

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та комп'ютерних технологій



Кафедра «Технічний сервіс в АПК»

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА
ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Методичні вказівки до практичної роботи №16
на тему: «**ВИБІР УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ**
ВИМІРЮВАННЯ»

напрямок підготовки 6.050503 «Машинобудування»

ОКР Бакалавр
(на основі повної загальної середньої освіти)

2018

Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання.
Методичні вказівки до практичної роботи №16 на тему «ВИБІР УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ» для студентів напрям підготовки 6.050503 «Машинобудування» ОКР Бакалавр (на основі повної загальної середньої освіти) Таврійський державний агротехнологічний університет, 2018. – 28 с.

Розробив: к.т.н., проф. Серий І.С.,
к.т.н., доц. Паніна В.В.,
ас. Полудненко О.В.

Рецензент: доц. Дашивець Г.І.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри
“Технічний сервіс в АПК” .
Протокол № від . .2018 р.

Схвалено і рекомендовано до впровадження в навчальний процес
методичною комісією факультету агротехнології та екології
Протокол № від . .2018 р.

ВИБІР УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ

Практична робота № 16

МЕТА РОБОТИ

Навчитися вибирати універсальні засоби для вимірювання лінійних розмірів деталей.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

В процесі підготовки до виконання роботи студент повинен вивчити основні поняття: абсолютна і відносна похибки вимірювання, групи факторів, що впливають на появу похибок.

1.2 Питання для самопідготовки

- 1.2.1 Що таке абсолютна і відносна похибки вимірювання?
- 1.2.2 Які групи факторів впливають на появу похибок?
- 1.2.3 Як формулюється основний постулат метрології?
- 1.2.4 Як записується математична модель вимірювання?
- 1.2.5 В якому вигляді може бути представлено масив експериментальних даних?
- 1.2.6 Що таке точність вимірювання?
- 1.2.7 Чим характеризується достовірність вимірювання?
- 1.2.8 Чому дорівнює гранична похибка засобу вимірювання?
- 1.2.9 Що таке допустима похибка?
- 1.2.10 Як записується умова вибору універсального засобу вимірювання?
- 1.2.11 Як записується результат однократного вимірювання?
- 1.2.12 Як записується результат багаторазового вимірювання?
- 1.2.13 Чому дорівнює похибка методу вимірювання?

1.2.14 Чим відрізняється абсолютний метод вимірювання від відносного? Наведіть приклади.

1.3 Рекомендована література

1. Сірий І.С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання (2-е видання доповнене і перероблене): Підручник/ І.С. Сірий. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 353 с.
2. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Агропромиздат, 1987.-367с.
3. Сірий І.С., Колісник В.С. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. -Київ.:Урожай, 1995.-264с.
4. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник.-5-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1979.– 343 с.
5. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов/А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов.-6-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1986.– 352 с.

2 ВКАЗІВКИ З ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- 2.1.1 Вибрати універсальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленнику розміру отвору. Виміряти його й визначити придатність.
- 2.1.2 Вибрати універсальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленнику розміру валу. Виміряти його й визначити придатність.
- 2.1.3 Вибрати універсальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленнику розміру глибини або висоти. Виміряти його й визначити придатність.

2.2 Оснащення робочого місця

- 2.2.1 Штангенциркулі.
- 2.2.2 Штангенглибиноміри.
- 2.2.3 Штангенрейсмуси.
- 2.2.4 Мікрометричні глибиноміри ГМ-100.
- 2.2.5 Індикаторні нутроміри.
- 2.2.6 Мікрометри МК-25, МК-50, МК-75.
- 2.2.7 Деталі для вимірювання.
- 2.2.8 Інструкція з охорони праці.

2.3 Вихідні дані до виконання роботи

Для універсальних засобів вимірювання лінійних величин основною характеристикою є гранична похибка засобу вимірювання $\Delta_{lim} = \pm 3\sigma$.

За цією величиною здійснюється вибір універсальних засобів вимірювання необхідної точності.

Якщо при багаторазовому вимірюванні однієї і тієї ж величини постійного розміру сумнівне значення результату виміру відрізняється від середнього значення більше, ніж на $\pm \Delta_{lim}$, то з імовірністю **0,9973** воно є помилковим і його варто відкинути. Така погрішність виміру називається **грубою помилкою**.

$$\Delta_{гр} > \Delta_{lim}, \quad (1)$$

На практиці переважна більшість вимірювань проводяться одноразове. Це вимірювання на виробництві, у торгівлі, у побуті. Але через те що результат вимірювання є випадковим числом, отримане при одноразовому вимірюванні значення розміру не має змісту, якщо не вказати границь, у межах яких знаходиться вимірювана величина.

Виходячи з цього, необхідно твердо знати, що перш ніж проводити однократні вимірювання володіти **апріорною інформацією**.

Стосовно вимірювання лінійних і кутових розмірів ця

інформація повинна містити знання величини похибки, що допускається δ і знання величини граничної похибки засобу вимірювання Δlim . Якщо гранична похибка засобу вимірювання буде менше (або дорівнюватиме) похибці, що допускається, то однократне вимірювання забезпечить необхідну (з довірчою імовірністю 0,9973) точність вимірювання і взаємозамінність на складанні. Тобто, умова вибору універсального засобу вимірювання записується так:

$$\Delta\text{lim} \leq \delta, \quad (2)$$

Допустимою називається похибку δ засобу вимірювання, що при контролі забезпечує взаємозамінність на складанні і регламентується стандартом для конкретного розміру і допуску на нього.

ОДНОКРАТНІ ТА БАГАТОРАЗОВІ ВИМІРЮВАННЯ

Результат однократного вимірювання виражається рівнянням:

$$D = D_e \pm \Delta\text{lim}, \quad (3)$$

де D_e – дійсний розмір, отриманий вимірювання з довірчою імовірністю 0,9973.

При вимірюванні ніхто не застрахований від помилок, і єдине значення при однократному вимірюванні може виявитися помилковим. Тому однократне вимірювання у відповідальних випадках рекомендується повторити 2...3 рази без спільної математичної обробки отриманих результатів.

Приклад. На шліфувальному верстаті обробляється партія валів $\varnothing 45\text{мм}$. Необхідно вибрати універсальний засіб вимірювання достатньої точності, щоб обмежитися однократними вимірюванням.

Якою апріорною інформацією ми володіємо?

Вал має циліндричну форму, номінальний діаметр 45 мм, допуск на обробку 25 мкм. За таблицею стандарту в залежності від діаметру і величини допуску на обробку знаходимо величину похибки, що допускається $\delta = \pm 7$ мкм. Вибираємо відповідно мікрометр важільний, у якого $\Delta\text{lim} = \pm 6$ мкм.

