

Лабораторна робота №6

Використання кутоміра для визначення величини кута

6.1 Мета роботи

Ознайомлення з вимірювальними інструментами для точного визначення кутів. Формування практичних навичок вимірювання та аналізу кутів у геометричних фігурах і практичних конструкціях.

6.2 Основні теоретичні відомості

До першої групи відносять прилади, застосування яких засноване на порівнянні вимірюваного кута з жорсткою мірою: призматичні кутові прилади (рис. 6.1), конусні калібри, шаблони та ін. Відмітною особливістю кутомірних приладів цієї групи є сталість одного (наприклад, у кутнику) або декількох (наприклад, у призматичній мірі) кутів. При використанні цих приладів їх або безпосередньо вводять у зіткнення з твірними вимірюваного кута (потім визначають ступінь прилягання «на просвіт» або «за фарбою»), або за ними налаштовують на нуль відліковий пристрій будь-якого контрольного приладу.

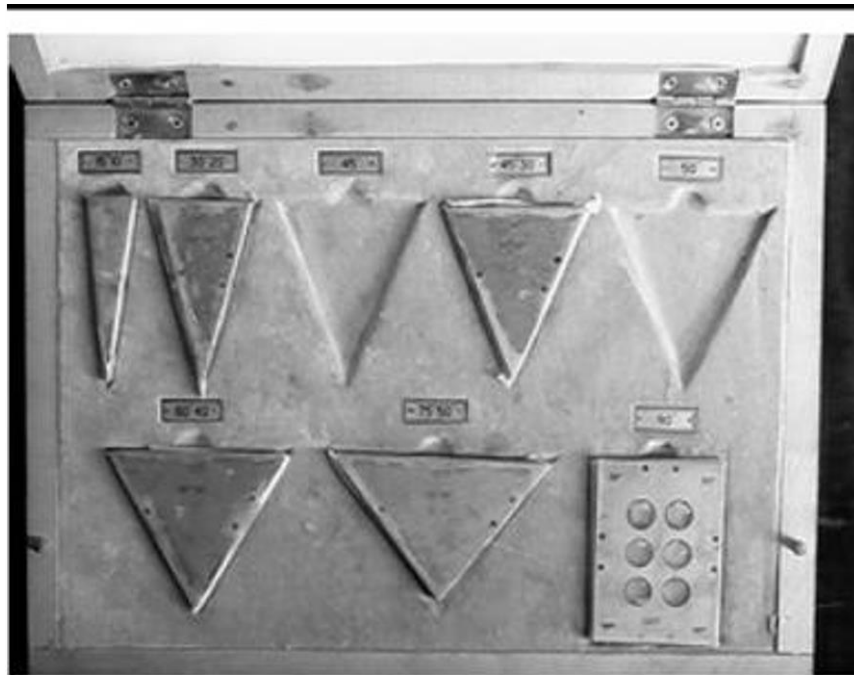


Рис. 6.1. Набір приладів для вимірювання кутів

До другої групи відносять прилади для вимірювання кутів методом порівняння їх з кутом, на який налаштовується вимірювальний прилад, наприклад тангенсні і синусні лінійки (рис. 6.2). Налаштування здійснюють з функцій тангенса або синуса на розмір вимірюваного або додаткового кута. За допомогою відлікового пристрою вимірюваний кут порівнюють з кутом, на який налаштований прилад, і визначають відхилення.

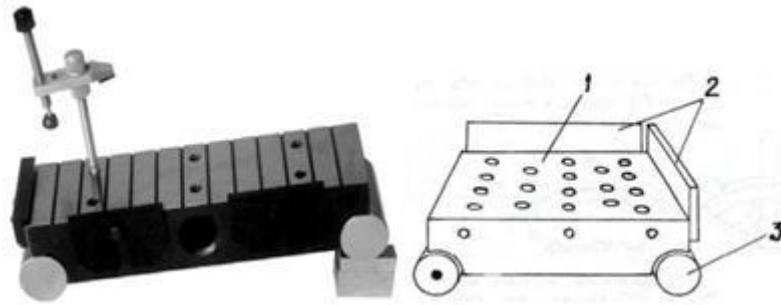


Рис. 6.2. Синусна лінійка:

