

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ДІАМЕТРА ВАЛУ

В умовах сучасного виробництва в таких галузях, як транспортне машинобудування, авіація, аерокосмічна та медична промисловість, вимоги до якості продукції, що випускається, а також до точності вимірювання розмірів деталей постійно підвищуються. Відповідно до цих тенденцій в останні роки спостерігається бурхливий розвиток технічних можливостей контрольно-вимірювальних приладів. Однак така тенденція призводить до неухильного зростання вартості вимірювальних приладів. Завдання обґрунтування раціонального вибору точності вимірювального приладу залишається актуальною [1].

Для розв'язання цієї задач такого класу в роботах [1, 2] запропоновано метод імітаційно-статистичного моделювання точності формоутворення базової поверхні виробу та розрахунку числового критерію достовірності контрольних процедур.

В даній роботі викладено особливості апробації вказаного методу дослідження стосовно контрольних операцій для поверхні високоточного валу.

Аналіз літературних джерел і нормативної документації показав, що чисельний метод статистичного моделювання (Монте-Карло) широко використовується для комп'ютерного моделювання вимірювальних процедур. Як потужний інструмент наукових досліджень, моделювання методом Монте-Карло вже давно широко використовується в машинобудуванні. Але особливість даного дослідження полягає в тому, що метод Монте-Карло інтегровано з імітаційним моделюванням контрольних операцій [2].

Метод статистичних випробувань, або метод Монте-Карло базується на використанні так званих випадкових чисел — можливих значень деякої випадкової величини із заданим розподілом ймовірностей.

При реалізації методу статистичних випробувань на комп'ютері, випадкові числа виробляються спеціальною електронною приставкою до комп'ютера (датчиком випадкових чисел) або машиною за спеціальною програмою. У будь-якому з цих варіантів для генерування випадкових чисел використовується апаратна (датчик випадкових чисел) або алгоритмічна (спеціальна програма для комп'ютера) модель деякого випадкового процесу, імовірнісні характеристики якого відомі або можуть бути оцінені експериментально.

Вихідними даними для проведення комп'ютерних досліджень були:

- типові вимоги до точності циліндричної поверхні вала, яка є базовим елементом;
- типові вимоги нормативних документів до максимальної похибки застосовуваного вимірювального приладу.

Скористаємося методом статистичних випробувань, який обчислюється виразом виду:

$$I = (b - a) \int_a^b h(x) \frac{1}{b - a} dx, \quad (1)$$

де $(b - a)$ – інтервал випадкових чисел.

До статистичних показників якості валу відносимо: найбільше випадкове відхилення від номінального розміру (мкм); найменше випадкове відхилення від номінального розміру (мкм); середнє відхилення від номінального розміру (мкм); середньоквадратичне відхилення від середнього відхилення (мкм); поле розсіювання ω випадкових відхилень (мкм).

По результатам статистичних показників якості побудовано гістограму розподілу ймовірності отримання виробу рисунок 1.

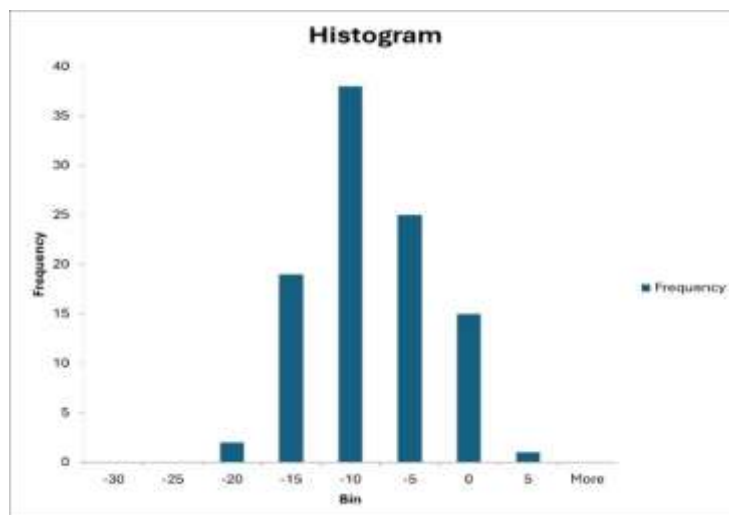


Рис. 1. Гістограма розподілу ймовірності отримання виробу

Кількісний критерій точності технологічної системи обираємо по відношенню поля допуску (або інтервалу розсіювання) до середньо квадратичного відхилення у статистичній вибірці за умови нульової похибки вимірювання:

$$Ac = \frac{T_d}{\sigma}, \quad (2)$$

де Ac - кількісний критерій точності технологічної системи, T_d - допуск діаметру вала (мкм), σ - середнє квадратичне відхилення розміру.

Показник достовірності контролю визначається за формулою:

$$Rc = \frac{\Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{з}}}{\Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{з}} + H_{\text{п}} + H_{\text{з}}}, \quad (3)$$

де $\Pi_{\text{п}}$ - кількість (або відсоток) правильно прийнятих виробів, $\Pi_{\text{з}}$ - кількість (або відсоток) правильно забракованих виробів, $H_{\text{п}}$ - кількість (або відсоток) неправильно прийнятих виробів, $H_{\text{з}}$ - кількість (або відсоток) неправильно забракованих виробів.

Застосування імітаційно-статистичного моделювання методом «Монте Карло» у програмі Microsoft EXCEL дає можливість змоделювати достовірність контролю розмірів для виробів не залежно від обсягу партії.

Список літератури:

1. Voichyshen, O., Patsera, S., Derbaba, V., & Bohdanov, O. (2024). Virtual Device for Assessing the Geometric Parameters' Reliability Control for Mechanical Products Depending on the Tool Accuracy. In Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange (pp. 409-421). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61797-3_35
2. Alekseyenko, S., Ruban, V., Derbaba, V., Bohdanov, O., & Patsera, S. (2025). Justification of Digital Algorithmic Model Controlling the Radial Runout of Gear Wheels. 8th International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange (DSMIE-2025) (Book series: Lecture Notes in Mechanical Engineering; Publisher: Springer Nature). p181-191. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95218-0_16
3. Кузьмичов А.І. Ймовірнісне та статистичне моделювання в Excel для прийняття рішень. Навч. пос./ Бишовець Н.Г., Кузьмичов А.І., Куценко Г.В., Омединська Н.В., Юсипів Т.В. – К.: Видавництво Ліра-К, 2019. – 200 с.