придатності деталей за допомогою штангенциркуля..... 5

Лабораторна робота №2

Тема: Вимірювання розмірів деталей мікрометром. Визначення придатності деталей за допомогою мікрометра. 13

Лабораторна робота № 3

Тема: Вимірювання, контроль та визначення геометричних параметрів зубчатих коліс штангенінструментом. 21

Лабораторна робота № 4

Тема: Контроль відхилень граничних розмірів і форми та розташування поверхонь вала індикатором годинникового типу. 26

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 36

ДОДАТКИ..... 37

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Виконання лабораторних робіт з освітнього компонента «Технічні вимірювання» пов'язане з використанням високоточних та дорогих вимірювальних приладів, металевих деталей та інструментів, що вимагає суворого дотримання правил техніки безпеки.
2. До виконання лабораторних робіт допускаються здобувачі, які пройшли інструктаж з техніки безпеки, зареєстрували його у відповідному журналі та ознайомлені з методикою виконання робіт.
3. Перед початком роботи необхідно перевірити справність вимірювальних приладів, відсутність механічних пошкоджень, чистоту вимірювальних поверхонь та плавність рухомих частин. У разі виявлення несправностей (заклинювання механізмів, нечітке зчитування шкал тощо) необхідно негайно повідомити викладача або лаборанта. Самостійне усунення несправностей забороняється.
4. Робоче місце повинно бути чистим, впорядкованим та добре освітленим. Не допускається захаращення робочої зони сторонніми предметами.
5. Під час виконання вимірювань необхідно працювати уважно та обережно, без різких рухів, не допускати падіння приладів і уникати прикладання надмірних зусиль. Необхідно бути зосередженим, не відволікатися та не заважати іншим здобувачам.
6. Забороняється використовувати вимірювальні прилади не за призначенням, залишати робоче місце без дозволу викладача, а також працювати з пошкодженими або несправними інструментами.
7. Вимірювання виконуються лише на очищених від бруду, мастила та задирок поверхнях деталей. Під час роботи необхідно дотримуватись обережності, уникати контакту з гострими кромками та нестійко закріпленими елементами.
8. Вимірювальні прилади повинні розміщуватись на робочому столі стійко, без ризику падіння або розташування на краю робочої поверхні.
9. У разі виявлення несправностей обладнання або отримання травми необхідно негайно припинити роботу та повідомити викладача.
10. Після завершення роботи необхідно очистити прилади, встановити їх у вихідне положення та розмістити у відведених місцях або футлярах. Робоче місце слід привести в порядок. Після завершення робіт необхідно ретельно вимити руки з милом.

Пам'ятайте: недотримання правил техніки безпеки може призвести до травмування або пошкодження вимірювального обладнання.

Лабораторна робота №1

Тема: Вимірювання розмірів деталей штангенциркулем. Визначення придатності деталей за допомогою штангенциркуля.

Мета: Ознайомлення з призначенням, складом, типами штангенциркулів. Набуття практичних навичок роботи з штангенциркулями.

Обладнання, інструменти, матеріали:

- штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022;
- штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022;
- деталь з заданими розмірами.

Загальні теоретичні відомості

Штангенциркуль – універсальний штангенінструмент, призначений для вимірювань зовнішніх і внутрішніх розмірів предметів, а також глибин отворів та розмітки. Штангенциркуль — найпопулярніший інструмент вимірювання, завдяки простоті конструкції та зручності в роботі.

Конструктивно штангенциркулі розрізняють за межами вимірювання, формою вимірювальних губок і рухомої рамки, а також точністю вимірювання.

За способом зняття показів вимірювання, штангенциркулі поділяються на: ноніусні; циферблатні; цифрові.

Штангенциркулі згідно з ДСТУ EN ISO 13385-1:2022 випускають наступних типів:

ШЦ-I — штангенциркуль з двостороннім розташуванням губок для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів і з лінійкою для вимірювання глибин (рис. 1.1, а);

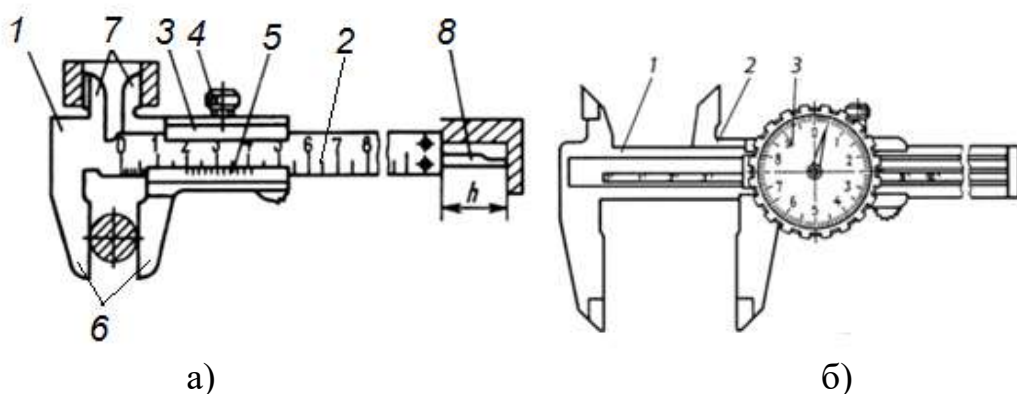


Рис. 1.1. Штангенциркулі:

а) – штангенциркуль ШЦ-I; б) – штангенциркуль ШЦК-I

ШЦК-I — (штангенциркуль з відліком за круговою шкалою рис. 1.1, б) для відліку вимірів замість ноніуса має відлікову стрілочну головку. У виїмці штанги розміщена рейка, з якою зчеплена шестерня головки, тому результати вимірювання штангенциркулем, що відповідають положенню губок, зчитують на

круговій шкалі головки за розташуванням стрілки. Це значно простіше, швидше і менш обтяжливо для виконавця, ніж зчитування відліку по ноніусу;

ШЦТ-I — з одностороннім розташуванням губок, виготовлених з твердого сплаву для вимірювання зовнішніх розмірів і глибин в умовах підвищеного абразивного зношування (рис. 1.2, а);

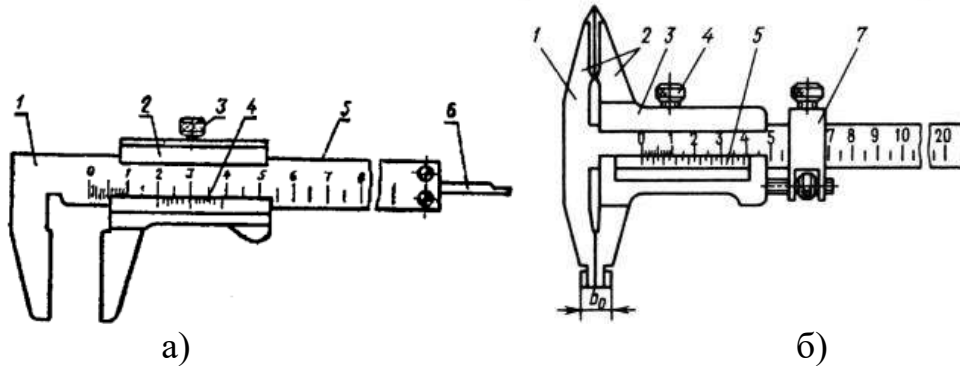


Рис. 1.2. Штангенциркулі:

а) – штангенциркуль ШЦТ-I; б) – штангенциркуль ШЦ-II

ШЦ-II — з двостороннім розташуванням губок для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів і для розмітки (рис. 1.2, б). Для полегшення останньої оснащений рамкою мікрометричної подачі 7;

ШЦ-III — з одностороннім розташуванням губок для вимірювання зовнішніх і внутрішніх розмірів (рис. 1.3).

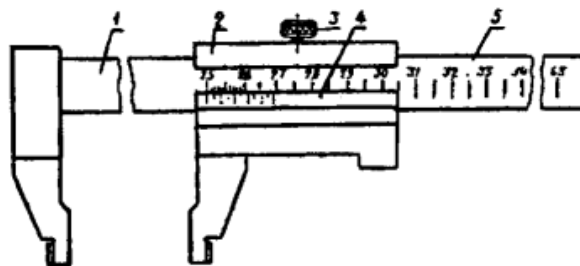


Рис. 1.3. Штангенциркуль ШЦ-III

Штангенциркулі виготовляють з границями вимірювання від 0 до 2000 мм з відліком по ноніусу 0,02; 0,05 і 0,1мм, двох класів точності 1 та 2 (для штангенциркулів з відліком по ноніусу 0,1 мм).

Також випускають більш сучасні штангенциркулі з цифровою індикацією ШЦЦ-I (рис. 1.4, а) та комп'ютеризовані (1.4, б).

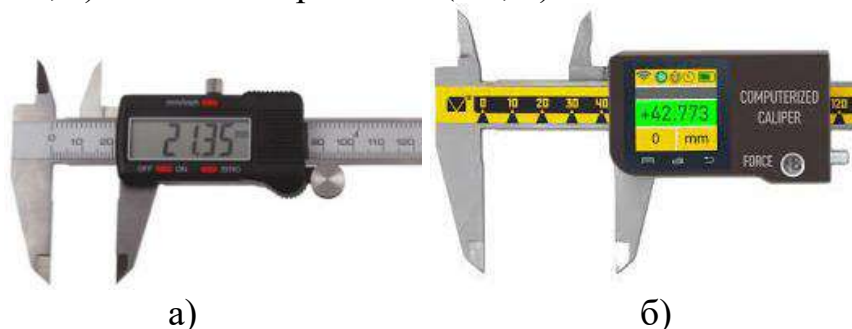


Рис. 1.4. Сучасні штангенциркулі:

а) – штангенциркуль ШЦЦ-I; б) – комп'ютеризовані

Головна перевага мікронного комп'ютеризованого штангенциркуля полягає в використанні комп'ютеризованої вимірювальної системи з внутрішньою пам'яттю, з кольоровою індикацією. Сучасні штангенциркулі точніші, зручніше, дозволяють швидше зчитувати показання вимірювань але і більш дорогі.

Приклади умовного позначення штангенциркулів

Штангенциркуль типу II з діапазоном вимірювання 0-250 мм і значенням відліку за ноніусом 0,05 мм:

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 19. ДСТУ EN ISO 13385-1:2022

Штангенциркуль типу II з діапазоном вимірювання 250-630 мм і значенням відліку за шкалою ноніуса 0,1 мм, класу точності I:

Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022

Штангенциркуль типу I з діапазоном вимірювання 0-150 мм з ціною ділення кругової шкали 0,2 мм:

Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022

Штангенциркуль типу I з діапазоном вимірювання 0-150 мм з кроком дискретності цифрового відлікового пристрою 0,01 мм:

Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022

До складу штангенциркуля (рис. 1.1, а) входять наступні складові частини.

Основна штанга 1, на яку кріпиться вся рухома арматура. На ній знаходиться основна шкала 2. Основна шкала нанесена на лінійці або штанзі і є позначковою мірою з довжиною поділок 1 мм, позначки якої є перпендикулярними до граней штанги. Вона слугує безпосередньо для вимірювання, по ній визначають абсолютне значення вимірюваної величини.

Рухлива рамка 3, що має гвинтовий фіксатор 4 та притискається внутрішньої пружинної пластиною. На ній знаходиться шкала ноніуса (додаткова шкала) 5, яка служить для ділення поділок основної шкали на частки і дає змогу відлічувати ці частки і тим самим сприяє підвищенню точності відліку по ній. Вона може бути нанесена безпосередньо на рамку, а може перебувати на пластині, закріпленої гвинтами. Це дозволяє регулювати її відносно шкали на штанзі. Штангенциркулі мають лінійний ноніус. Ноніуси виготовляють з ціною поділки (величиною відліку за ноніусом) 0,1; 0,02, 0,05 мм. Губки для вимірювань зовнішніх поверхонь 6, або великі губки. Одна з них закріплена на нерухомій штанзі, а інша — на рухомій рамці. На кінцях є вузькі поверхні, що дає додаткові можливості для вимірювання. Губки для виміру внутрішніх поверхонь 7, лінійка глибиноміра 8.