1 - столик; 2 - опорні планки; 3 – ролик

Синусна лінійка (С. л.) - спеціальна лінійка у вигляді прямокутного паралелепіпеда з двома циліндричними роликами (кульками) на кінцях (рис. 6.3). С. л. призначається для встановлення заданого кута при виготовленні або вимірюванні деталей (наприклад, конусів, клинів і т. п.). С. л. розташовується на плиті, під один ролик плити встановлюється блок кінцевих мір довжини, розмір h яких підраховують за формулою $h = L \cdot \sin a$, де a - кут, на який потрібно встановити площину С. л., L - відстань між осями роликів. Відстані між роликами зазвичай складають від 100 до 500 мм, встановлення кута (нахилу) здійснюється в одному, або двох взаємоперпендикулярних напрямках. Вимірювана або оброблювана деталь встановлюється на плоскій поверхні С. л. (або у центрах). Найбільш часто С. л. використовують разом із відліковою голівкою для визначення похибки кута у конусних калібрів (рис. 6.3).

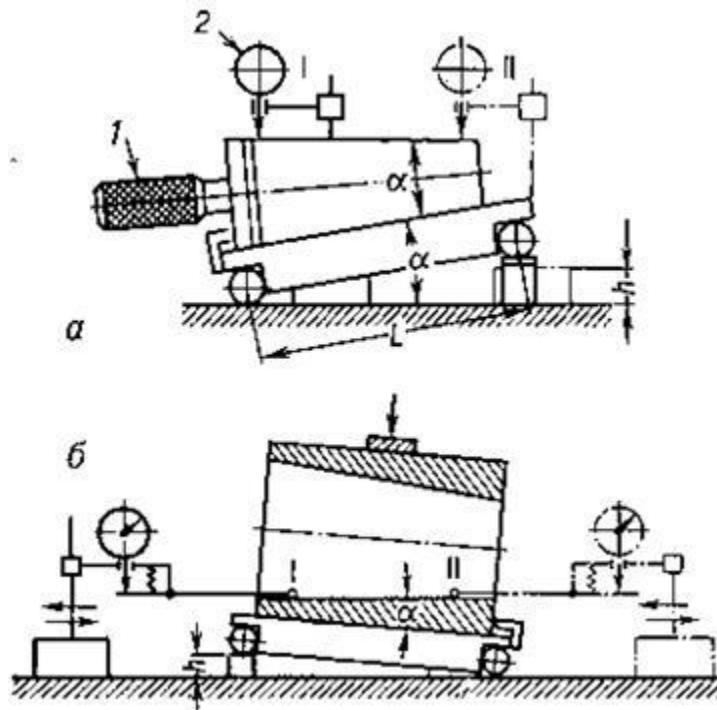


Рис. 6.3. Вимірювання кута при використанні синусної лінійки: а - зовнішнього конуса; б - внутрішнього конуса; 1 - конусний калібр; 2 - відлікова голівка; I і II - положення відлікової голівки

С. л. налаштовують на номінальний кут конуса, а за шкалою відлікової головки визначають відхилення від горизонтального положення твірної конуса щодо плити, на якій знаходиться С. л. За допомогою С. л. зазвичай встановлюють кути від 0 до 45° із похибкою від 4 до $15''$, що залежить від номінальної відстані між роликками, розміру кута, на який проводиться установка С. л., і від точності її виготовлення.

Принцип С. л. використовується, наприклад, у конструкціях різних приладів для передачі рухів під кутом до основного руху, у пристроях до металорізальних верстатів при обробці деталей із похилими поверхнями.

Історична довідка

Синус - одна з тригонометричних функцій; позначення - \sin . Синусом гострого кута в прямокутному трикутнику називається відношення катета, лежачого проти цього кута, до гіпотенузи. Індійські математики синус позначали словом «джіва» (в перекл. - «тягива лука»). Араби переробили цей термін у «джіба», який надалі перетворився на «джайо» - повсякденне слово арабської мови, що означає «вигин», «пазуха», «складка одягу» і відповідає латинському слову \sinus .

У третю групу входять прилади, в яких застосовується спосіб порівняння вимірюваного кута з кутовою шкалою: кутоміри з ноніусом (рис. 6.4), оптичні кутоміри (рис. 6.5), ділильні головки, ділильні столи, рівні, теодоліти, квадранти, гоніометри і т. д. Цей спосіб часто називають гоніометричним.