У процесі обробки першого валу перевіряємо, чи немає овальності або конусоподібності поверхні. Якщо верстат забезпечує точність форми, при обробці інших деталей партії можна обмежитися однократними вимірюваннями.

Багаторазові вимірювання одного того ж об'єкту роблять, щоб підвищити точність вимірювань, якщо немає можливості застосувати засіб вимірювання більшої точності.

Цим методом широко користуються в наукових дослідженнях, де мінімальною вважається триразова повторність. Теорія імовірностей доводить, що похибка багаторазового вимірювання зменшується в \sqrt{N} раз, де N – число вимірювань.

Результат багаторазового вимірювання записується так:

$$D = \bar{D} \pm \frac{\Delta \text{lim}}{\sqrt{N}}, \quad (4)$$

де \bar{D} – середнє арифметичне значення результатів вимірювань.

ПОХИБКА МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ

Необхідність використання декількох інструментів для визначення одного розміру або декількох вимірювань тим самим інструментом при непрямих вимірюваннях, вимагають підсумовування погрішностей з метою оцінки точності отриманого результату.

При визначенні методу вимірювання систематичні похибки складаються алгебраїчно зі своїми знаками, якщо вони постійні. Якщо вони змінні, то складаються максимальні значення з їхнім знаком. Випадкові похибки складаються геометрично за законом додавання випадкових незалежних подій.

Сумарна похибка методу вимірювання при наявності систематичних і випадкових похибок визначається за формулою:

$$\Delta_{\text{lim}_{\text{метода}}} = \Sigma \Delta_{i_{\text{сист}}} \pm \sqrt{\Delta_{\text{lim}_1}^2 + \Delta_{\text{lim}_2}^2 + \dots + \Delta_{\text{lim}_n}^2}, \quad (5)$$

де $\Sigma \Delta_{i_{\text{сист}}}$ - алгебраїчна сума систематичних похибок окремих вимірювань;

$\Delta_{\text{lim}_1}, \Delta_{\text{lim}_n}$ - граничні випадкові похибки окремого вимірювання.

Знак квадратичної суми повинен бути однаковим зі знаком суми систематичних похибок, що дозволить визначити найбільше значення сумарної граничної похибки методу вимірювань.

Приклад. Необхідно виміряти відстань між осями отворів різного діаметру, при якому штангенциркулем виміряються діаметри одного і другого отвору, а потім відстань від краю одного до краю іншого.

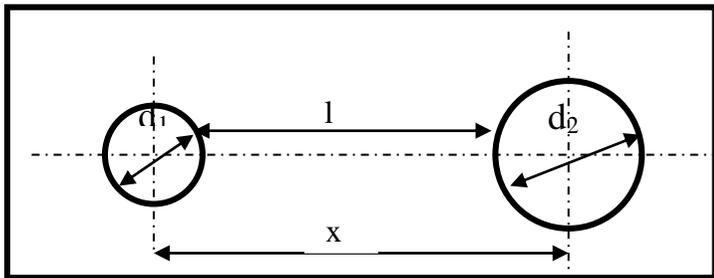


Рисунок 1 – Відстань між осями отворів різного діаметру

Тоді шуканий розмір знаходиться за формулою:

$$x = l + \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2}, \quad (6)$$

де d_1 - діаметр першого отвору;
 d_2 - діаметр другого отвору;
 l - відстань між краями отворів.

Похибка методу вимірювання в цьому випадку може бути знайдена за формулою:

$$\Delta_{\lim x} = \sqrt{\Delta_{\lim l}^2 + \left(\frac{\Delta_{\lim d_1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_{\lim d_2}}{2}\right)^2}, \quad (7)$$

Оскільки використовувався штангенциркуль, що пройшов повірку, вважаємо систематичні погрішності рівним нулеві.

2.3 Рекомендації щодо виконання роботи й оформлення звіту

Завдання 1. Вибрати універсальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленнику розміру отвору Додаток А, Б. Виміряти його й визначити придатність.

- 2.3.1.1 Записати у таблицю 1 звіту практичних робіт номінальний розмір отвору із відхилами за заданим варіантом.
- 2.3.1.2 Визначити і записати в таблицю 1 звіту практичних робіт граничні розміри, допуск розміру отвору.
- 2.3.1.3 Вибрати і записати в таблицю 1 звіту практичних робіт допустиму похибку при вимірюванні отвору [1 с.344-345], [2.С.149-150].
- 2.3.1.4 Із засобів, якими можливо здійснити вимірювання отвору обираємо засіб за умовою, щоб гранична похибка його була меншою, або дорівнювала допустимій похибці при вимірюванні [1.с.346-352], [2.с.150-153]. Результат про вибраний засіб і його граничну похибку вимірювання занести в таблицю 2 звіту практичних робіт.
- 2.3.1.5 Виміряти отвір, визначити його дійсний розмір і результат занести в таблицю 2 звіту практичних робіт.
- 2.3.1.6 Визначити придатність розміру у вигляді: "**Придатний**", "**Поправний брак**" або "**Непоправний брак**" і результат занести в таблицю 2 звіту практичних робіт.

2.3.1.7 Побудувати схему розташування поля допуску отвору, положення дійсного розміру отвору відносно поля допуску.

Завдання 2. Вибрати універсальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленнику розміру валу Додаток А, Б. Виміряти його і визначити придатність.

2.3.2.1 Записати у таблицю 3 звіту практичних робіт номінальний розмір валу із відхилами за заданим варіантом.

2.3.2.2 Визначити і записати в таблицю 3 звіту практичних робіт граничні розміри ідопуск розміру валу.

2.3.2.3 Вибрати і записати в таблицю 3 звіту практичних робіт допустиму похибку при вимірюванні валу [1.с.344-345], [2.с.149-150].

2.3.2.4 Вибрати засіб вимірювання валу за умовою, щоб гранична похибка вибраного засобу була меншою, або дорівнювала допустимій похибці при вимірюванні [1.с.346-352], [2.с. 150-153]. Результат про вибраний засіб і його граничну похибку вимірювання занести в таблицю 2 звіту практичних робіт.

2.3.2.5 Виміряти вал, визначити його дійсний розмір і результат занести в таблицю 4 звіту практичних робіт.

2.3.2.6 Визначити придатність розміру валу у вигляді: **"Придатний"**, **"Поправний брак"** або **"Непоправний брак"** і результат занести в таблицю 4 звіту практичних робіт.

2.3.2.7 Побудувати схему розташування поля допуску валу, положення дійсного розміру валу відносно поля допуску.