Модулем шкали ноніуса називають число, яке показує, скільком поділкам основної шкали відповідає одна поділка шкали ноніуса. Модуль γ виражається натуральними числами 1, 2, 3, ..., яке слугує для збільшення довжини поділок шкали ноніуса. Чим більший модуль γ тим більша довжина поділок шкали ноніуса і є довшою сама шкала.

- закріплюють хомутик стопорним гвинтом і, обертаючи гайку мікрометричної подачі по гвинту, створюють щільне зіткнення між губками і поверхнею деталі (тільки для ШЦ-II);
- зафіксують рухомі вимірювальні губки стопорним гвинтом;
- знімають штангенциркуль з деталі;
- виконують відлік вимірювальної величини.

Порядок відліку показань штангенциркуля за шкалами штанги і ноніуса:

- визначають число цілих міліметрів, для цього знаходять на шкалі штанги штрих, найближчий зліва до нульового штриха ноніуса;
- визначають частки міліметра, для цього на шкалі ноніуса знаходять штрих, який збігається зі штрихом шкали штанги;
- підраховують повну величину показання штангенциркуля, для цього складають відлік за основною шкалою (число цілих міліметрів) і відлік за шкалою ноніуса (часток міліметра).

Під час читання показань штангенциркуля слід тримати прямо перед очима (не збоку, це призведе до не правильних результатів вимірювань).

Порядок вимірювання штангенциркулями внутрішніх розмірів такий же, як і при вимірюванні зовнішніх, лише до відліку по шкалі треба додати сумарну товщину двох губок, розмір яких вказаний на них (крім штангенциркуль ШЦ-I).

Приклади відділків показань штангенциркуля наведені на рис. 1.7.

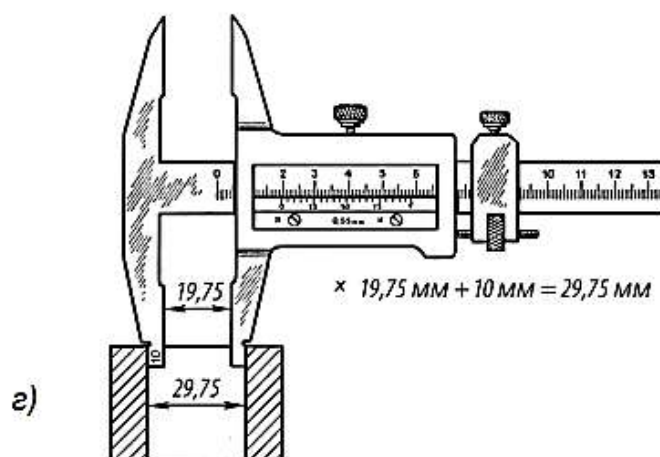


Рис. 1.7. Відлік показань штангенциркуля:
 а) – відлік 0 мм; б) – відлік 4,4 мм; в) – відлік 12,8 мм;
 г) – відлік показань при внутрішніх вимірювань

Похибки штангенциркулів. У конструкції штангенциркуля на точність вимірювання порівняно великий вплив має відхилення від прямолінійності нижньої напрямної штанги, по якій переміщується рамка.

Визначення похибок вимірювання штангенінструментів з ціною поділки ноніуса 0,05 мм виконується за допомогою плоскопаралельних кінцевих мір довжини 3 класу точності; штангенциркулі з ціною поділки ноніуса 0,1 мм – мірами 4 класу точності та інструментального мікроскопа, або збільшувального скла, якими вимірюють незбіг штрихів основної шкали і шкали ноніуса.

Похибки показів штангенінструментів не повинні перевищувати величин, наведених у табл. А.1

Порядок виконання роботи

1. Вивчити призначення, конструкцію, типи штангенциркулів.
2. Ознайомитись з методикою вимірювання деталей штангенциркулем.
3. Ознайомитись з методикою відліку показань штангенциркуля за шкалами штанги і ноніуса.
4. Вибрати і обґрунтувати вибір штангенциркуля для вимірювання заданих розмірів деталі, приведеної на рис. 1.8.
5. Виміряти деталь за заданими розмірами (рис. 1.8). Результати вимірювань занести в табл. 1.1. Оцінити відповідність дійсних розмірів заданим та визначити придатність деталі.

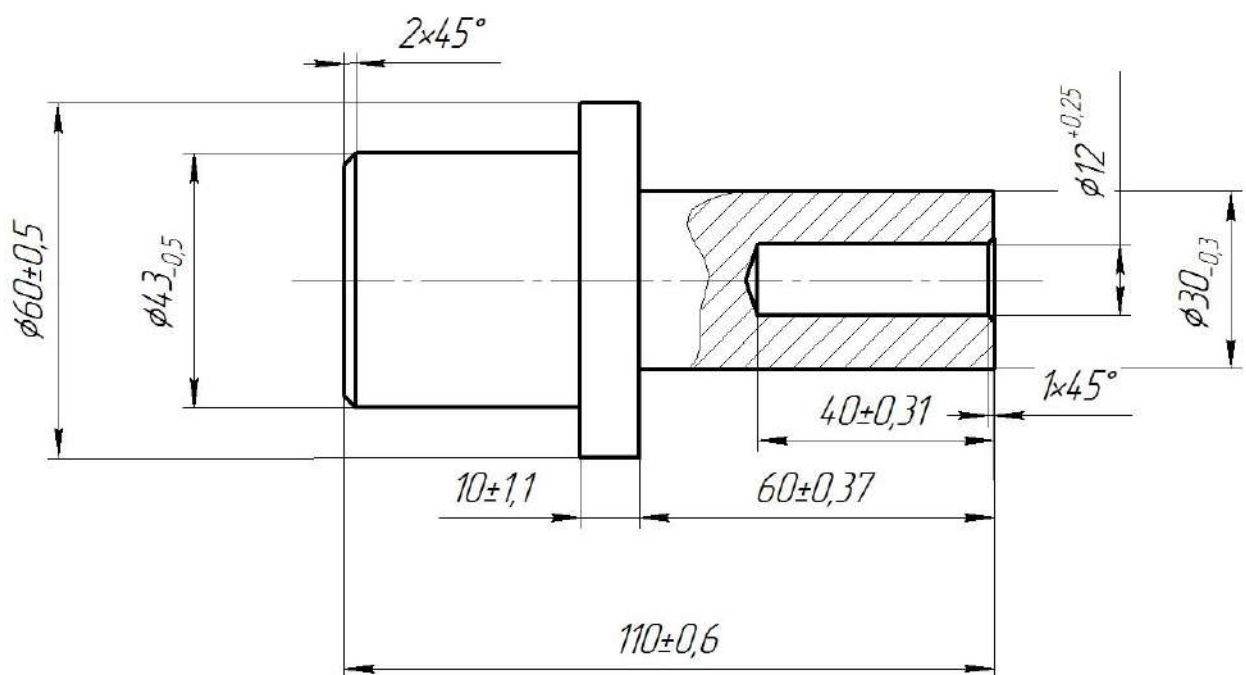


Рис. 1.8. Деталь з заданими розмірами

Результати вимірювань

Заданий розмір, мм	Тип штангенциркуля	Дійсний розмір, мм	Відповідність дійсного розміру заданому	Придатність деталі
$\varnothing 60 \pm 0,5$				
$\varnothing 43_{-0,5}$				
$\varnothing 12^{+0,25}$				
$\varnothing 30_{-0,3}$				
$10 \pm 1,1$				
$40 \pm 0,31$				
$60 \pm 0,37$				
$110 \pm 0,6$				

Зміст звіту

Номер роботи

Тема роботи

Мета роботи

Обладнання, інструменти, матеріали

1. Опис призначення штангенциркуля
2. Опис пристрою штангенциркуля ШЦ-1 та особливостей цифрового штангенциркуля
3. Обґрунтування вибору штангенциркуля для вимірювання заданих розмірів деталі (рис. 1.8).
4. Опис послідовності вимірювання заданих розмірів деталі
5. Опис відліку показань штангенциркуля за шкалами штанги і ноніуса
6. Заповнення таблиці 1.1 за результатами вимірювань
7. Оцінити відповідність дійсного розміру заданому на рис. 1.8, результати занести в табл. 1.1.
8. Визначити придатність деталі для застосування.
9. Висновок по лабораторній роботі. Наприклад, **Висновок:** На даній лабораторній роботі я ознайомився (лась) з призначенням, складом, типами штангенциркулів. Набув (ла) практичних навичок роботи з штангенциркулями.

Оформлення роботи

1. Титульний аркуш встановленого зразка додаток В
2. Правила оформлення роботи відповідно [9]

<https://drive.google.com/file/d/1JTCGoL8-WbhrhqLcwYGPpxmPV0jVFXuJ/view?usp=sharing>

Контрольні питання

1. Що таке та для чого призначений штангенциркуль?
2. З чого складається штангенциркуль ШЦ-1?
3. Які бувають типи штангенциркулів?
4. Які границі вимірювання штангенциркулів?
5. Що таке ноніус і модуль шкали штангенциркуля?
6. Який буває відлік по ноніусу для штангенциркулів?
7. Яка послідовність вимірювання штангенциркулем?
8. Який порядок відліку показань штангенциркуля за шкалами штанги і ноніуса?
9. Як визначити необхідний штангенциркуль для вимірювання заданих розмірів деталей?
10. Як визначити придатність деталі за її розмірами?
11. Як можна класифікувати штангенциркулі за методами вимірювання?

Лабораторна робота №2

Тема: Вимірювання розмірів деталей мікрометром. Визначення придатності деталей за допомогою мікрометра.

Мета: Ознайомлення з призначенням, складом, типами мікрометрів. Набуття практичних навичок роботи з мікрометром.

Обладнання, інструменти, матеріали:

- мікрометр МК 25-1 ДСТУ ГОСТ 6507:2009;
- досліджувана деталь з заданими розмірами.

Загальні теоретичні відомості

Мікрометр - універсальний, багатомірний шкальний інструмент (прилад), призначений для вимірювань лінійних розмірів абсолютним контактним методом в області малих розмірів з високою точністю (до 0,001 мм).

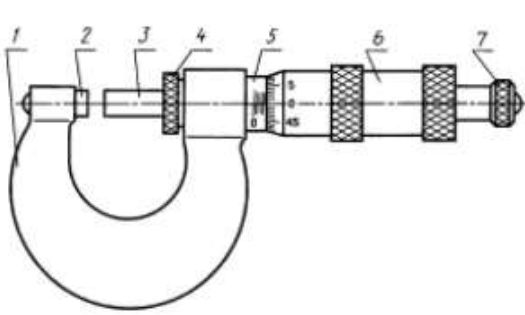
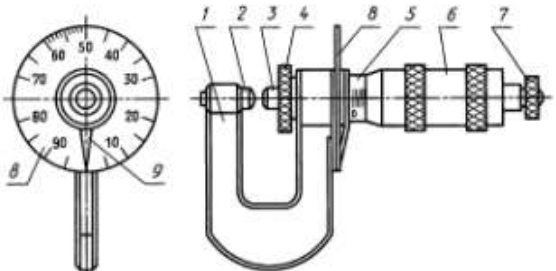
Мікрометри є широко розповсюдженими універсальними засобами вимірювання і використовуються в умовах одиничного, серійного та масового виробництва. Це інструмент вищої точності, ніж штангенінструмент.

