

УДК 53.08

Н.С. Харчук, студент гр. ПІ-11мп, к.т.н., доц. Шведова В.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОЦІНЮВАННЯ МЕТОДИЧНОЇ ПОХИБКИ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ ОБ'ЄКТІВ КРУГЛОЇ ФОРМИ

Анотація: В роботі досліджено вплив кількості вимірювань діаметра деталі круглої форми на методичну похибку, що виникає при розрахунку площі деталі за рівняння круга. Визначено необхідну кількість вимірювань діаметра деталі круглої форми, яка забезпечує знижено малу методичну похибку вимірювання

Ключові слова: похибка вимірювання, методична похибка, модель об'єкта

ВСТУП

Методична похибка є похибкою, що виникає при відхиленні реального об'єкта вимірювання, який підлягає дослідженню від моделі, яка використовується для його опису.

В нашому експерименті *досліджується* деталь «круглої» форми.

В експерименті визначається площа перерізу деталі за результатом вимірювання діаметра деталі. При цьому метою є визначення необхідної кількості вимірювань діаметра деталі, щоб методична похибка була мінімізована.

Виходячи з геометричної форми і невеликого розміру для проведення вимірювання діаметра деталі обрано, цифровий штангенциркуль. Проаналізувавши ринок у співвідношенні ціна-якість-доступність, було прийнято рішення використовувати електронний штангенциркуль 150мм, арт. MLTOOL-210407.

ПЛАНУВАННЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для дослідження об'єктів круглої форми ми обираємо монету номіналом 2 копійки у якої ми будемо вимірювати діаметр штангельциркулем, та розраховувати площу монети за допомогою формули, що визначає площу об'єкта, який можна ототожнити з моделлю – круг

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (1)$$

де S – це площа кола, а d – це діаметр.

Мета дослідження полягає в тому, щоб встановити яким чином впливає кількість вимірювань діаметра, а також скільки разів і в яких положеннях потрібно виміряти їх діаметр, щоб мінімізувати цю методичну похибку. Для встановлення методичної похибки, мені потрібно обрати метод, що перевищує штангенциркуль по точності, щонайменше у 2 рази. Для досліду з монетою, ми можемо знайти її точний діаметр. Методичну похибку ми будемо оцінювати шляхом порівняння вимірювань і певного еталонного методу. У нашому випадку еталонний розмір монети ми дізнались на сайті національного банку України. Методична похибка буде визначатися як:

абсолютна методична похибка

$$\Delta_M = S_B - S_{\text{ет}} \quad (2)$$

де S_B – це площа деталі отримана в результаті експерименту, а $S_{\text{ет}}$ – це еталонне значення площі, отримане за інформацією відкритих джерел.

відносна методична похибка

$$\delta_M = \frac{\Delta_M}{S_{\text{ет}}} = \frac{S_B - S_{\text{ет}}}{S_{\text{ет}}} = \frac{S_B}{S_{\text{ет}}} - 1 \quad (3)$$

ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ ТА ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Наш експеримент складається з 5 етапів: одноразове, дворазове, триразове чотириразове вимірювання діаметру «круга» та порівняння його з еталонним значенням. Для кожного з дослідів проводимо виміри діаметру та рахуємо їх середнє значення

$$d_{\text{сеп}} = \frac{\sum d_n}{n} \quad (3)$$

Таблиця 1. Розрахунок середнього діаметру

	<i>1-разове</i>	<i>2-разове</i>	<i>3-разове</i>		<i>4-разове</i>	<i>еталон</i>
d1	17,31 мм	17,31 мм	17,31 мм		17,31 мм	17,3 мм
d2	-	17,3 мм	17,3 мм		17,3 мм	17,3 мм
d3	-	-	17,3 мм		17,3 мм	17,3 мм
d4	-	-	-		17,29 мм	17,3 мм
dсеп	17,3 мм	17,305 мм	17,3034 мм		17,3 мм	17,3 мм

Далі потрібно дізнатись площу перерізу за формулою(1)

Таблиця 2. Розрахунок площі перерізу

	<i>1-разове</i>	<i>2-разове</i>	<i>3-разове</i>	<i>4-разове</i>	<i>еталон</i>
dсеп	17,3 мм	17,305 мм	17,3034 мм	17,3 мм	17,3 мм
S	235,21 мм	235,08 мм	235,03 мм	234,94 мм	234,94 мм