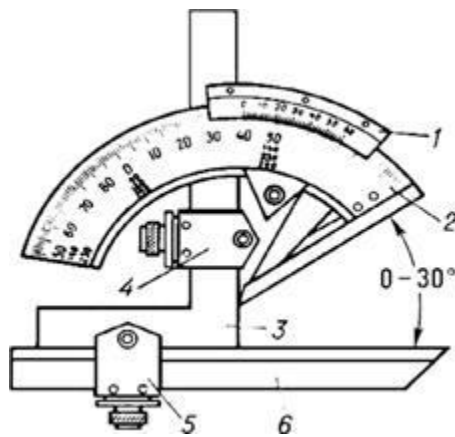


Рис. 6.4. Кутмір з ноніусом: 1 - ноніус; 2 - шкала, 3 - косинець; 4 і 5 - тримачі; 6 - знімна лінійка



Рис. 6.5. Оптичний кутомір

Кутoměри з ноніусом випускаються двох типів: УН - для вимірювання зовнішніх і внутрішніх кутів; УМ - для вимірювання зовнішніх кутів.

Кутoměром УМ (рис. 6.6, а) вимірюють зовнішні кути від 0 до 180°.

Основою цього кутoměра служить транспортер 5 зі шкалою, що має ціну поділки 1°; у центрі транспортера розташована вісь 2, на ребрі транспортера укріплена нерухома вимірювальна лінійка 4. На осі 2 повертається сектор 3 разом із рухомою лінійкою 10, ноніусом 8 (ціна поділки ноніуса становить 2' або 5'), а також стопором 9.

Кути вимірюють трьома основними методами:

- 1) методом порівняння з жорсткими контрольними інструментами - кутовими приладами, косинцями, конусними калібрами і шаблонами;
- 2) абсолютним гоніометричним методом, який оснований на використанні приладів із кутoměрною шкалою; до універсальних засобів вимірювання кутів належать ноніусні, оптичні й індикаторні кутoměри;
- 3) непрямим тригонометричним методом, який полягає у визначенні лінійних розмірів, пов'язаних із вимірюванням кута тригонометричною функцією.

Якщо потрібно виміряти зовнішній кут у межах від 0 до 90 °, то збирається весь комплект кутoměра, для чого на рухому лінійку 10 надягають тримач зі знімним косинцем 1 і гвинтом затиску. Для плавності підведення до потрібного стану кутoměр забезпечений мікроподачею 6, 7. Якщо потрібно виміряти зовнішній кут у межах від 90 до 180 °, то, звільнивши затискач, знімають кутників 1.

При визначенні величини кута використовують так зване правило штангенциркуля.

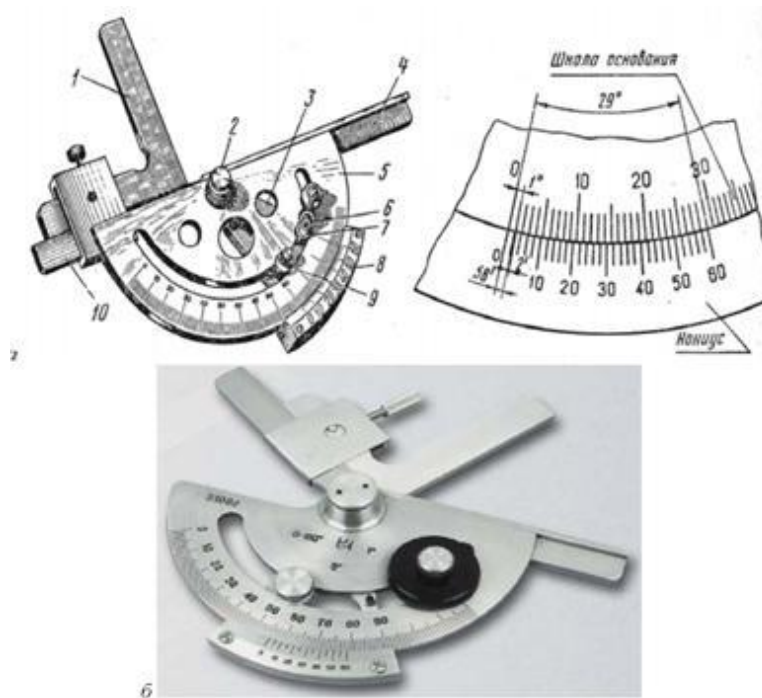


Рис. 6.6. Кутомір транспортний УМ з ціною поділки ноніуса:

Четверту групу становлять прилади, застосування яких ґрунтується на визначенні розміру сторони прямокутного трикутника (при постійному розмірі іншої сторони) й обчисленні за тригонометричними функціями синуса і тангенса значення шуканого кута. Ці вимірювання проводять на вимірювальних мікроскопах, координатно-вимірювальних машинах, спеціальних пристроях і т. п.