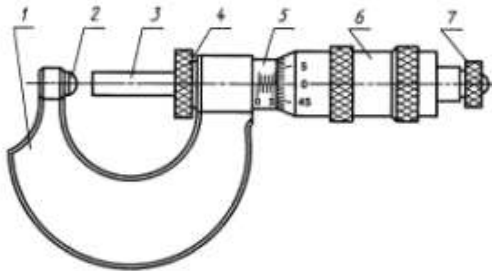
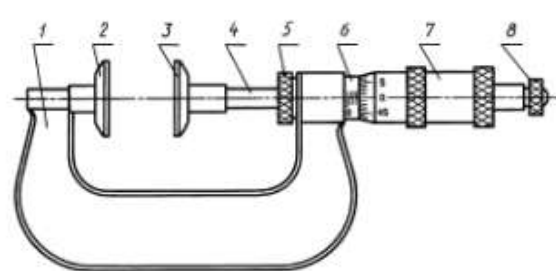
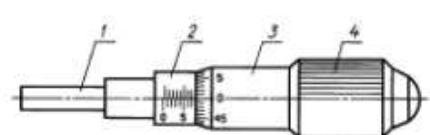
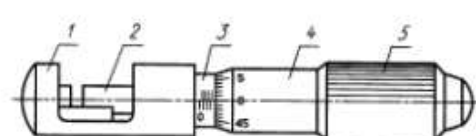
Принцип роботи мікрометра заснований на використанні точно виготовленої мікрометричної гвинтової пари (гвинт - гайка) з певним точним дрібним кроком $P = 0,5$ мм. Гвинтова пара перетворює обертовий рух мікрометричного гвинта в поступальний.

Відповідно ДСТУ ISO 3611:2019 мікрометри виготовляють наступних типів (табл. 2.1):

Таблиця 2.1

Типи мікрометрів (ДСТУ ISO 3611:2019):

<i>МК</i> – мікрометри гладкі для вимірювання зовнішніх розмірів виробів	
	1 – скоба 2 – п'ятка 3 – мікрометричний гвинт 4 – стопор 5 – стебло 6 – барабан 7 – тріскачка (фрикціон)
<i>МЛ</i> – мікрометри листові з циферблатом для вимірювання товщини листів і стрічок	
	1 – скоба 2 – п'ятка 3 – мікрометричний гвинт 4 – стопор 5 – стебло 6 – барабан 7 – тріскачка (фрикціон) 8 – циферблат 9 – стрілка

<i>MT</i> – мікрометри трубні для вимірювання товщини стінок труб	
	<ul style="list-style-type: none"> 1 – скоба 2 – п'ятка 3 – мікрометричний гвинт 4 – стопор 5 – стебло 6 – барабан 7 – тріскачка (фрикціон)
<i>MZ</i> – мікрометри зубомірні для вимірювання довжини спільної нормалі зубчастих коліс з модулем від 1мм	
	<ul style="list-style-type: none"> 1 – скоба 2 – п'ятка 3 – вимірювальна губка 4 – мікрометричний гвинт 5 – стопор 6 – стебло 7 – барабан 8 – тріскачка (фрикціон)
<i>MG</i> – мікрометричні головки для вимірювання переміщень	
	<ul style="list-style-type: none"> 1 – мікрометричний гвинт 2 – стебло 3 – барабан 4 – тріскачка (фрикціон)
<i>MP</i> – мікрометри для вимірювання товщини проволочки (дроту)	
	<ul style="list-style-type: none"> 1 – корпус 2 – мікрометричний гвинт 3 – стебло 4 – барабан 5 – тріскачка (фрикціон)

Також випускають і більш сучасні та зручні цифрові (електронні) мікрометри МК Ц (рис. 2.1) з точністю вимірювання 0,001 мм та похибкою в межах 1...3 мкм.

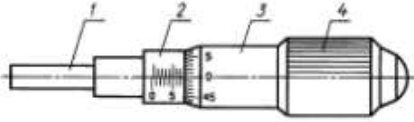
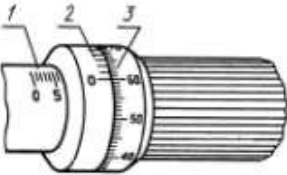
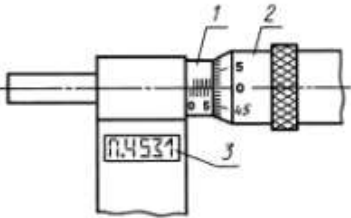


Рис. 2.1. Сучасний цифровий мікрометр МК Ц

Залежно від ціни поділки шкали та способу відліку розмірів розрізняють наступні мікрометри (табл. 2.2):

Таблиця 2.2

Схеми відліку показів мікрометрів (ДСТУ ISO 3611:2019):

Ціна поділки – 0,01 мм. Відлік показів за шкалами стебла і барабана	
	1 – мікрометричний гвинт 2 – стебло 3 – барабан 4 – тріскачка (фрикціон)
Ціна поділки – 0,001 мм. Відлік показів за шкалами стебла і барабана з ноніусом	
	1 – стебло 2 – ноніус 3 – барабан
Ціна поділки – 0,001 мм. Відлік показів за шкалами стебла і барабана з ноніусом	
	1 – стебло 2 – барабан 3 – електронний цифровий відліковий пристрій

Приклади умовного позначення мікрометрів

Мікрометр гладкий з діапазоном вимірювання 0-25 мм 2-го класу точності:

Мікрометр МК 25-2 20. ДСТУ ISO 3611:2019

Головка мікрометрична з ноніусом з діапазоном вимірювання 0-50 мм:

Мікрометр МГ Н50 ДСТУ ISO 3611:2019

Мікрометр гладкий з електронним цифровим відліковим пристроєм з діапазоном вимірювання 50-75 мм:

Мікрометр МК Ц75 ДСТУ ISO 3611:2019

Мікрометр листовий з діапазоном вимірювання 0-10 мм:

Мікрометр МЛ 10 ДСТУ ISO 3611:2019

Гладкий мікрометр МК призначений для вимірювання зовнішніх розмірів виробів. Ціна поділки – 0,01 мм. Вимірювальне переміщення мікрометричного гвинта – 25 мм. Межі вимірювань мікрометрів залежать від розміру скоби і становлять 0...25; 25...50; ...; 275...300; 300...400; 400...500 і 500...600 мм. Мікрометри МК випускають класом точності 1 та 2. Границі допустимої похибки мікрометра у будь якій точці діапазону вимірювання, а також допустима зміна показів мікрометра від згину скоби при зусиллі 10 Н вздовж осі мікрогвинта наведені в табл. Б.1.

До основних деталей та вузлів мікрометра МК належать (рис. 2.2) 1 - скоба; 2 - п'ята; 3 - гайка кільцева; 4 - стебло; 5 - мікрометрична гайка; 6 - гайка; 7 - мікрометричний гвинт; 8 - ковпачкова гайка; 9 - тріскачка; 10 - стебло.

Мікрометри для розмірів понад 300 мм оснащені змінними або пересувними п'ятами, що забезпечують діапазон вимірювань 100 мм.

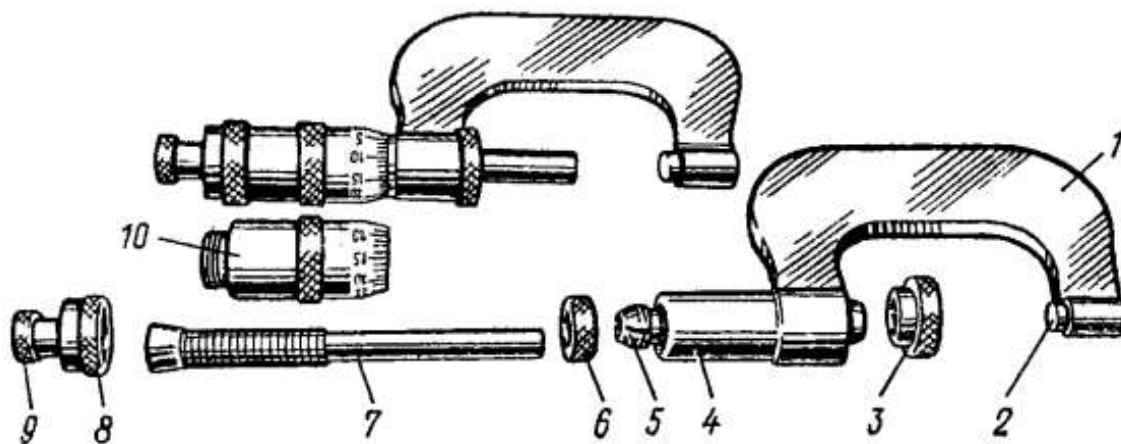


Рис. 2.2. Гладкий мікрометр МК

Тріскачка 9 забезпечує необхідне вимірювальне зусилля, яке дорівнює 7 ± 2 Н, що зменшує похибки вимірювання. Для створення необхідного вимірювального зусилля при вимірюванні достатньо повернути тріскачку до появи тріску (два-три клацання).

Відліковий пристрій мікрометричних інструментів (рис. 2.3) складається з двох шкал: поздовжньої 1 і кругової 2.

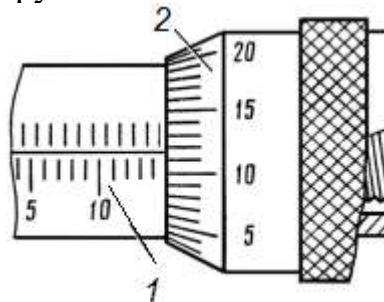


Рис. 2.3. Відліковий пристрій мікрометричних інструментів

Поздовжня шкала нанесена на стеблі і має два ряди позначок, розташованих по обидві сторони горизонтальної лінії і зміщених один відносно другого (верхній ряд зміщений відносно нижнього вправо) на 0,5 мм. Таким чином обидва ряди позначок утворюють одну поздовжню шкалу з ціною поділок 0,5 мм, що дорівнює крокові мікрометричного гвинта. Нижній ряд 1 позначок цифрований і використовується для відліку цілих міліметрів, верхній, не цифрований - для відліку половин міліметрів. Друга замкнена кругова шкала 2 нанесена на конусній поверхні барабана, одержана внаслідок поділу кола кромки барабана на 50 рівних частин. Отже, ціну поділок колової шкали барабана можна визначити за формулою:

$$i = P/n = 0,5 / 50 = 0,01 \text{ мм,}$$

де $P = 0,5$ мм- крок мікрометричного гвинта; $n = 50$ - кількість поділок кругової шкали.

Таким чином ціна поділки кругової шкали $i = 0,01$ мм.

Принцип дії відлікового пристрою мікрометричного інструмента заснований на використанні правила гвинтової пари, відповідно до якого шлях l , що проходить мікрометричний гвинт в осьовому напрямку при нерухомій гайці, прямопропорційний крокові P і числу його обертів n , тобто: $l = Pn$, мм.

Повертання барабана, а з ним і мікрометричного гвинта, на один оберт викличе переміщення мікрометричного гвинта в осьовому напрямку на $l = 0,5$ мм ($l = 0,5 \cdot 1 = 0,5$ мм) і кромка барабана переміститься від однієї позначки поздовжньої шкали до другої, отже, ціна поділок поздовжньої шкали $i = 0,5$ мм.

Якщо ж барабан повернути на одну поділку кругової шкали відносно поздовжньої горизонтальної лінії на стеблі, що буде відповідати $1/50$ оберту, то мікрометричний гвинт переміститься в осьовому напрямку на величину $l = 0,5 \cdot 1/50 = 0,5/50 = 0,01$ мм. З цього випливає, що повертання мікрометричного гвинта на одну поділку шкали барабана викличе осьове переміщення гвинта на $0,01$ мм. Отже, ціна поділок кругової шкали барабана і величина відліку мікрометра становить $0,01$ мм.

Для зручності відліку на круговій шкалі барабана, як і на поздовжній шкалі, кожна п'ята здовжена позначка позначається відповідно до цифр 0; 5; 10; 15 і т.д. до 45, які слід читати як соті частини міліметра. Нульова позначка на круговій шкалі барабана відповідає числу 50. Як зазначалось, вимірювальними поверхнями мікрометра є гладенькі, плоскі і паралельні одна одній торцеві поверхні п'ятки і мікрометричного гвинта. При стулених вимірювальних поверхнях нульова позначка кругової шкали барабана повинна збігатися з поздовжньою горизонтальною лінією на стеблі, а кромка скошеної частини барабана - з нульовою позначкою поздовжньої шкали стебла (рис. 2.4). Таке положення вимірювальних поверхонь є нульовим або установочним положенням мікрометра.