Завдання 3. Вибрати універсальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленнику розміру глибини або висоти Додаток А, Б. Виміряти його і визначити придатність.

2.3.3.1 Записати у таблицю 5 журналу практичних робіт номінальний розмір глибини або висоти із відхилами за заданим варіантом.

2.3.3.2 Визначити і записати в таблицю 5 журналу практичних робіт граничні розміри, допуск розміру глибини або висоти.

- 2.3.3.3 Вибрати і записати в таблицю 5 журналу практичних робіт допустиму похибку при вимірюванні глибини або висоти [І.с.344-345], [2.с.149-150].
- 2.3.3.4 Вибрати засіб вимірювання глибини або висоти за умовою, щоб гранична похибка вибраного засобу була меншою, або дорівнювала допустимій похибці при вимірюванні [І.с.346-352], [2.с.150-153]. Результат про вибраний засіб і його граничну похибку вимірювання занести в таблицю 2 журналу практичних робіт.
- 2.3.3.5 Виміряти глибину або висоту, визначити її дійсний розмір і результат занести в таблицю 6 журналу практичних робіт.
- 2.3.3.6 Визначити придатність розміру глибини або висоти у вигляді: **"Придатний"**, **"Поправний брак"** або **"Непоправний брак"** і результат занести в таблицю 6 журналу практичних робіт.
- 2.3.3.7 Побудувати схему розташування поля допуску глибини або висоти, положення дійсного розміру глибини або висоти відносно поля допуску.

Для одержання заліку потрібно захистити виконану практичну роботу викладачу.

**ВИБІР УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНИХ
ПРАКТИЧНА РОБОТА 16**

ЗАВДАННЯ 1. Вибрати універсальний вимірювальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленні розміру отвору. Виміряти його й визначити придатність.

Таблиця 1 – Вихідні дані для вибору засобу вимірювання отвору

Варі-ант	Номинальний розмір із відхилами, мм	Граничні розміри, мм		Допуск, мкм	Допустима похибка при вимірюванні, мкм
		Найбільший	Найменший		
02	$25_0^{+0,84}$	25,84	25,00	840	± 180

Таблиця 2 – Вибраний засіб вимірювання отвору і результати вимірювання

Вибраний засіб вимірювання отвору	Гранична похибка вимірювання, мкм	Дійсний розмір, мм	Висновок про придатність
ШЦ, 0,05	± 150	25,65	придатен

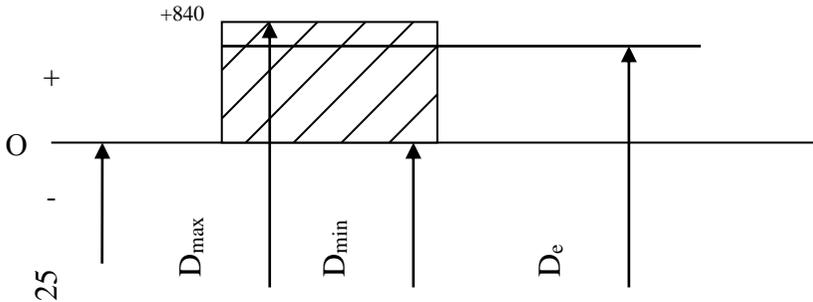


Схема поля допуску

Завдання 2. Вибрати універсальний вимірювальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленні розміру валу. Виміряти його й визначити придатність.

Таблиця 3 – Вихідні дані для вибору засобу вимірювання валу

Варі-ант	Номинальний розмір із відхилами, мм	Граничні розміри, мм		Допуск, мкм	Допустима похибка при вимірюванні, мкм
		Найбільший	Найменший		
02	$55_0^{-0,046}$	55,000	54,954	46	± 12

Таблиця 4 – Вибраний засіб вимірювання валу і результати вимірювання

Вибраний засіб вимірювання отвору	Гранична похибка вимірювання, мкм	Дійсний розмір, мм	Висновок про придатність
МК 75 в руках	± 10	54,89	Брак неоправний

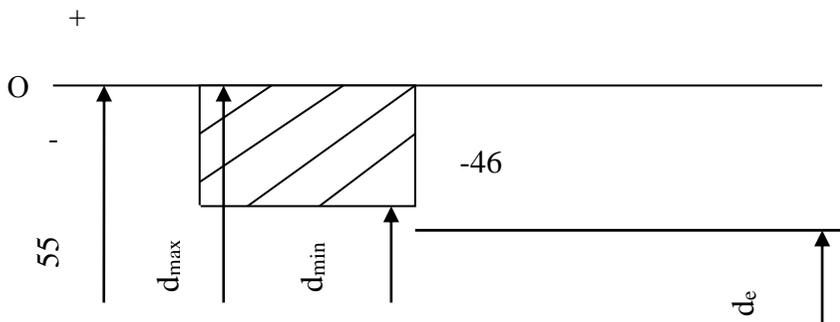


Схема поля допуску

Завдання 3. Вибрати універсальний вимірювальний засіб для вимірювання зазначеного на кресленні розміру глибини або висоти. Виміряти його й визначити придатність

Таблиця 5 – Початкові дані для вибору засобу вимірювання глибини або висоти

Варі-ант	Номінальний розмір із відхилами, мм	Граничні розміри, мм		Допуск, мкм	Допустима похибка при вимірюванні, мкм
		Найбільший	Найменший		
02	$23^{0}_{-0,84}$	23,00	22,16	840	± 180

Таблиця 6 – Вибраний засіб вимірювання глибини або висоти і результати вимірювання

Вибраний засіб вимірювання отвору	Гранична похибка вимірювання, мкм	Дійсний розмір, мм	Висновок про придатність
ЩЦ, 0,1	± 150	23,3	Брак поправний

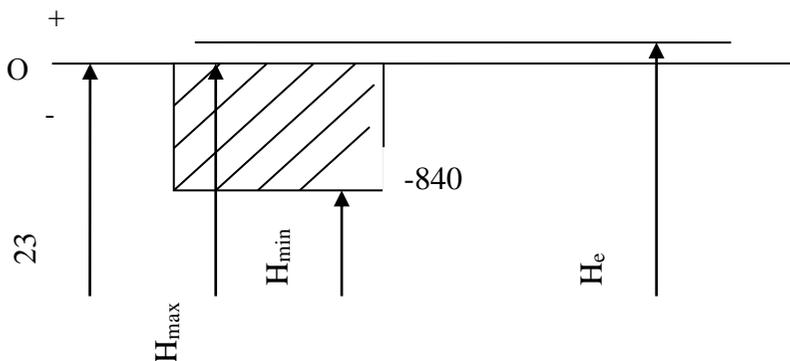


Схема поля допуску

Роботу виконав _____ Роботу прийняв _____

2.4 Питання для самоконтролю

1. В ЗАЯВІ НА ПРИДБАННЯ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ ТРЕБА ВКАЗАТИ:

- a) граничну похибку
- b) ціну поділки шкали
- c) межі вимірювання і точність відліку

2. ТОЧНІСТЬ ВІДЛІКУ ШТАНГЕНІНСТРУМЕНТА ДОРІВНІЮЄ:

- a) 0,001; 1
- b) 0,05; 0,1
- c) 0,01; 0,005

3. ДОПУСТИМА ПОХИБКА ПРИ ВИМІРЮВАННІ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД:

- a) номінального розміру і допуску
- b) дійсного розміру
- c) граничного розміру

4. ТОЧНІСТЬ ВІДЛІКУ ІНДИКАТОРА ГОДИННИКОВОГО ТИПУ ДОРІВНІЮЄ:

- a) 0,1
- b) 0,05
- c) 0,01

5. ТОЧНІСТЬ ВІДЛІКУ МІКРОМЕТРИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДОРІВНІЮЄ:

- a) 0,1
- b) 0,05
- c) 0,01

6. ПРИ ВИБОРІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ НОМІНАЛЬНИЙ РОЗМІР ПОРІВНЮЄТЬСЯ З:

- a) межами вимірювання засобу
- b) ціною поділки шкали засобу
- c) точністю відліку

7. ГРАНИЧНА ПОХИБКА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ДОРІВНЮЄ:

- a) $\pm\sigma$
- b) $\pm 2\sigma$
- c) $\pm 3\sigma$

8. ПРИ ВИМІРЮВАННІ ВАЛА Ø 65 ММ ПОТРІБЕН МІКРОМЕТР:

- a) МК 50
- b) МК 25
- c) МК 75

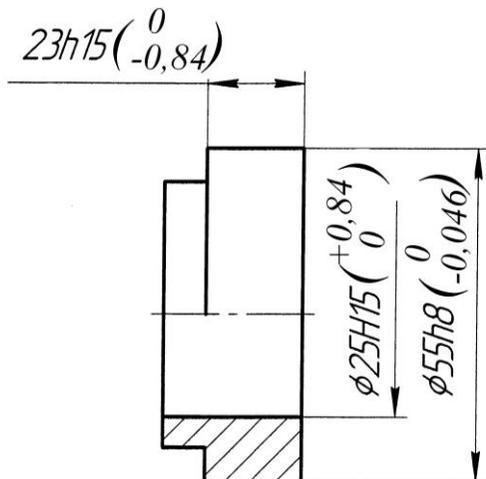
9. УМОВА ВИБОРУ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТАКА:

- a) $\Delta_{гр} > \Delta_{lim}$
- b) $\Delta_{lim} = 3\delta$
- c) $\Delta_{lim} \leq \delta$

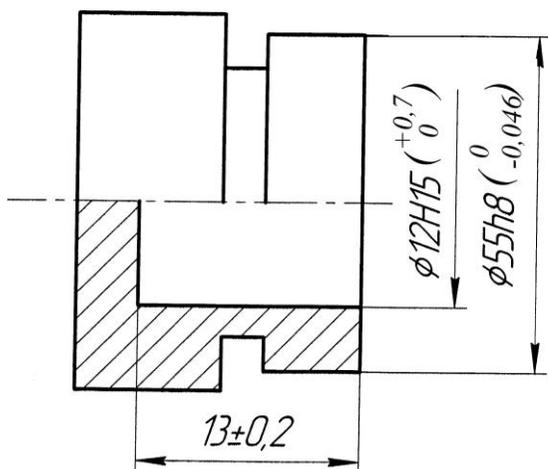
10. ПОХИБКА, ЯКА ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ ПРИ СКЛАДАННІ:

- a) гранична похибка Δ_{lim}
- b) груба похибка $\Delta_{гр}$.
- c) допустима похибка δ

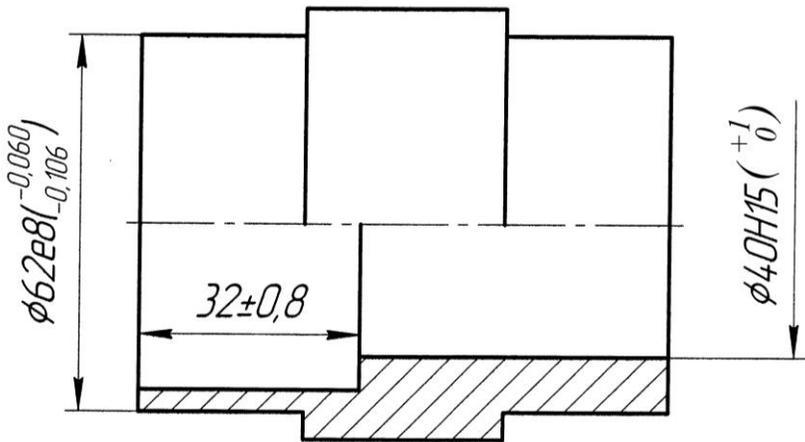
ДОДАТОК А
(ОБОВ'ЯЗКОВИЙ)



