

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1.1

Елементи теорії похибок.

Мета роботи навчитися користуватися приладами для вимірювання лінійних величин.

Обладнання: віртуальні моделі штангенциркуля; мікрометра, деталі для вимірювання, віртуальний стенд «Визначення густини твердого тіла».

Теоретичні відомості.

Для вимірювання лінійних величин застосовують найрізноманітніші способи, вибір яких визначається заданою точністю та умовами експерименту.

Для безпосередніх вимірювань довжини широко використовуються такі міри, як масштабна лінійка, металеві вимірювальні лінійки, рулетки без стабілізуючої основи. Точність вимірювання довжини цими мірами невисока. Ціна поділки, наприклад, масштабної лінійки становить 1 мм. Отже, точність вимірювання масштабною лінійкою не перевищує половини ціни поділки і дорівнює 0,5 мм.

Для більш точних вимірювань користуються приладами з ноніусом, який побудовано за принципом методу збігів. Ноніуси (у такому вигляді, як вони застосовуються тепер) винайшов у 1631 р. у Франції директор Монетного двору Ц. Верньє. Тому їх правильно було б назвати верньєрами, як в геодезії. У фізиці та техніці їх прийнято називати ноніусами за ім'ям португальця П. Нуніша (Nunes, латинізоване ім'я Nonius), який у 1542 р. винайшов подібне, але менш зручне пристосування, що нині не застосовується.

Метод лінійного ноніуса. *Ноніусом* називається невелика додаткова шкала до звичайного масштабу, яка дає змогу підвищити точність вимірювання в 10 - 20 разів. Ноніус переміщується по основній шкалі. Розглянемо лінійний ноніус штангенциркуля. Ноніус для вимірювання з точністю до 0,1 мм являє собою шкалу довжиною 9 мм, поділену на десять рівних частин (рис. 1,а). Тому одна поділка ноніуса дорівнює 0,9мм, тобто менша від поділки основної шкали масштабної лінійки. Коли нульова мітка (штрих) шкали ноніуса буде між певними мітками основної шкали штангенциркуля (рис. 1 ,б), то це означатиме, що до цілого числа міліметрів треба додати певне число x десятих часток міліметра. Будова ноніуса ґрунтується на тому, що людське око легко розрізняє, чи є два штрихи продовженням один одного, чи вони дещо зсунуті.

Для визначення числа x знаходимо мітку шкали ноніуса, яка збігається з якоюсь міткою основної шкали (на рис. 1,б це друга відмітка ноніуса) Нехай такою міткою буде n -на по порядку мітка шкали ноніуса. Оскільки вимірювана дробова частина міліметра дорівнює різниці між цілим числом міліметрів за основною шкалою штангенциркуля (n мм) і відстанню по шкалі ноніуса від нульової до мітки, що збігається (0,9мм), можна записати $0,1x = n - 0,9n$, тобто $x = n$. Отже, порядковий номер збіжної мітки ноніуса

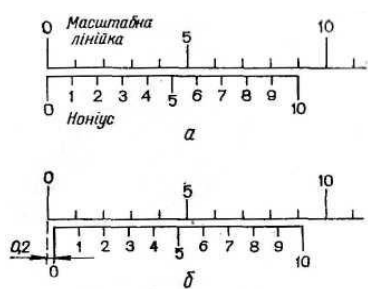


Рис. 1

безпосередньо дає число десятих часток міліметра.

Шкала ноніуса для вимірювання з точністю до 0,05 мм має 20 однакових поділок на довжині 19 мм, а шкала ноніуса для вимірювання з точністю до 0,02 мм має 50 однакових поділок на довжині 49 мм. Мітка цих ноніусів, яка збігається з штрихом основної шкали, показує відповідно числа двадцятих або п'ятдесятих часток міліметра.

Отже, поділки на основній шкалі і шкалі ноніуса наносять так, що $n - 1$ поділка основної шкали дорівнює за довжиною поділкам ноніуса. Якщо Δa_N і Δa_M відповідно ціни поділок ноніуса і основної шкали, то $n\Delta a_n = (n - 1)\Delta a_M$ звідки різниця цих поділок (тобто точність ноніуса) $\Delta a = \Delta a_M - \Delta a_N = \frac{\Delta a_M}{n}$

Точністю ноніуса називають величину $\Delta a_M / n$, яка дорівнює відношенню ціни найменшої поділки основної шкали до числа поділок ноніуса. Під точністю відліку за ноніусом розуміють ціну його поділки.

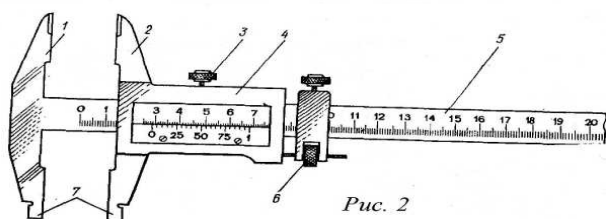


Рис. 2

Штангенциркуль (рис. 2) — це прилад для вимірювання лінійних розмірів з точністю від 0,1 до 0,02 мм. Штангенциркуль складається із сталюї лінійки (штанги) 5 з міліметровими поділками, відносно якої переміщується рамка 4 з ноніусом, і двох пар губок (ніжок) — нерухомих 1 і рухомих 2. При зімкнутих губках відлік за ноніусом дорівнює нулю. Між губками затискають вимірювану деталь. Щоб точно визначити розмір деталі, рухому губку штангенциркуля переміщують у момент дотику її до деталі за допомогою мікрометричного пристрою 6, щоб запобігти надмірному натисканню губок на деталь. Закріплюють рухому губку на штанзі стопорним гвинтом 3 (при відповідних навичках роботи з штангенциркулем гвинт 3 можна не закріплювати) і роблять відлік за ноніусом. Для вимірювання внутрішніх розмірів деталі є калібровані губки 7. Загальна ширина їх при зведених губках найчастіше дорівнює 10 мм; цей розмір треба додавати до відліку за шкалою. Деякі штангенциркулі мають також висувні лінійки для вимірювання глибини не наскрізних отворів.