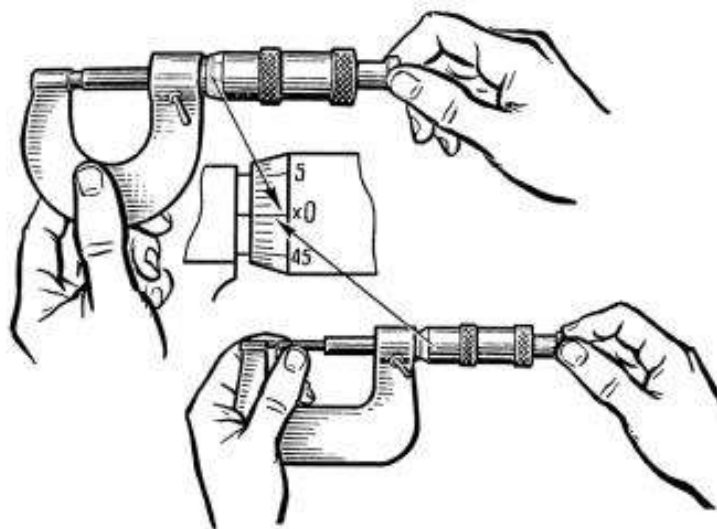


Рис. 2.4. Перевірка нульового положення мікрометра

Порядок вимірювань мікрометром. Перед вимірюванням вибирають інструмент відповідно призначенню із необхідними межами і точністю вимірювання (обґрунтування вибору), перевіряють плавність ходу мікрометричного гвинта (переміщення повинно бути плавним і без заїдань) і правильність нульового показання інструмента.

Перевірка встановлення на нуль виконується в такій послідовності (рис. 2.4):

- обертаючи цифровий барабан разом з мікрометричним гвинтом за тріскачку, приводять у зіткнення вимірювальної поверхні торців мікрогвинта і п'ятки (поки не почне прокручуватись тріскачка);
- у зімкненому положенні вимірювальних поверхонь скошений край цифрового барабана повинен зупинитись на початковій нульовій поділці шкали на стеблі, а нульова поділка відлікового барабана повинна розташуватись проти поздовжнього штриха на стеблі.

Якщо встановлення неправильне, тоді необхідно:

- а) закріпити стопором мікрогвинт;
- б) притримуючи лівою рукою скобу і корпус барабана за накатку і обертаючи правою рукою за накатку хвостовика, звільняють від мікрометричного гвинта корпус відлікового барабана;
- в) корпус барабана, який вільно сидить на мікрогвинті, повертають так, щоб відбулося нульове встановлення;
- г) притримуючи корпус барабана за накатку, з'єднують хвостовиком барабан з мікрометричним гвинтом.

Під час перевірки мікрометрів з межами вимірювання 25–50, 50–75 та ін., торці мікрогвинта і п'ятки призводять у зіткнення із спеціальною циліндричною установчою мірою або з плоскопаралельною кінцевою мірою довжини, що дорівнює нижній межі вимірювання мікрометра, тобто 25, 50 мм.

Вимірювання деталей гладкими мікрометрами

1. Встановлюють вимірювану деталь між поверхнями мікро гвинта і п'ятки і, обертаючи за тріскачку, доводять вимірювальні поверхні до деталі.

2. Закріплюють мікрогвинт стопором.

3. Здійснюють відлік по першому відліковому пристрою на стеблі, який складається з нижньої шкали, по якій визначають цілі міліметри і верхній шкалі, по якій визначають 0,5 мм, коли край барабана перейшов за штрих після цілого міліметра.

4. Здійснюють відлік по другому відліковому пристрою, що складається із шкали з ціною поділки 0,01 мм, нанесеною на конусній поверхні барабана.

5. Визначають розмір деталі підсумовуванням показань двох відлікових пристроїв (цілі і половини мм – по шкалі стебла, а соті частки мм – по шкалі барабана).

Під час читання показань мікрометр слід тримати прямо перед очима, щоб уникнути спотворень результатів вимірювань.

Наприклад. Перший відлік на рис. 2.5 складається з двох частин: 58,5 на стеблі і 0,13 на шкалі барабана. Розмір деталі $58,5 + 0,13 = 58,63$ мм.

Другий відлік: на стеблі 34,0 на шкалі барабана 0,47. Розмір деталі 34,47 мм.

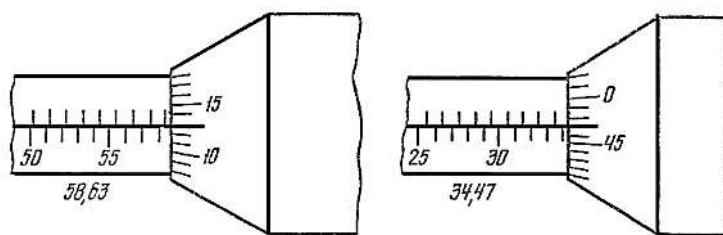


Рис. 2.5. Відлік показань на шкалі мікрометра

Порядок виконання роботи

1. Вивчити призначення, типи, конструкцію, умовне позначення мікрометрів.
2. Вивчити склад, межу вимірювань та класи точності мікрометрів МК
3. Ознайомитись з методикою вимірювання деталей мікрометром.
4. Ознайомитись з методикою відліку показань мікрометра МК за шкалами.
5. Обґрунтувати вибір мікрометра МК для вимірювання заданих розмірів деталі приведеної на рис. 2.6.
6. Виміряти деталь за заданими розмірами (рис. 2.6). Результати вимірювань занести в табл. 2.3.
7. Оцінити відповідність дійсних розмірів заданим та визначити придатність деталі.

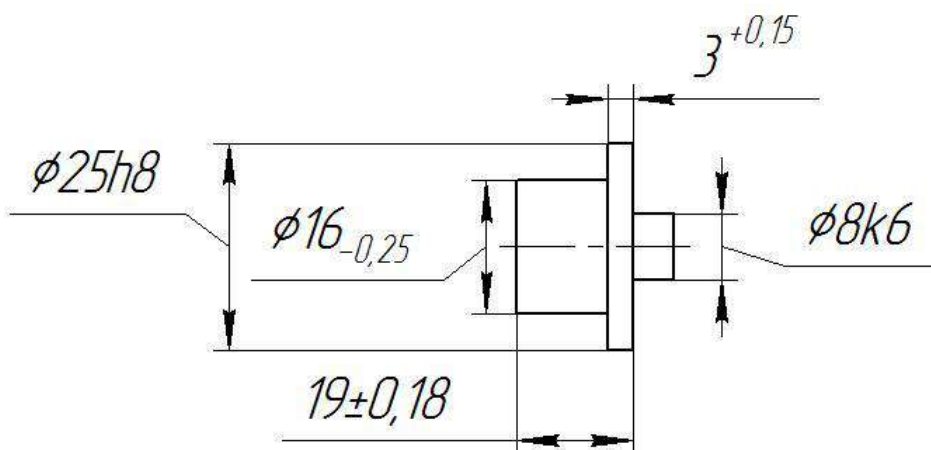


Рис. 2.6. Досліджувальна деталь з заданими розмірами

Таблиця 2.3

Результати вимірювань

Заданий розмір, мм	Тип мікрометра	Дійсний розмір, мм	Відповідність дійсного розміру заданому	Придатність деталі
Ø25h8				
Ø16-0,25				
Ø8k6				
3 ^{+0,15}				
19 ±0,18				

Зміст звіту

Номер роботи

Тема роботи

Мета роботи

Обладнання, інструменти, матеріали

1. Опис призначення мікрометра
2. Опис пристрою мікрометра МК 25-1
3. Обґрунтування вибору мікрометра для вимірювання заданих розмірів досліджуваної деталі (рис. 2.6).
4. Опис послідовності вимірювання заданих розмірів деталі
5. Опис відліку показань мікрометра за шкалами стебля і барабана
6. Заповнення таблиці 2.3 за результатами вимірювань
7. Оцінити відповідність дійсного розміру заданому на рис. 2.6, результати занести в табл. 2.3.
8. Визначити придатність деталі для застосування.
9. Висновок по лабораторній роботі. Наприклад, **Висновок:** На даній лабораторній роботі я ознайомився (лась) з призначенням, типами, складом, мікрометрів. Набув (ла) практичних навичок роботи з мікрометром.

Оформлення роботи

1. Титульний аркуш встановленого зразка додаток В
2. Правила оформлення роботи відповідно [9]

<https://drive.google.com/file/d/1JTCGoL8-WbbrhqLcwYGPpxmPV0jVFXuJ/view?usp=sharing>

Контрольні питання

1. Що таке та для чого призначений мікрометр?
2. Які бувають типи мікрометрів?
3. З чого складається мікрометр МК?
4. Які межі вимірювання і класи точності мікрометрів МК?
5. Які особливості відлікового пристрою мікрометра МК?
6. Який умовно позначаються мікрометри?
7. Яка послідовність вимірювання мікрометром?
8. Як проводиться зчитування розміру за шкалами мікрометра?
9. Як визначити необхідний мікрометр для вимірювання заданих розмірів деталей?
10. Як визначити придатність деталі за її розмірами за допомогою мікрометра?

Лабораторна робота № 3

Тема: Вимірювання, контроль та визначення геометричних параметрів зубчатих коліс штангенінструментом.

Мета: Ознайомлення з призначенням, складом штангензубоміра та основними геометричними параметрами циліндричного зубчастого прямозубого колеса. Набуття практичних навичок роботи з штангензубоміром.

Обладнання, інструменти, матеріали:

- штангензубомір ШЗН-18 ТУ 2-034-773-2004;
- штангенциркуль ШЦЦ-1-150-0,01 ДСТУ EN ISO 13385-1:2022;
- зубчасте колесо.

Загальні теоретичні відомості

Штангензубомір з ноніусом типу ШЗН призначений для вимірювання відстані між боковими поверхнями зубу циліндричних прямозубих та косозубих коліс зовнішнього зачеплення 11 і 12 ступені точності по постійній хорді або по хорді ділительного кола. Штангензубоміри застосовуються при виготовленні і ремонті різних механічних вузлів з зубчастими передачами. Штангензубоміри виготовляють наступних типів:

ШЗН-18; ШЗН-36; ШЗН-40. Штангензубомір поєднує в собі два вимірювальних засоба: штангенглибиноміра і штангенциркуля.

Штангензубомір ШЗН-18 (рис. 3.1) має кутову рамку 1 з нерухою губкою 2 в якій в двох взаємно-перпендикулярних пазах переміщується горизонтальна штанга 3 з рухою губкою 4 та вертикальна висотна лінійка 5, на яких нанесені міліметрові шкали. Рамка має два ноніуса 6, 7. Для точної установки на розмір висотної лінійки 5 і штанги 3 з рухою губкою служать мікроподачі 8, а для їх фіксації - стопорні гвинти 9.

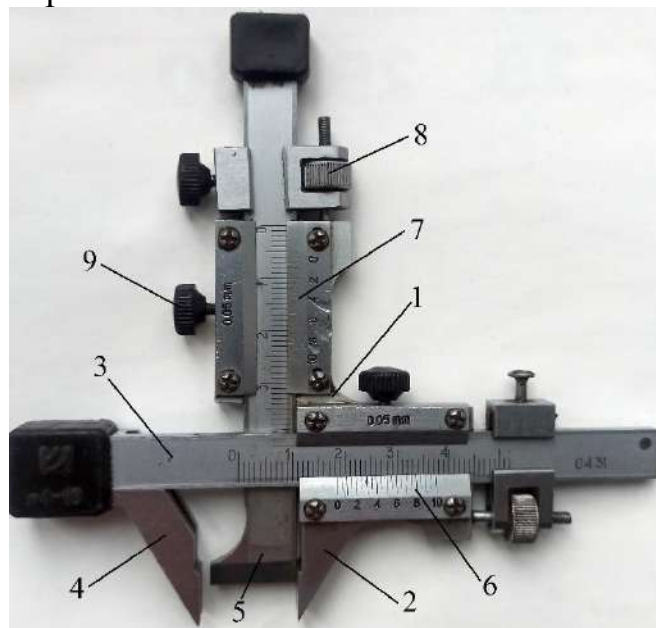


Рис. 3.1. Штангензубомір ШЗН-18

Штангензубомір ШЗН-18 має наступні метрологічні параметри:

- діапазон модулів, мм 1-18;
- діапазон вимірювання по горизонтальній шкалі, мм 0-33,4
- діапазон вимірювання по вертикальній шкалі, мм 0-23;
- відлік по ноніусу 0,05;
- похибка вимірювання, мм $\pm 0,05$

Температура робочого середовища в процесі вимірювання повинна бути $20\pm 15^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість середовища не більш 80% при температурі 25°C .