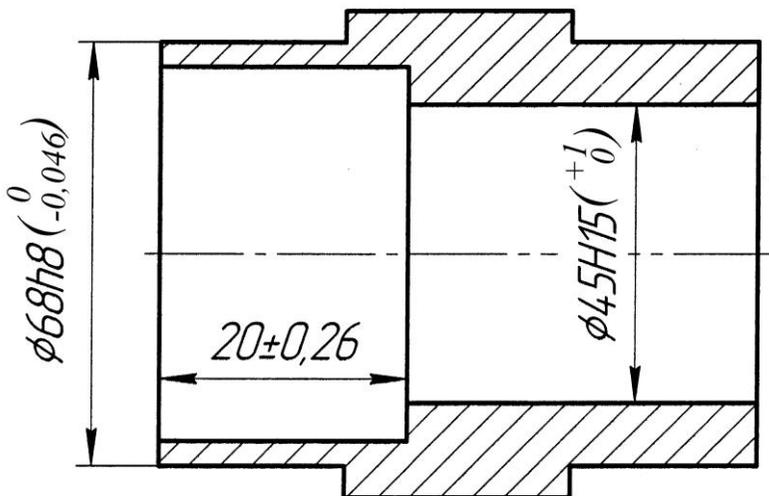
Деталь 2



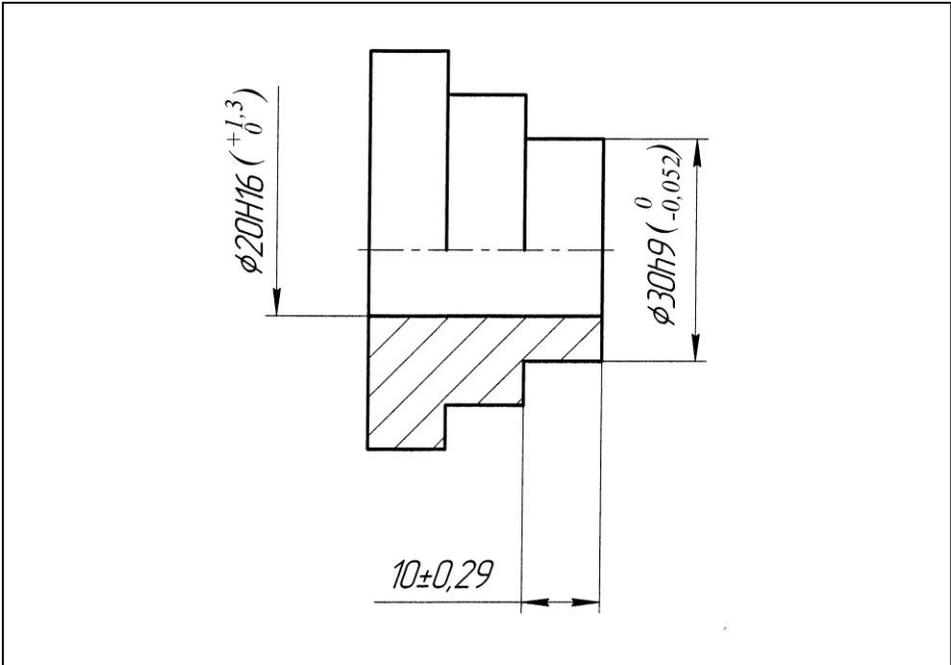
Деталь 3



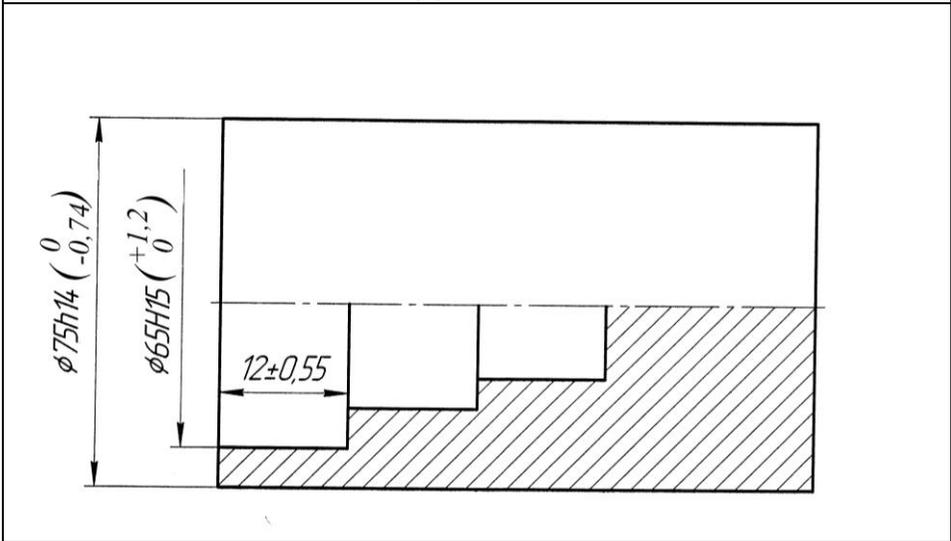
Деталь 5



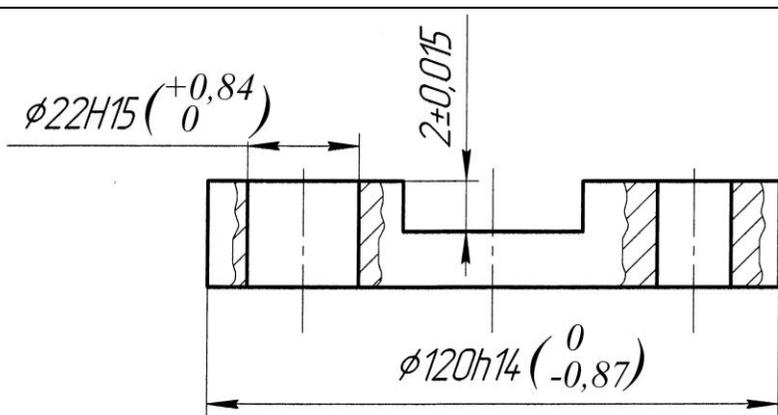
Деталь 8



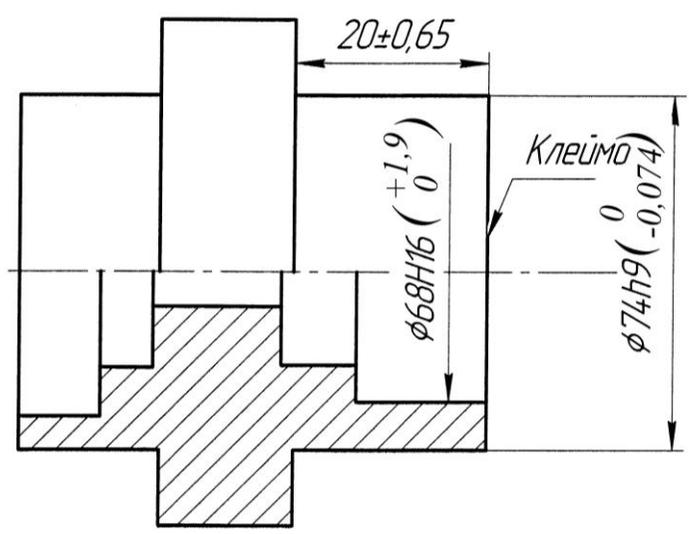
Деталь 9



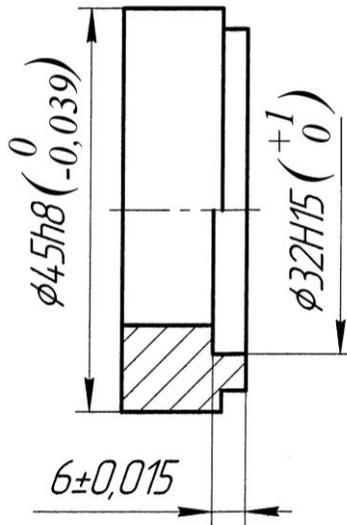
Деталь 10



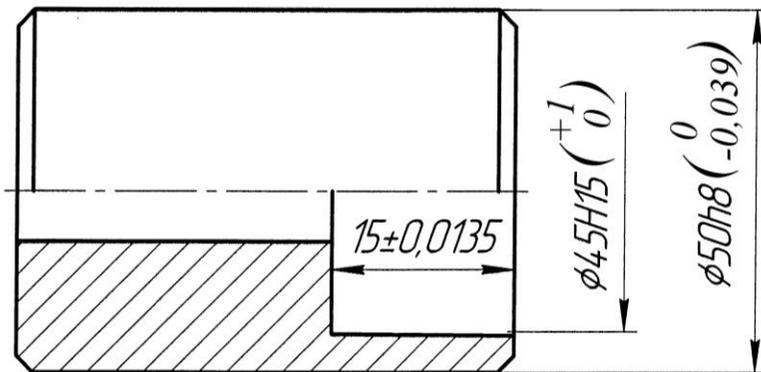
Деталь 11



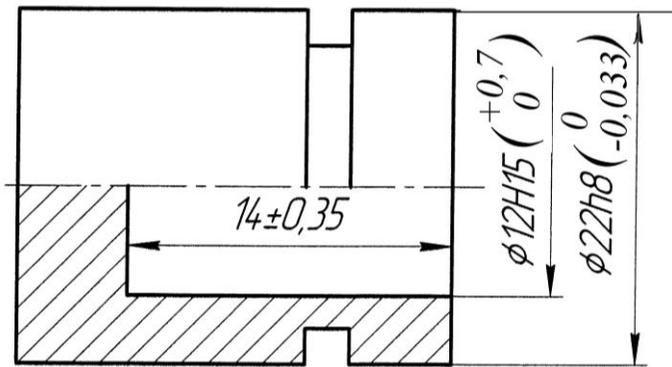
Деталь 12



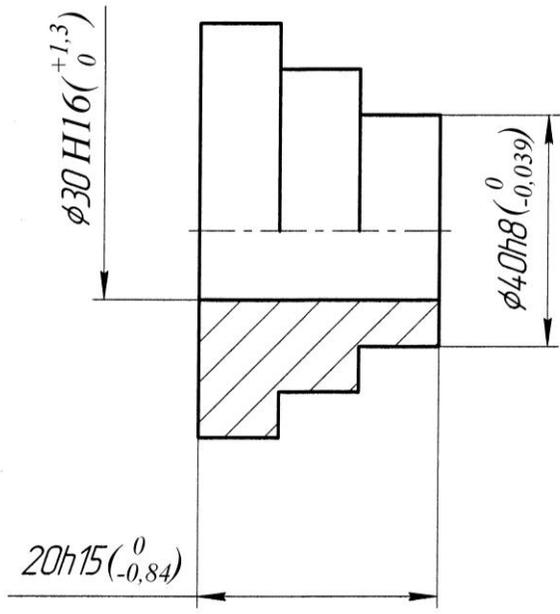
Деталь 13



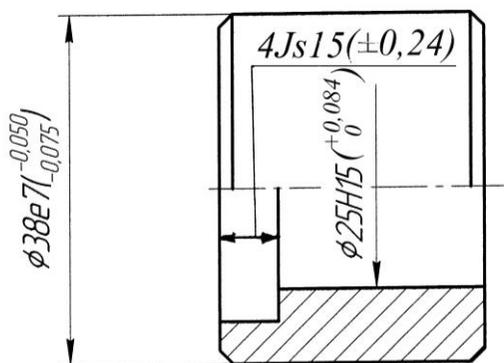
Деталь 15



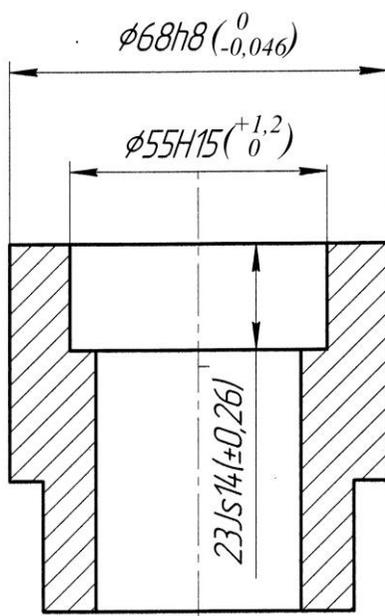
Деталь 16



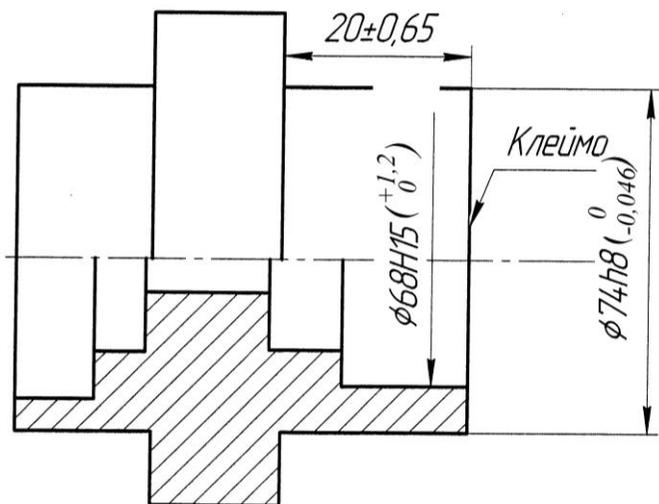