6.3 Підготовка до роботи

- 6.3.1 Ознайомитися з будовою кутоміра та його принципом роботи.
- 6.3.2 Перевірити справність інструменту перед початком роботи.
- 6.3.3 Використовуючи кутомір, виміряти кути різних частин заданої деталі.

6.4. Виконання роботи

- 6.4.1 Виконати не менше 15-20 вимірювань. (Вразі дистанційної роботи та відсутності засобів вимірювання використати таблицю 6.1)
- 6.4.2 Знайти: максимальне значення кута, мінімальне значення кута, середнє значення кута, математичне очікування (M), дисперсію (D), середнє квадратичне відхилення (σ)
- 6.4.3 Побудувати графік розподілу виміряних даних у вигляді гістограми.
- 6.4.4 Надати висновки про точність проведених вимірювань та аналіз результатів.

6.5. Зміст звіту

- 6.5.1 Найменування і мета роботи.
- 6.5.2 Рисунок обраного об'єкту для вимірювання (Випадок очної роботи).

- 6.5.3 Обчислення даних (макс, мін, середнє значення, математичне очікування, дисперсію та середнє квадратичне значення, похибки вимірювання для вибірки).
- 6.5.4 Графіки розподілу виміряних даних.
- 6.5.5 Висновки по роботі.

6.6 Контрольні запитання

- 6.6.1 Що таке кутомір? Яке його основне призначення?
- 6.6.2 Яка будова кутоміра? Назвіть основні частини інструменту?
- 6.6.3 Що таке ціна поділки кутоміра? Як вона впливає на точність вимірювання?
- 6.6.4 Які є правила безпеки при роботі з кутоміром?
- 6.6.5 Як впливає якість підготовки поверхні деталі на результати вимірювань?
- 6.6.6 У яких галузях застосовуються вимірювання кутів за допомогою кутомірів?

Таблиця 6.1 – Данні вимірювання кутоміром

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	19,05	19,03	19,05	19	19	19,04	19	19,04	19,05	19	19,02	19	19,01	19,01	19,02
2	18,05	18,05	18,05	18,03	18,05	18,02	18,01	18,01	18,04	18	18,05	18	18,02	18	18,05
3	17,01	17	17,05	17,05	17,01	17,05	17	17,03	17,01	17	17,03	17,01	17	17,02	17
4	16,04	16,01	16,05	16,02	16	16,05	16,03	16,03	16,02	16,01	16,03	16,01	16,04	16	16,02
5	15,06	15,05	15,06	15,04	15	15,05	15,01	15,05	15,05	15,02	15,02	15,05	15	15,01	15,03
6	14,05	14,06	14,06	14,02	14,04	14,05	14,06	14,02	14,02	14,02	14	14,04	14	14,04	14
7	13,06	13,04	13,05	13,05	13,06	13,04	13,04	13,02	13,05	13,03	13,04	13,05	13,05	13,01	13,06
8	12,05	12,04	12,03	12,01	12,03	12,04	12,05	12,03	12,06	12	12,04	12,05	12,02	12,01	12,05
9	11,03	11,02	11	11,03	11,01	11	11,03	11,03	11,06	11,04	11	11	11	11	11,05
10	10,01	10,05	10	10,04	10,02	10	10,03	10,01	10,03	10,05	10,05	10,03	10,02	10,04	10,06
11	9,01	9,02	9,04	9	9,04	9,06	9,06	9,06	9,01	9,05	9,06	9	9,06	9,04	9,05
12	8	8,04	8,06	8,02	8,05	8,02	8,03	8,06	8,06	8,06	8,02	8,03	8,04	8,05	8,03
13	7,04	7	7,02	7,04	7,02	7,03	7,02	7,02	7,05	7,03	7,02	7,02	7	7	7,05
14	6,01	6,02	6,02	6	6,04	6,01	6,04	6,01	6,04	6,04	6,03	6,04	6,01	6,01	6
15	5,04	5,04	5,04	5,01	5,03	5,05	5,04	5	5,03	5,02	5,01	5,03	5,02	5,03	5,01