Підготовка штангензубоміра до роботи:

- перед початком вимірювання штангензубомір витримати в робочому середовищі не менш 3 годин;
- зімкнути рухому та нерухому губки і перевірити наявність просвіту між ними, при наявності просвіту штангензубомір потрібно замінити;
- перевірити правильність нульового встановлення ноніусів, для цього спочатку зімкнути губки і перевірити правильність нульового встановлення ноніуса по горизонтальній шкалі, потім роздвинувши губки на ширину висотної лінійки встановити штангензубомір на гладко плоску поверхню (можна на скло або на повірочну плиту) і опустити вимірювальну поверхню висотної лінійки на цю поверхню та перевірити правильність нульового встановлення ноніуса по вертикальній шкалі. Якщо при цьому нульові штрихи ноніусів та шкал не співпадають, то потрібно послабити гвинти, які кріплять ноніуси, змістити їх до співпаданя штрихів ноніусів та шкал, а потім затягнути гвинти.

Послідовність вимірювання:

- виставити висотну лінійку на відстань від постійної хорди до кола вершин зубців. **Постійна хорда зуба** – пряма, що з'єднує точки торкання зубчастого вінця з рейкою при безззорному зачепленні;
- встановити штангензубомір на зубчастому венці таким чином, щоб висотна лінійка притислась до вершини одного з зубців;
- зсунути рухому губку до контакту обох губок з бачними поверхнями зубу.
- виконати відлік товщини зубу по горизонтальній шкалі;
- під час вимірювання товщини зубу необхідно слідкувати щоб зубомір був встановлений на головку зубу в площині перпендикулярній до твірної зубу, а опорна поверхня висотної лінійки була перпендикулярна до радіусу колеса, який проходить через середину зуба;
- після закінчення вимірювань протерти інструмент та заховати у шухлядку.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити призначення, конструкцію, штангензубоміра.
2. Ознайомитись з метрологічними параметрами штангензубоміра ШЗН-18.
3. Ознайомитись з підготовкою штангензубоміра до вимірювання.
4. Ознайомитись з послідовністю вимірювання штангензубоміром.
5. Ознайомитись з конструкцією зубчастого колеса (рис. 3.2) та визначити перерахуванням число його зубців.



Рис. 3.2 Зубчасте колесо

6. За допомогою штангенциркуля визначити висоту зубця колеса та по формулі висоти зубця (табл. 3.1) розрахувати модуль зачеплення. Розрахункове значення модуля округлити до найближчого стандартного наведеного у таблиці Б.4.

Таблиця 3.1

Основні геометричні параметри циліндричного прямозубого не корегованого зубчастого колеса

Геометричний параметр/ одиниця вимірювання	Формула
Модуль зачеплення, мм z – число зубців	$m = \frac{d}{z} = \frac{p}{\pi}$
Крок зачеплення, мм	$p = \pi m$
Діаметр ділительного кола, мм	$d = mz$
Діаметр кола вершин, мм	$d_a = d + 2m$ або $m(z+2)$
Діаметр кола западин, мм	$d_f = d - 2,5m$ або $m(z-2,5)$
Головка зубця, мм	$h_a = m$
Ніжка зубця, мм	$h_f = 1,25m$
Висота зубця, мм	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Товщини зуба по постійній хорді, мм	$\overline{S}_c = 1,387m$
Висота до постійної хорди, мм	$\overline{h}_c = 0,748m.$

7. За формулами наведеними у таблиці 3.1 визначити товщину зубця по постійній хорді \overline{S}_c та його висоту до постійної хорди \overline{h}_c (рис. 3.3)

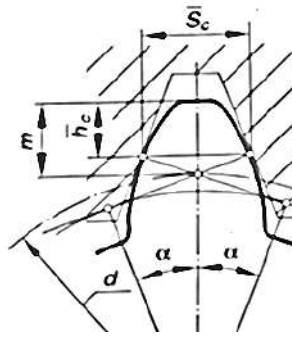


Рис. 3.3. Щодо визначення товщини зубця по постійній хорді $\overline{S_c}$ та його висоти до постійної хорди $\overline{h_c}$

8. Виставити на штангензубомірі спочатку знайдену по розрахунку висоту до постійної хорди $\overline{h_c}$, а потім товщину зубця по постійній хорді $\overline{S_c}$ (рис. 3.4) та перевірити всі зубці зубчастого колеса на наявність зазору.

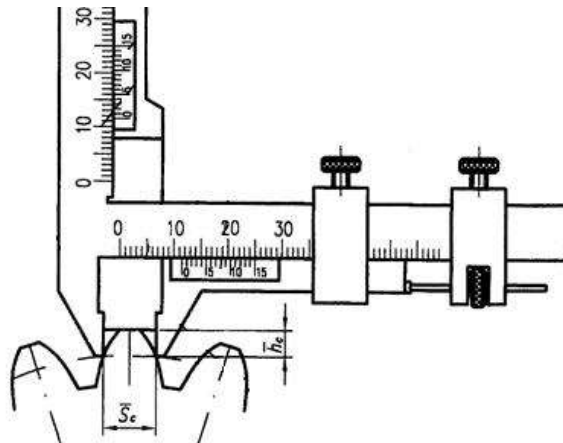


Рис. 3.4. Щодо перевірки висоти до постійної хорди $\overline{h_c}$ та товщини зубця по постійній хорді $\overline{S_c}$ на зубчастому колесі

9. Зробити висновок щодо відповідності фактичних значень висоти до постійної хорди $\overline{h_c}$, та товщини зубця зубчастого колеса по постійній хорді $\overline{S_c}$ заданим.
10. Визначити основні геометричні параметри зубчастого колеса за формулами наведеними в таблиці 3.1. Результати розрахунків занести в таблицю.

Зміст звіту

Номер роботи

Тема роботи

Мета роботи

Обладнання, інструменти, матеріали.

1. Опис призначення штангензубомірів.
2. Опис пристрою штангензубоміра ШЗН-18.
3. Опис метрологічних параметрів штангензубоміра ШЗН-18.

4. Опис підготовки штангензубоміра до вимірювань.
5. Опис послідовності вимірювання.
6. Опис визначення модуля зубчастого колеса штангенциркулем.
7. Визначення товщини зубця по постійній хорді \overline{S}_c та його висоти до постійної хорди \overline{h}_c .
8. Перевірка відповідності фактичних значень висоти до постійної хорди \overline{h}_c , та товщини зубця зубчастого колеса по постійній хорді \overline{S}_c заданим.
9. Визначення основних геометричних параметри зубчастого колеса з занесенням їх до таблиці.
10. Висновок по лабораторній роботі. Наприклад, **Висновок:** На даній лабораторній роботі я ознайомився (лась) з призначенням, складом штангензубоміра та основними геометричними параметрами циліндричного зубчастого прямозубого колеса. Набув (ла) практичних навичок роботи з штангензубоміром.

Оформлення роботи

1. Титульний аркуш встановленого зразка додаток В
2. Правила оформлення роботи відповідно [9]

<https://drive.google.com/file/d/1JTCTGoL8-WbbrhqLcwYGPpxmPV0jVFXuJ/view?usp=sharing>

Контрольні питання

1. Для чого призначені штангензубоміри?
2. З чого складається штангензубомір ШЗН-18?
3. Що означає число 18 в типі штангензубоміра та яка його точність?
4. Як можна визначити модуль зубчастого колеса?
5. Навіщо втримувати штангензубомір в робочому середовищі перед вимірюванням?
6. Як можна класифікувати штангензубомір за методами вимірювання?
7. Яка послідовність вимірювання штангензубоміром?

Лабораторна робота № 4

Тема: Контроль відхилень граничних розмірів і форми та розташування поверхонь вала індикатором годинникового типу.

Мета: Оволодіти методикою призначення граничних відхилень розмірів і допусків на похибки форми та розташування поверхонь вала. Набуття практичних навичок роботи з індикатором годинникового типу.

Обладнання, інструменти, матеріали:

- Пристрій для контролю биття ПКБ-500;
- індикатори годинникового типу ИЧ10 ДСТУ EN ISO 463:2018;
- штатив;
- вал.

Загальні теоретичні відомості

Пристрій для контролю биття ПКБ-500 призначений для контролю похибок форми і розташування поверхонь валів довжиною до 500 мм, які мають центрові отвори, що є базою в процесі вимірювань. Пристрій ПКБ-500 (рис.4.1) складається зі станини 1 з напрямними, на яких розташовані передня бабка 2 в якій закріплений нерухомий центр 3, задня бабка 4 в якій розташований рухливий центр 5 у підпружиненій пінолі 6, яка відводиться ручкою 7. Передня та задня бабка фіксуються гвинтами 8 та 9 з рукоятками. В центрах встановлено вал 10. На станині 1 розташований штатив 11 в якому закріплено індикатор 12.

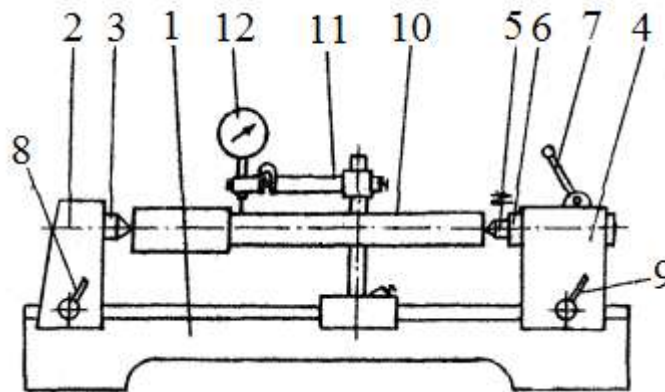


Рис. 4.1. Схема пристрою для контролю биття ПКБ-500

Індикатор годинникового типу ИЧ10 призначений для вимірювання лінійних розмірів визначення величини відхилень від заданої геометричної форми та взаємного розташування поверхонь. Може застосовуватися як у вимірювальній стійці, так і в різних контрольних і вимірювальних приладах і пристроях як показувальний пристрій індикаторної скоби, індикаторного глибиноміра або індикаторного нутроміра. Індикатор знайшов застосування у контрольно-вимірювальних операціях у машинобудуванні для проведення вимірів середньої точності у випадку, коли інші засоби вимірювань не забезпечують заданої точності.

Використовується у виробництві для контролю точності встановлення предметів обробки на технологічному обладнанні та для контролю відхилень розмірів, форми та взаємного розміщення поверхонь деталей та вузлів.

Індикатор годинникового типу ИЧ10 (рис. 4.2) складається з циліндричного корпусу 1 (метал, пластик), оцифрованої кругової (великої) шкали 2, рухомого ободка 3, великої стрілки 4, відлікової (малої) шкали 5 з малою стрілкою, втулки (гільзи) 6, вимірювального рухомого стрижня 7, змінного вимірювального наконечника 8 з сталюю або твердосплавною кулькою, вушка 9 (в деяких виконання може не бути), прозорого захисного екрана.