Деталь 17



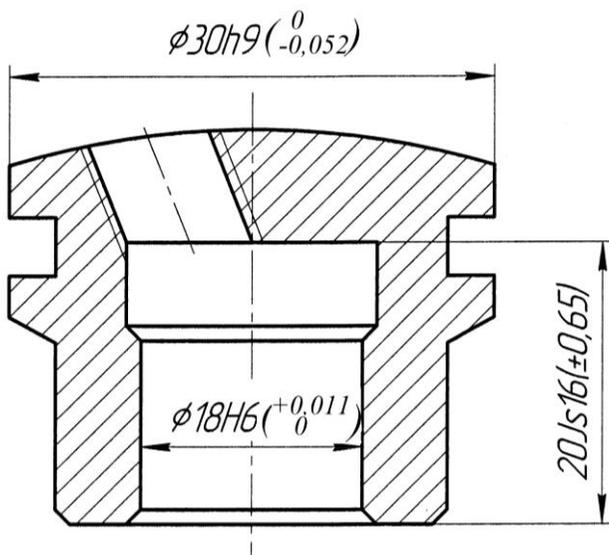
Деталь 18



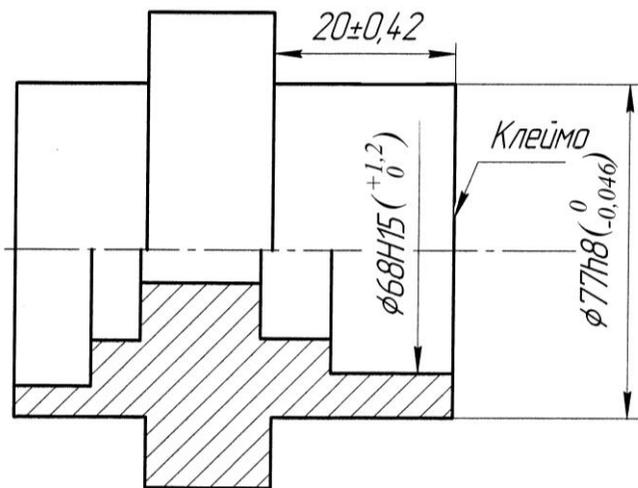
Деталь 19



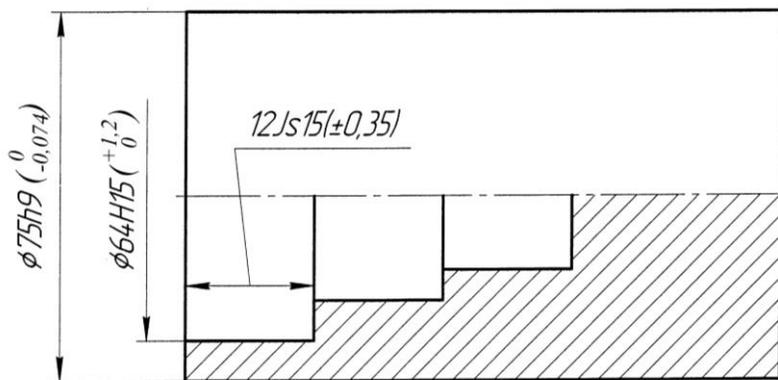
Деталь 30



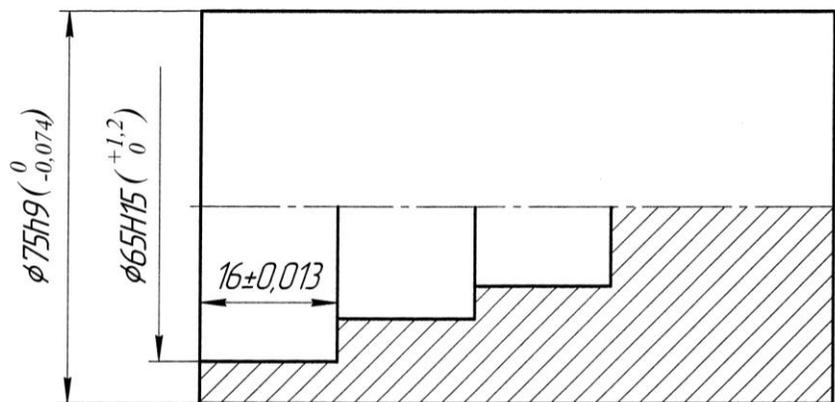
Деталь 31



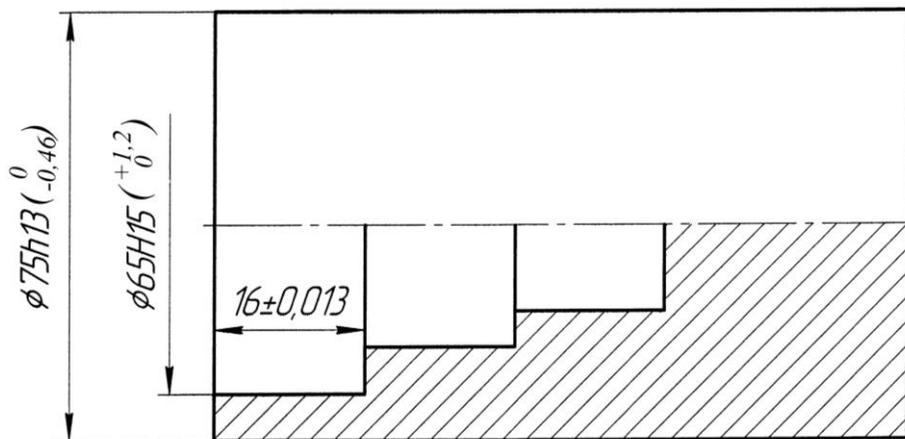
Деталь 33



Деталь 41



Деталь 61



Деталь 71

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 - Значення похибок, допустимих при вимірюванні лінійних розмірів від 1 до 500 мм (ГОСТ 8.051-81)

Номинальні розміри, мм		Допустимі похибки, мкм, при вимірюванні лінійних розмірів від 1 до 500 мм											
		IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
Квалітети		2		3		4		5		6		7	
До 3		1,2	0,4	2	0,8	3	1	4	1,4	6	1,8	10	3
Від 3 до 6		1,5	0,6	2,5	1	4	1,4	5	1,6	8	2	12	3
» 6 » 10		1,5	0,6	2,5	1	4	1,4	6	2	9	2	15	4
» 10 » 18		2	0,8	3	1,2	5	1,6	8	2,8	11	3	18	5
» 18 » 30		2,5	1	4	1,4	6	2	9	3	13	4	21	6
» 30 » 50		2,5	1	4	1,4	7	2,4	11	4	16	5	25	7
» 50 » 80		3	1,2	5	1,8	8	2,8	13	4	19	5	30	9
» 80 » 120		4	1,6	6	2	10	3	15	5	22	6	35	10
» 120 » 180		5	2	8	2,8	12	4	18	6	25	7	40	12
» 180 » 250		7	2,8	10	4	14	5	20	7	29	8	46	12
» 250 » 315		8	3	12	4	16	5	23	8	32	10	52	14
» 315 » 400		9	3	13	5	18	6	25	9	36	10	57	16
» 400 » 500		10	4	15	5	20	6	27	9	40	12	63	18