Виходячи з цих даних ми зможемо розрахувати інструментальну складову похибки вимірювання площини перерізу за формулою(4):

$$\Delta S = \pm \frac{\pi}{2} d \cdot \Delta d \quad (4)$$

де Δd – це точність приладу. $\Delta d = \pm 0,02$ – при вимірюванні до 100 мм та $\Delta d = \pm 0,03$ – при вимірюванні від 100 мм до 200 мм

Таблиця 3. Розрахунок інструментальної складової похибки вимірювання

	<i>1-разове</i>	<i>2-разове</i>	<i>3-разове</i>	<i>4-разове</i>	<i>еталон</i>
$d_{сер}$	17,3 мм	17,305 мм	17,3034 мм	17,3 мм	17,3 мм
ΔS	$\pm 0,54$ мм	$\pm 0,54$ мм	$\pm 0,54$ мм	$\pm 0,54$ мм	$\pm 0,54$ мм

Маючи інструментальну складову похибку вимірювання площі, ми розраховуємо інструментальну складову невизначеності вимірювання за формулою(5):

$$u_{інстр} = \frac{\Delta S}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Таблиця 4. Інструментальна складову невизначеності вимірювання

	<i>1-разове</i>	<i>2-разове</i>	<i>3-разове</i>	<i>4-разове</i>	<i>еталон</i>
ΔS	17,3 мм	17,305 мм	17,3034 мм	17,3 мм	17,3 мм
$u_{інстр}$	$\pm 0,312$ мм	$\pm 0,312$ мм	$\pm 0,312$ мм	$\pm 0,312$ мм	$\pm 0,312$ мм

Далі нам розраховуємо вибіркве стандартне відхилення при багаторазовому вимірюванні за формулою 6.

$$S_B = \left(1 + \frac{1}{4(n-1)}\right) \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (6)$$

Таблиця 5. Вибіркове стандартне відхилення при багаторазовому вимірюванні

	<i>2-разове</i>	<i>3-разове</i>	<i>4-разове</i>
S_B	0,009 мм	0,0057 мм	0,011 мм

З цими даними нам потрібно розрахувати випадкову складову (обумовлену нестабільністю показів стандартної) невизначеності за формулою(7):

$$u_B = \frac{S_B}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

Таблиця 6. Випадкова складову невизначеності

	<i>2-разове</i>	<i>3-разове</i>	<i>4-разове</i>
u_B	0,0064	0,00327	0,0058

І провівши всі ці розрахунки, ми можемо знайти значення стандартної невизначеності вимірювання площі S за формулою(8):

$$u = \sqrt{u_{інстр}^2 + u_B^2} \quad (8)$$

Таблиця 7. Стандартна невизначеність вимірювання площі

	2-разове	3-разове	4-разове
u	0,312	0,312	0,312

Далі розрахуємо абсолютну та відносну методичні похибки для дослідів 1-4 за відповідними формулами(2 та 3):

Таблиця 8. Абсолютна та відносна методичні похибки

	1-разове	2-разове	3-разове	4-разове
Δm	0,27 мм	0,14 мм	0,09 мм	0
$\Delta \delta$	0,115%	0,059%	0,038%	0%

Провівши всі заміри та підрахувавши всі значення, можемо побачити (таблиця 8), що при збільшенні кількості замірів зменшується похибка вимірювання і провівши чотириразове вимірювання, ми змогли досягти результату коли методична похибка стає знищено мала.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Ціделко В.Д., Яремчук Н.А., Затока С.А., Бурченков Г.К., Шведова В.В., Стасевич В.А. Основи метрології та вимірювальної техніки [Текст] : у 2 т.: навч. посіб. / В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук, С.А. Затока та ін. – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 1 т. – 236 с. – Бібліогр.: С. 234-235. – 200 пр.
- [2] В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання. – Київ: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2002 – 176 с.
- [3] Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; За ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. - Т. 1. Основи метрології. – 532 с.
- [4] Захаров И.П., Кукуш В.Д. Теория неопределенности в измерениях. Учебн. пособие: - Харьков, Консум, 2002 – 256 с.