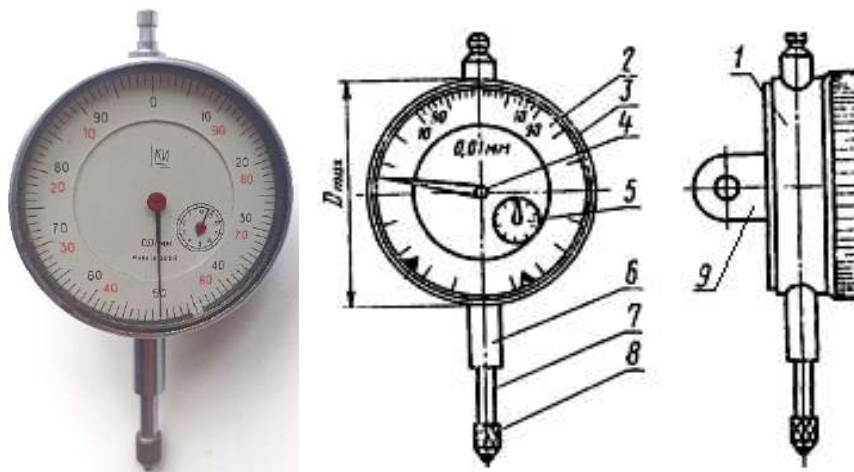


Рис. 4.2. Зовнішній вигляд індикатора годинникового типу

Для встановлення на нульову поділку відносно великої стрілки 4, велика шкала 2 повертається обідком 3. В середині корпусу змонтована рейково-зубчаста передача (рис. 4.3), яка перетворює поступальний рух вимірювального стрижня в обертальний рух стрілок кругової та відлікової шкал.

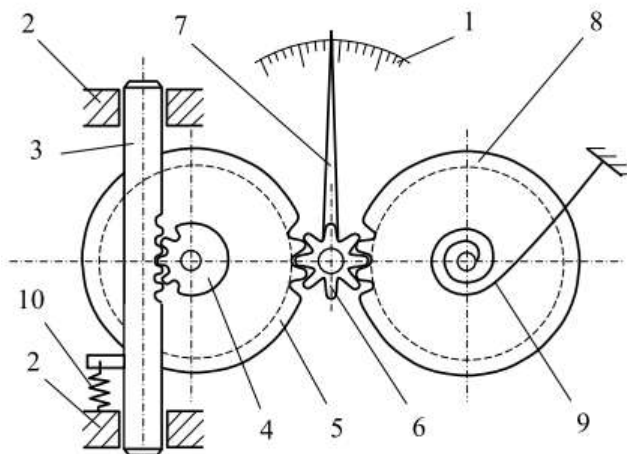


Рис. 4.3. Кінематична схема індикатора годинникового типу

Вимірювальний стрижень 3 переміщується в точних втулках напрямних 2, запресованих у гільзи корпусу. На стрижні 3 нарізана зубчаста рейка з кроком 0,625 мм, яка повертає триб 4 із числом зубців $z = 16$ (трибом у приладобудуванні називають шестерню). Зубчасте колесо 5 ($z = 100$), встановлене на одній осі з

трибом 4 та малою стрілкою відлікової шкали, передає обертання трибу 6 ($z = 10$). На осі триба 6 закріплено велику стрілку 7 кругової шкали 1. У зачепленні з трибом 6 знаходиться також зубчасте колесо 8 ($z = 100$) і втулка із спіральною пружиною 9, інший кінець якої прикріплений до корпусу. Колесо 8 під дією пружини забезпечує роботу всієї передачі приладу на одному боці профілю зуба і тим самим усуває мертвий хід передачі. Пружина 10 забезпечує зворотно-поступальний рух вимірювального стрижня та створює на ньому вимірювальне зусилля $2 \pm 0,8$ Н. Кругова (велика) шкала індикатора має 100 поділок з ціною поділки 0,01 мм, а відлікова (мала) шкала – 1 мм. Один оберт стрілки на великій шкалі відповідає переміщенню стрижня на 1 мм, а один оберт малої стрілки відлікової шкали відбувається при переміщенні стрижня на 10 мм. Також мала шкала показує кількість обертів великої стрілки.

ИЧ10 встановлюється на індикаторні стійки і штативи за допомогою фіксації за гільзу рухомого стрижня або за допомогою вушка.

Індикатор годинникового типу ИЧ10 випускають класу точності 0 та 1.

Технічні характеристики ИЧ10:

- діапазон вимірювання 0...10 мм;
- ціна поділки 0,01 мм;
- похибка $\pm 0,02$ мм;
- обертовий циферблат для встановлення на нуль;
- вушко так;
- вага 69 г;
- габаритні розміри 108x56x24 мм;
- розмах показань, мкм, не більше 3;
- найбільше вимірювальне зусилля під час прямого ходу, Н - 1,5;
- коливання вимірювального зусилля при прямому або зворотному ході, Н не більше 0,6;
- коливання вимірювального зусилля при зміні напрямку руху вимірювального стрижня, Н - не більше 0,5.

Умови експлуатації

Температура робочого простору в процесі вимірювання повинна бути $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$.

Відносна вологість повітря не більше 80% за температури 20°C .

Вміст у навколишньому середовищі агресивних газів і парів не допускається.

Приклад умовного позначення

Індикатор виконання ИЧ з діапазоном вимірювання 0...10 мм, звичайного, класу точності 1:

Індикатор ИЧ10 кл. 1 ДСТУ EN ISO 463:2018

Загальний порядок роботи з індикатором годинникового типу:

- попередньо необхідно встановити на «нуль» циферблат (по еталонній деталі);

- вимірювальний стрижень вручну піднімається, між підставою штатива і твердосплавним наконечником поміщається вимірювана деталь;
- вимірювальний стрижень опускається на поверхню деталі, шкала індикатора показує, наскільки (у сотих частках міліметра) розміри вимірюваної деталі відрізняються від еталонної.
- *Читання показань.* (рис. 4.4).
- Ціле число міліметрів відлічують за стрілкою покажчика обертів за малою шкалою. Соті частки міліметра відлічують за стрілкою великої шкали. При підйомі вимірювального стрижня (прямий хід) показання читають по зовнішніх цифрах великої шкали (збільшення за годинниковою стрілкою). При опусканні вимірювального стрижня (зворотний хід) показання читають по внутрішніх цифрах великої шкали (збільшення проти годинникової стрілки).

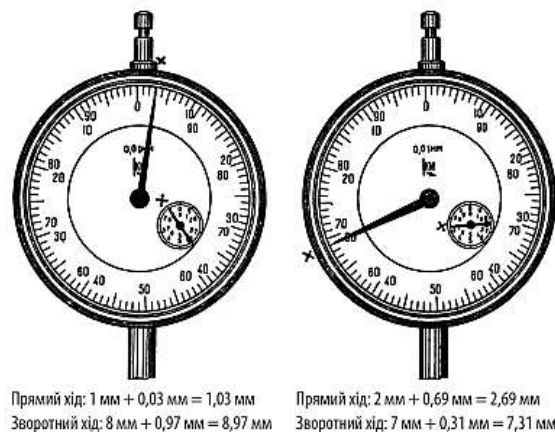


Рис. 4.4. Читання показань

Чисельні значення допусків встановлені ДСТУ ISO 1101:2018. Вибір допуску здійснюється з урахуванням номінального розміру і ступеня точності нормованої поверхні. Для кожного виду допуску форми і розташування поверхонь встановлено 16 ступенів точності. Числові значення допусків збільшуються від одного ступеня до іншого. Існує зв'язок між точністю розмірів деталей (квалітетом) і точністю форми або розташування поверхонь (ступенем точності) табл. Б.2.

Стандарт встановлює такі рівні відносної геометричної точності форми і розташування поверхонь:

А – нормальна відносна геометрична точність; допуски форми та розташування складають приблизно 60 % допуску розміру;

В – підвищена відносна геометрична точність; допуски форми та розташування становлять приблизно 40 % допуску розміру;

С – висока відносна геометрична точність; допуски форми та розташування становлять приблизно 25 % допуску розміру.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити призначення, конструкцію пристрою для контролю биття ПКБ-500.
2. Вивчити призначення, конструкцію індикатора годинникового типу ИЧ10.

3. Ознайомитись з технічною характеристикою індикатора годинникового типу ИЧ10.
4. Ознайомитись з умовами експлуатації та прикладом умовного позначення індикатора годинникового типу ИЧ10.
5. Ознайомитись з загальним порядком роботи, та читання показань індикатора годинникового типу.
6. Ознайомитись з конструкцією контрольованого вала (рис. 4.5), визначити відповідно стандарту числові значення граничних відхилень його розмірів (табл. Б.1) та допуски радіального биття TCR (табл. Б.3) на контрольованих поверхнях A , B . Значення занести в табл. 4.1.



Рис. 4.5. Контрольований вал

Таблиця 4.1

Числові значення граничних відхилень розмірів та допуски радіального биття на контрольованих поверхнях вала

Розмір	Граничні значення, мм	Поверхня	Розмір	Допуск радіального биття TCR , мм
$\varnothing 13k6$	$es =$ $ei =$	A	$\varnothing 24h9$	$TCR(A) =$
$\varnothing 18n6$	$es =$ $ei =$	B	$\varnothing 18n6$	$TCR(B) =$
$\varnothing 24h9$	$es =$ $ei =$			

7. Визначити дійсні значення відхилень розмірів контрольованого вала наведеного на рис. 4.5 та визначити його придатність. Перед виміром індикатор годинникового типу зафіксувати в затискному пристосуванні штатива і налаштувати на «нуль» за блоком кінцевих мір, розмір якого відповідає номінальному діаметру вимірюваної деталі (рис. 4.6). Для цього

вимірювальний наконечник індикатора 5 привести в дотик з блоком кінцевих мір 6 так, щоб маленька стрілка шкали індикатора відхилилася на одну-дві поділки. Це дозволить зафіксувати як позитивні, так і негативні відхилення розміру контрольованої деталі від номінального значення. Обертаючи рифлений обідок індикатора, встановити проти великої стрілки нульовий штрих основної шкали.

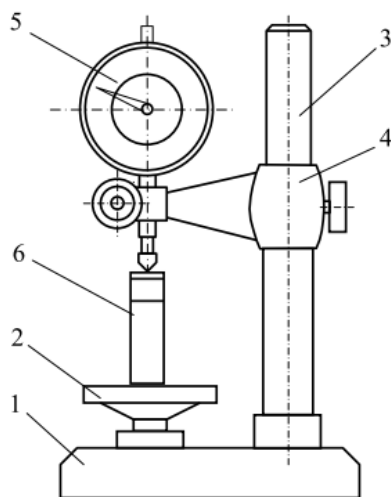


Рис. 4.6. Схема налаштування вимірювального приладу на «нуль»:

1 – основа штатива; 2 – предметний столик; 3 – стійка; 4 – рухома штанга; 5 – індикаторна голівка; 6 – блок кінцевих мір довжини; 7 – вимірювана деталь

Виконати виміри дійсних відхилень вала. Для цього встановити на предметний столик штатива вимірюваний вал 7 (рис. 4.7) і, проштовхуючи його вимірювальну ділянку під вимірювальним наконечником індикаторної голівки, визначити максимальне відхилення великої стрілки від нуля, спочатку у поділках шкали, а потім – у міліметрах. При цьому звернути увагу на знак відхилення. Якщо стрілка відхилилася від нуля за годинною стрілкою, то знак позитивний, якщо проти – негативний. Результати вимірювань занести до табл. 4.2 і визначити придатність вала.

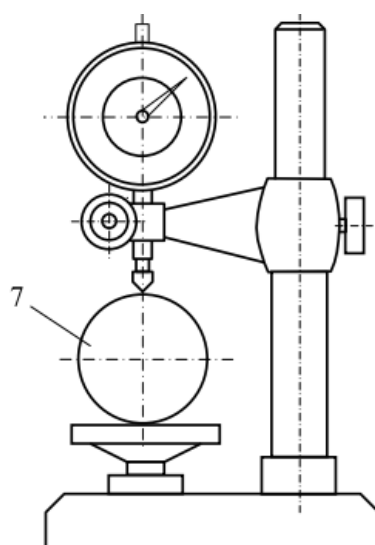


Рис. 4.7. Визначення дійсних відхилень розмірів ділянок вала

Результати вимірювань дійсних відхилень розмірів ділянок вала

Розмір	$\varnothing 13k6$	$\varnothing 18n6$	$\varnothing 24h9$
Дійсне відхилення, мм			

8. Визначити дійсні значення радіального биття на контрольованих поверхнях *A* і *B* вала (рис. 4.5) та визначити його придатність.