Номинальні розміри, мм		Допустимі похибки, мкм, при вимірюванні лінійних розмірів від 1 до 500 мм									
		IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
Квалітети		8		9		10		11		12	
До 3		14	3	25	6	40	8	60	12	100	20
Від 3 до 6		18	4	30	8	48	10	75	16	120	30
» 6 » 10		22	5	36	9	58	12	90	18	150	30
» 10 » 18		27	7	43	10	70	14	110	30	180	40
» 18 » 30		33	8	52	12	84	18	130	30	210	50
» 30 » 50		39	10	62	16	100	20	160	40	250	50
» 50 » 80		46	12	74	18	120	30	190	40	300	60
» 80 » 120		54	12	87	20	140	30	220	50	350	70
» 120 » 180		63	16	100	30	160	40	250	50	400	80
» 180 » 250		72	18	115	30	185	40	290	60	460	100
» 250 » 315		81	20	130	30	210	50	320	70	520	120
» 315 » 400		89	24	140	40	230	50	360	80	570	120
» 400 » 500		97	26	155	40	250	50	400	80	630	140

Номинальні розміри, мм		Допустимі похибки, мкм, при вимірюванні лінійних розмірів від 1 до 500 мм									
		IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
Квалітети		13		14		15		16		17	
До 3		140	30	250	50	400	80	600	120	10 000	200
Від 3 до 6		180	40	300	60	480	100	750	160	1200	240
» 6 » 10		220	50	360	80	580	120	900	200	1500	300
» 10 » 18		270	60	430	90	700	140	1100	240	1800	380
Від 18 до 30		330	70	520	120	840	180	1300	280	2100	440
» 30 » 50		390	80	620	140	1000	200	1600	320	2500	500
» 50 » 80		460	100	740	160	1200	240	1900	400	3000	600
» 80 » 120		540	120	870	180	1400	280	2200	440	3500	700
» 120 » 180		630	140	1000	200	1600	320	2500	500	4000	800
» 180 » 250		720	160	1150	240	1850	380	2900	600	4600	1000
» 250 » 315		810	180	1300	260	2100	440	3200	700	5200	1100
» 314 » 400		890	180	1400	280	2300	460	3600	800	5700	1200
» 400 » 500		970	200	1550	320	2500	500	4000	800	6300	1400

Таблиця Б.2 - Граничні похибки вимірювань універсальних засобів вимірювання

Інструмент	Розмір деталі, мм									
	0—25	25—50	50—75	75—100	100—125	125—150	150—175	175—200	200—250	250—300
Штангенциркуль з відліком по нониусу 0,05 мм (ШЦ I і ШЦ-II) при вимірюванні:										
валів	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
отворів	150	150	200	200	200	200	200	200	200	250
Штангенциркуль з відліком по нониусу 0,1 мм (ШЦ-I і ШЦ-II) при вимірюванні:										
валів	150	150	200	200	200	200	200	200	200	250
отворів	200	200	250	250	250	300	300	300	300	300
Штангенглибиномір з відліком по нониусу 0,05 мм										
Штангенглибиномір з відліком по нониусу 0,1 мм	200	250	300	300	300	300	300	300	300	300
Штангенрейсмус з відліком по нониусу 0,05 мм										
Штангенрейсмус з відліком по нониусу 0,1 мм	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Мікрометри типу МК і МП:										
в руках	5	10	10	15	15	15	20	20	25	50
в стояку	5	5	10	10	10	10	10	10	15	15
Мікрометр важільний типу МР і МРІ з відліком 0,002 мм:										
в руках	4	6	10	10	15	15	20	20	25	30
в стояку	3	4	5	6	10	10	10	10	10	10
настроений по кінцевих мірах 2-го класу										
	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5
Нутромір мікрометричний МН (штiхмас), настроений по установочній мірі										
	—	—	15	15	20	20	20	20	20	20
Глибиномір мікрометричний типу ГМ:										
при абсолютних вимірюваннях	5	20	20	20	—	—	—	—	—	—
настроений по кінцевих мірах	5	5	5	5	—	—	—	—	—	—
настроений по установочній мірі	5	5	10	10	—	—	—	—	—	—

Продовження таблиця Б.2

Інструмент	Тип стояка	Клас кінцевих мір, що застосовуються для настроювання	Розмір деталі, мм										
			1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180		
Індикатор типу ИЧ і ИТ з ціною поділки 0,01 мм:													
на нормуючій ділянці	C-IV												
легкий стояк штатив у межах одного оберту	C-III і C-IV	3	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
стрільки	III	3	6	6	6	7	10	10	10	10	10	10	10
легкий стояк штатив у межах двох і більше обертів стрільки	C-III і C-IV	3	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
легкий стояк штатив	III	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	C-III і C-IV	4	10	10	10	10	10	10	11	11	11	12	13
		5	11	11	11	12	13	14	14	14	17	20	20
	III	5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25
Індикатор типу МИГ з ціною поділки, мм:													
0,001 (0-1 мм)	C-II	3	3	3	3	3,5	4	4	4	4	4,5	4,5	4,5
	C-III	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2
0,002 (0-2 мм)	C-II	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	C-III	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
Мікатор типу ИПМ з ціною поділки, мм:													
0,001 (±0,05 мм)	C-II і C-III	1	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	—
0,001 (±0,005 мм)	III	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2
Мікрометр типу ИГ з ціною поділки, мм:													
0,001 (±0,05 мм)	C-II і C-III	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	III	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2	3	3	3,5	3,5
0,002 (±0,1 мм)	III	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	6
	C-II і C-III	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Мікрокатор типу ИГП з ціною поділки, мм:													
0,001 (±0,03 мм)	C-II	1	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	C-III	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
0,002 (±0,06 мм)	C-II	1	1,0	1,0	1,0	2,0	2	2	2	2	2	2	2
Мікрокатор типу ИТ з ціною поділки, мм:													
0,005 (±0,15)	C-II	4	5	5	5	6	6	6	7	9	9	9	9
		3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5
		4	6	6	6	7	7	7	8	10	10	10	10
0,01 (±0,3 мм)	C-II	4	6	6	6	7	7	7	8	10	10	10	10
0,0001 (±0,003 мм)	C-I	Розряд 2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,35	0,35	0,35	0,45	0,45	0,45	0,45
0,0002 (±0,006 мм)	C-I	Розряд 2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
0,0005 (±0,015 мм)	C-I	Розряд 2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7
Оптиметр (±0,1), оптикатор (±0,125 і 0,25) типу II з ціною поділки, мм:													
0,001	C-II	0	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0
		1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4
		2	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,4	1,8	2,0	2,0	2,0
		3	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0
0,0001 (±0,012 мм)	C-I	Розряд 2	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4
0,002 (±0,025 мм)	C-I	Розряд 2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
0,0005 (±0,05 мм)	C-I	Розряд 2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Індикаторний нутромір з вимірювальною голівкою з ціною поділки 0,01 мм при роботі:													
в межах усієї зони шкали	НИ чи мікрометр	—	—	15	15	15	20	20	25	25	25	25	25
на нормованій ділянці в 0,1 мм	Те саме	—	—	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15