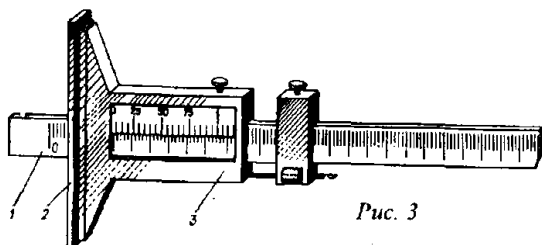


Рис. 3

Штангенглибиномір (рис.3) побудований подібно до штангенциркуля, але пристосований для вимірювання глибини отворів і висоти виступів деталей. У штангенглибиномірі рамка 3 з ноніусом має опорну площину 2, якщо прилад спирається на край отвору, а штанга 1 опускається в отвір. Глибину отвору вимірюють по основній шкалі на штанзі і по ноніусу рамки так само, як і штангенциркулем.

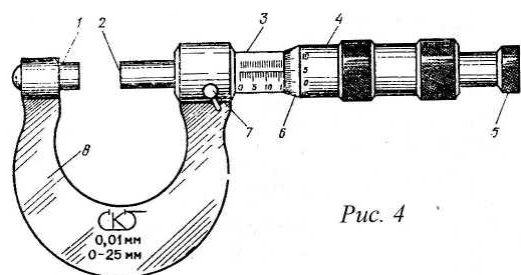


Рис. 4

Мікрометр (рис. 4) — це інструмент для вимірювання лінійних розмірів з точністю до 0,01 мм. Він складається із сталюї скоби 8, що має нерухому опорну п'яту 1, стебла 8, мікрометричного гвинта 2 і стопорного гвинта 7. Мікрометричний гвинт переміщується всередині спеціальної гільзи з різьбою,

закріпленою в стеблі 3. Крок гвинта 0,5—1,0 мм. На зовнішній поверхні стебла нанесено дві поздовжні шкали, зсунуті одна відносно одної на 0,5мм. Зовні стебло охоплює барабан 4, з'єднаний з мікрометричним гвинтом. Таким чином, при обертанні барабана обертається і гвинт; при цьому переміщується його вимірювальна поверхня 2. Дія мікрометра ґрунтується на властивості гвинта здійснювати при повороті його поступального переміщення, пропорційне куту повороту. Скошений обід 6 барабана поділено на 50 (або 100) однакових поділок. На правому кінці барабана є особливий фрикційний пристрій — тріскачка 5. При вимірюванні слід обертати барабан тільки за головку тріскачки. Деталь при вимірюванні затискається між п'ятою і мікрометричним гвинтом. Після того, як досягнуто певного ступеня натиску на деталь (5-6 Н), фрикційна головка починає проковзувати, даючи характерний тріск. Завдяки цьому затиснута деталь деформується порівняно мало (її розміри не спотворюються) і, крім того, це запобігає псуванню мікрометричного гвинта.

Для відлічування показів мікрометра по шкалі стебла визначають ціле число (нижня шкала) і половини (верхня шкала) міліметрів. Для відлічування сотих часток міліметра користуються поділками на барабані (крок мікрометричного гвинта визначається заздалегідь).

Порядок виконання роботи.

1. Вивчити конструкцію та технічні характеристики штангенциркуля і штангенглибиноміра [за посиланням](#). Засвоїти метод лінійного ноніуса. Навчитися читати на штангенінструменті довільно поставлений розмір.
2. Вивчити конструкцію та технічні характеристики мікрометра [за посиланням](#). Засвоїти метод мікрометричного гвинта. Перевірити встановлення мікрометричного гвинта па нуль. Навчитися читати на мікрометрі довільно поставлений розмір. Виміряти розмір наданих гайок. Записати кінцеві результати.
3. Дослідити густину тіла правильної форми. Для цього запусіть віртуальний стенд.



4. Оберіть матеріал циліндру та занесіть дані до таблиці.
5. Знайдіть масу циліндра помістивши його на ваги.
6. Після цього перемістіть циліндр до гачка на штативі та опустивши курсором миші лапку штатива знайдіть об'єм металевого циліндра. Дані занесіть до таблиці.
7. Змініть матеріал та виконайте ті самі дії для інших матеріалів.
8. Оцініть відносну похибку експерименту, порівнявши значення густини, отриманого в ході експерименту ($\rho_{\text{вим}}$), із табличним ($\rho_{\text{табл}}$): $\varepsilon_{\rho} = \left| 1 - \frac{\rho_{\text{вим}}}{\rho_{\text{табл}}} \right| \cdot 100\%$

Номер досліджу	Матеріал	Маса, m [кг]	Об'єм, V [м ³]	Густина, ρ $\left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$	Похибка, ε , %
1					
2					
3					
4					
5					

9. Сформулюйте висновок, у якому зазначте 1) які досліди ви проводили; 2) які співвідношення були підтвержені; 3) які чинники вплинули на точність результатів експерименту.

Висновок:

Контрольні питання.

1. Які вимірювання називаються прямими, а які непрямыми? _____

2. Класифікація похибок вимірювання _____