Контрольований вал встановлюємо в пристрій для контролю биття ПБМ-500 (рис. 4.8)

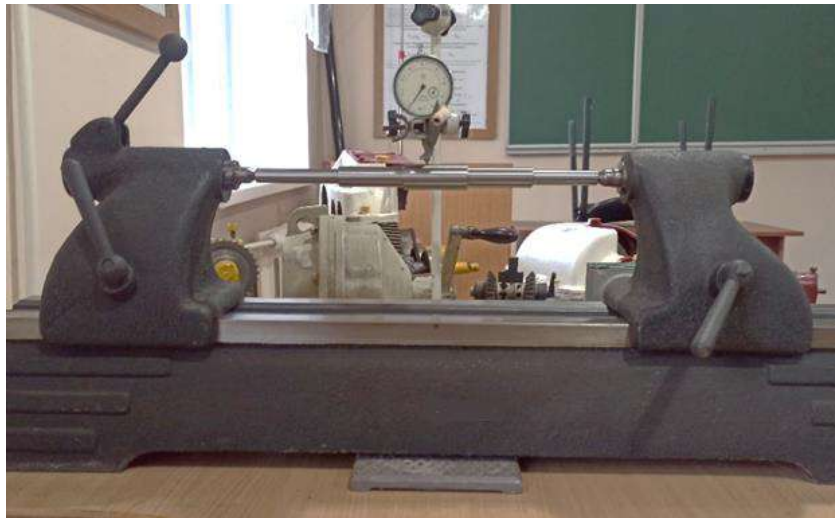


Рис. 4.8. Щодо контролю радіального биття вала

Вимірювальним наконечником індикатора торкаємось вимірювальної поверхні *A* вала так, щоб маленька стрілка шкали індикатора відхилилася на одну-дві поділки забезпечуючи натяг. Це дозволить фіксувати як позитивні, так і негативні значення радіального биття поверхонь контрольованого вала. Значення натягу має бути більше, ніж допустимі відхилення радіального биття. Обертаючи рифлений обідок індикатора, встановлюємо проти великої стрілки нульовий штрих основної шкали – встановлення індикатора на «нуль» (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Встановлення індикатора на «нуль» для контролю радіального биття вала

Далі робимо один оберт вала і фіксуємо дійсні максимальні і мінімальні значення поверхні *A* з відповідними знаками (рис 4.10). Якщо стрілка відхилилася від нуля за годинною стрілкою, то знак позитивний, якщо проти – негативний. Аналогічно робимо для поверхні *B* (рис. 4.11).

Величина радіального биття визначається як різниця найбільших і найменших показань вимірювальної головки при повороті деталі на один оберт.

$$ECR = n_{\max} - n_{\min}.$$

Результати дійсних вимірювань порівняти з табличними та занести до табл. 4.3 і визначити придатність вала.

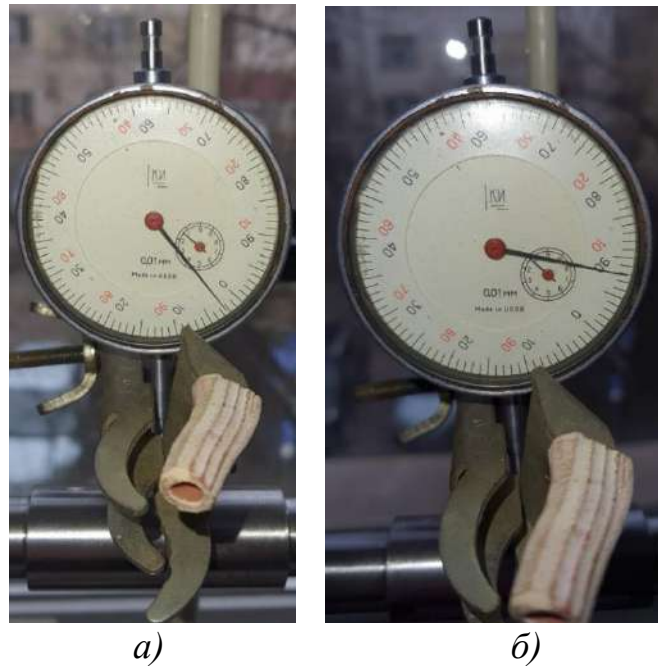


Рис. 4.10. Визначення дійсних значень радіального биття вала на поверхні *A*:
a) максимальне; *б)* мінімальне

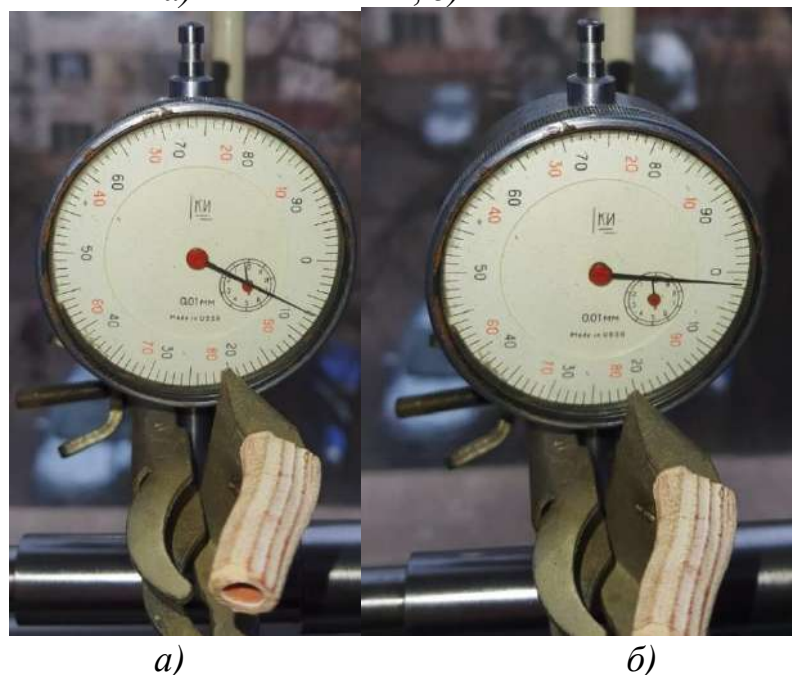


Рис. 4.11. Визначення дійсних значень радіального биття вала на поверхні *B*:
a) максимальне; *б)* мінімальне

Визначення радіального биття поверхонь контрольованого вала та його придатність

Поверхня	Розмір	Табличний допуск радіального биття TCR , мм	Дійсні значення відхилень n , мм	Дійсні значення радіального биття ECR , мм	Висновок
A	$\varnothing 24h9$	$TCR(A) =$	$n(A)_{max} =$ $n(A)_{min} =$	$ECR(A) =$	
B	$\varnothing 18h6$	$TCR(B) =$	$n(B)_{max} =$ $n(B)_{min} =$	$ECR(B) =$	

Пояснення щодо вимірювання радіального биття наведена на рис. 4.12

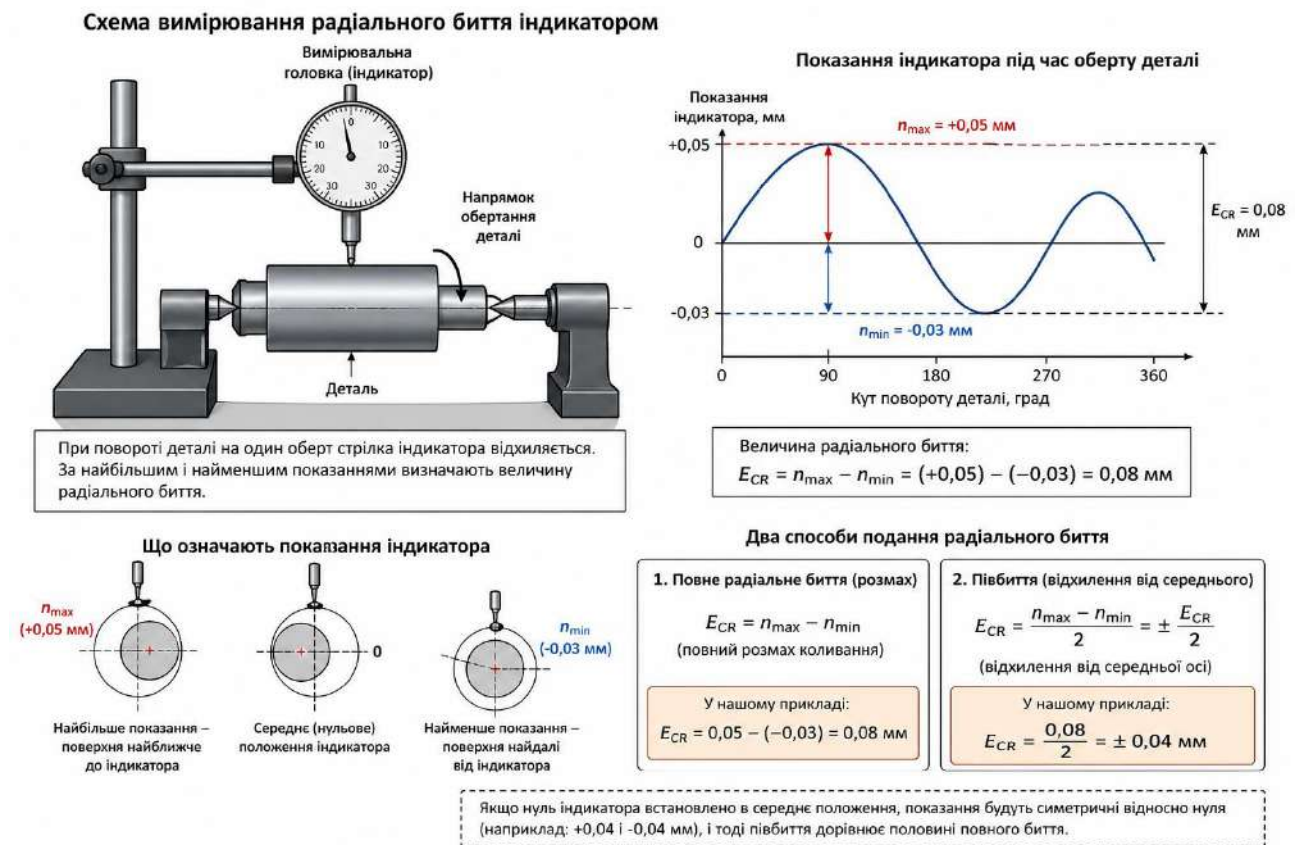


Рис. 4.12. Пояснення щодо вимірювання радіального биття

Зміст звіту

Номер роботи

Тема роботи

Мета роботи

Обладнання, інструменти, матеріали.

1. Опис призначення та будова пристрою для контролю биття ПКБ-500.

2. Опис призначення та будова індикатора годинникового типу ИЧ10 .
3. Опис технічних характеристик та умов експлуатації індикатора годинникового типу ИЧ10.
4. Опис загального порядку роботи з індикатором годинникового типу.
5. Визначення відповідно стандарту числових значень граничних відхилень його розмірів вала та допуски радіального биття T_{CR} на контрольованих поверхнях A, B .
6. Визначення дійсні значення відхилень розмірів контрольованого вала та визначення його придатності.
7. Визначення дійсних значень радіального биття на контрольованих поверхнях вала та визначення його придатності.
8. Висновок по лабораторній роботі. Наприклад, **Висновок:** На даній лабораторній роботі я оволодів (ла) методикою призначення граничних відхилень розмірів і допусків на похибки форми та розташування поверхонь вала. Набув(ла) практичних навичок роботи з індикатором годинникового типу.

Оформлення роботи

1. Титульний аркуш встановленого зразка додаток В
2. Правила оформлення роботи відповідно [9]

<https://drive.google.com/file/d/1JTTCGoL8-WhbrhqLcwYGPpxmPV0jVFXuJ/view?usp=sharing>

Контрольні питання

1. Для якого типу вимірювальних засобів відносяться індикатори годинникового типу?
2. З яких основних елементів складаються індикатори годинникового типу?
3. Що означає число 500 в типі пристрою для контролю биття ПКБ-500?
4. До якої групи вимірювальних пристроїв відносяться індикатори годинникового типу?
5. Що означає число 10 в типі індикатора годинникового ИЧ10?
6. Навіщо робити натяг при вимірюванні індикатором годинникового типу?
7. До якого виду допусків відноситься допуск радіального биття та як він позначається на креслениках?
8. Як можна класифікувати індикатор годинникового типу за методами вимірювання?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ EN ISO 13385-1:2022. Геометричні характеристики виробів (GPS). Обладнання для вимірювання розмірів. Частина 1. Штангенциркулі. Конструктивні характеристики та метрологічні характеристики [Чинний від 2023-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2022. 24 с. (Інформація та документація).
2. ДСТУ ISO 3611:2019. Геометричні характеристики виробів (GPS). Засоби вимірювальної техніки. Мікрометри для вимірювання зовнішніх розмірів. Конструктивні та метрологічні характеристики [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2019. 28 с. (Інформація та документація).
3. ДСТУ EN ISO 463:2018. Геометричні характеристики виробів (GPS). Засоби вимірювальної техніки. Індикатори годинникового типу. Конструктивні характеристики та метрологічні характеристики (EN ISO 463:2006, IDT) [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 24 с. (Інформація та документація).
4. ТУ 2-034-773-2004 Штангензубомір. Інструкція.
5. Базієвський С. Д., Дмитришин В. Ф. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник. Київ : видавничий дім “Слово”, 2004. 504 с.
6. Набродов В. З. Допуски, посадки та технічні вимірювання: підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
7. Сірий І.С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання (2- е видання доповнене і перероблене: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2009. 353 с.
8. Технічні вимірювання: конспект лекцій та самостійної роботи для здобувачів спеціальності G11 Машинобудування на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти усіх форм навчання / уклад. Г. ЗАЙЦЕВ. Кривий Ріг, ДУЕТ 2026. 68 с.
9. Вимоги з оформлення письмових робіт у державному університеті економіки і технологій. / за ред.: О.М. Кондратюк. Кривий Ріг: ДУЕТ, 2020. 53 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/1JTTCGoL8-WhbrhqLcwYGPpxmPV0jVFXuJ/view?usp=sharing>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

**Границі допустимої похибки штангенциркулів
(за ДСТУ ISO 13385-1:2022, скорочено)**

Довжина вимірювання	Границі допустимої похибки (\pm), мм							крок дискретності цифрового пристрою
	ціна поділки з відліком за ноніусом			ціна поділки кругової шкали				
	0,05	0,1 для класу точності		0,02	0,05	0,1 для класу точності		
		1	2			1	2	
До 100	0,05	0,05	0,10	0,03	0,04	0,05	0,08	0,01
Понад 100 до 200				0,04				0,03
« 200 « 300		0,10	0,10	-	-	-	-	-
« 300 « 400	0,05							
« 400 « 600	0,06							
« 600 « 800	0,07							
« 800 « 1000								

Таблиця А.2

Границі допустимої похибки мікрометрів типу МК, мкм

Діапазон вимірювання, мм	Відлік показів мікрометра				Допустима зміна показів мікрометра від згину скоби	
	За шкалами стебла і барабана Класів точності		За шкалами стебла і барабана з ноніусом	За електронним цифровим пристроєм Класів точності		
	1	2		1		2
0-25	± 2	± 4	± 2	± 2	± 4	2
25-50	$\pm 2,5$					
50-75				± 3	± 5	± 3
75-100						
100-125						
125-150						
150-175	± 4	± 6	± 4			4
175-200						
200-225						
225-250	± 5	± 8	± 4			5
250-275						
275-300						
300-400	± 6	± 10	-			6
400-500						
500-600						

**Граничні відхили валів розмірами від 1 до 500 мм
(за ДСТУ ISO 286-2:2002, вибірка)**

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Граничні відхили, мкм										
Від 1 до 3	-6 -12	-2 -8	0 -6	+3,0 -3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-
Понад 3 до 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-
6 – 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-
10 – 14	-16	-6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-
14 – 18	-27	-17	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-
18 – 24	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-
24 – 30	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
30 – 40	-25	-9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
40 – 50	-41	-25	-16	-8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
50 – 65	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
65 – 80	-49	-29	-19	-9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
80 – 100	-36	-12	0	+11,0	4-25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
100 – 120	-58	-34	-22	-11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
120 – 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
140 – 160	-43 -68	-14 -39	0 -25	+12,5 12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +4	+90 +65	+125 +100	+159 +134
160 – 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
180 – 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
200 – 225	-50 -79	-15 -44	0 -29	+14,5 14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +180
225 – 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
250 – 280	-56	-17	0	+16,0	+36	+52	+66	+88	+126 +94	+190 +158	+250 +218
280 – 315	-88	-49	-32	16,0	+4	+20	+34	+56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
315 – 355	-62	-18	0	+18,0	+40	+57	+73	+98	+144 +106	+226 +190	+304 +268
355 – 400	-98	-54	-36	-18,0	+4	+21	+37	+62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
400 – 450	-68	-20	0	+20,0	+45	+63	+80	+108	+166 +126	+272 +232	+370 +330
450 – 500	-108	-60	-40	20,0	+5	+23	+40	+68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Продовження таблиці Б.1

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Граничні відхилення, мкм								
Від 1 до 3	-14	-6	0	+5	10	-	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	-	+4	+14	+18
Понад 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+41	+4	+8	+19	+23
6 – 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+2t
10 – 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+46	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
14 – 18	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
18 – 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
24 – 30	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
30 – 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
40 – 50	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
50 – 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
65 – 80	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+53	+87
80 – 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
100 – 120	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+71	+124
120 – 140	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
140 – 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
160 – 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+92	+170
180 – 200	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+122	+236
200 – 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+122	+236
225 – 250	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+122	+236
250 – 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+210	+367
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+158	+315
280 – 315	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+210	+367
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+158	+315
315 – 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+247	+447
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+190	+390
355 – 400	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+247	+447
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+190	+390
400 – 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+296	+553
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+232	+490
450 – 500	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+296	+553
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+232	+490

Інтервал розмірів, мм	Поле допуску														
	c8	d8	e8	f8	h8	js8	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	js9	
	Граничні відхилення, мкм														
Від 1 до 3	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14	+7 -7	+32 +18	+34 +20	+40 +26	-20 -45	-14 -39	-6 -31	0 -25	+12 -12	
Понад 3 до 6	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18	+9 -9	+41 +23	+46 +28	+53 +35	-30 -60	-20 -50	-10 -40	0 -30	+15 -15	
6 – 10	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22	+11 -11	+50 +28	+56 +34	+64 +42	-40 -76	-25 -61	-13 -49	0 -36	+18 -18	
10 – 14	-95 -122	-50 -77	-32 -59	-16 -43	0 -27	+13 -13	+60 +33	+67 +40	+77 +50	-50 -93	-32 -75	-16 -59	0 -43	+21 -21	
14 – 18								+72 +45	+87 +60						
18 – 24	-110 -143	-65 -98	-40 -73	-20 -53	0 -33	+16 -16	+74 +41	+87 +54	+106 +73	-65 -117	-40 -92	-20 -72	0 -52	+26 -26	
24 – 30							+81 +48	+97 +64	+121 +88						
30 – 40	-120 -159	-80 -119	-50 -89	-25 -64	0 -39	+19 -19	+99 +60	+119 +80	+151 +112	-80 -142	-50 -112	-25 -87	0 -62	+31 -31	
40 – 50	-130 -169						+109 +70	+136 +97	+175 +136						
50 – 65	-140 -186	-100 -146	-60 -106	-30 -76	0 -46	+23 -23	+133 +87	+168 +122	+218 +172	-100 -174	-60 -134	-30 -104	0 -74	+37 -37	
65 – 80	-150 -196						+148 +102	+192 +146	+256 +210						
80 – 100	170 -80 -234	-120 -174	-72 -126	-36 -90	0 -54	+27 -27	+178 +124	+232 +178	+312 +258	-120 -207	-72 -159	-36 -123	0 -87	+43 -43	
100 – 120							+198 +144	+264 +210	+364 +310						
120 – 140	-200 -263						+233 +170	+311 +248	+428 +365						
140 – 160	-210 -273	-145 -208	-85 -148	-43 -106	0 -63	+31 -31	+253 +190	+343 +280	+478 +415	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100	+50 -50	
160 – 180	-230 -293						+273 +210	+373 +310	+528 +465						
180 – 200	-240 -312						+308 +236	+422 +350	+592 +520						
200 – 225	-230 -332	-170 -242	-100 -172	-50 -122	0 -72	+36 -36	+330 +258	+457 +385	+647 +575	-170 -285	-100 -215	-50 -165	0 -115	+57 -57	
225 – 250	-280 -352						+356 +284	+497 +425	+712 +640						
250 – 280	-300 -381	-190 -271	-110 -191	-56 -137	0 -81	+40 -40	+396 +315	+556 +475	+791 +710	-190 -320	-110 -240	-56 -486	0 -130	+65 -65	
280 – 315	-330 -411						+431 +350	+606 +525	+871 +790						
315 – 355	-360 -449	-210 -299	-125 -214	-62 -151	0 -89	+44 -44	+479 +390	+679 +390	+989 +900	-210 -350	-125 -265	-62 -302	0 -140	+70 -70	
355 – 400	-400 -489						+524 +435	+749 +660	+1089 +1000						
400 – 450	-440 -537	-230 -327	135 -232	-68 -165	0 -97	+48 -48	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	-230 -385	-135 -290	-68 -223	0 -155	+77 -77	
450 – 500	-480 -577						+637 +540	+917 +820	+1347 +1250						

Таблиця Б.2

**Ступінь точності форми циліндричних поверхонь в залежності від квалітету допуску діаметра і відносної геометричної точності
(за ДСТУ ISO 2768-2)**

Відносна геометрії на точність	Квалітет допуску діаметру за ДСТУ ISO 286-2:2002									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ступінь точності форми									
Нормальна (А)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Підвищена (В)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Висока (С)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Особливо висока			1	2	3	4	5	6	7	8

Таблиця Б.3

**Допуски радіального биття та повного радіального биття. Допуск співвісності, симетричності, перетину осей в діаметральному вираженні
(за ДСТУ ISO 1101:2018)**

Інтервал номінальних розмірів, мм.	Ступені точності															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	МКМ												ММ			
До 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
Понад 3 до 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
Понад 10 до 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
Понад 18 до 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
Понад 30 до 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
Понад 50 до 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
Понад 120 до 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
Понад 250 до 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
Понад 400 до 630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
Понад 630 до 1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
Понад 1000 до 1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
Понад 1600 до 2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

Примітка. Під час призначення допуску радіального биття та повного радіального биття за номінальний розмір приймається номінальний діаметр поверхні, що нормується. Під час призначення допуску співвісності, симетричності, перетину осей за номінальний розмір приймається номінальний діаметр поверхонь обертання, що нормуються, або номінальний розмір між поверхнями, які утворюють симетричний елемент. Якщо база не вказується, то допуск визначається за елементом з більшим розміром.

Таблиця Б.4

**Значення нормальних модулів для прямозубих і косозубих циліндричних зубчастих передач загального і важкого машинобудування
(ДСТУ ISO 54-2001)**

Модуль m_n , мм									
1-й ряд	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
2-й ряд	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7,0
1-й ряд	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	25	32	40	50
2-й ряд	9,0	11,0	14,0	18,0	22,0	28	36	45	
Примітка. Перевагу слід віддавати першому ряду значень									

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

ННІ/факультет	Навчально-науковий технологічний інститут
Кафедра	Кафедра інжинірингу з галузевого машинобудування
Спеціальність	Галузеве машинобудування
Форма навчання	
Група	

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

здобувача _____
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

з дисципліни _____
Технічні вимірювання

Викладач _____
к.т.н
(наук. ступінь, вчене звання)
Зайцев Г.Л.
(прізвище, ініціали)

Оцінки захисту робіт

Національна шкала

Кількість балів

Оцінка ECTS

1	2	3	4

Зайцев Г.Л.

(прізвище, ініціали)

(підпис)