

УДК 621.822

Денисюк В.Ю., канд. техн. наук, доцент

Луцький національний технічний університет, v.denysiuk@lntu.edu.ua

ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБОК ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЗАСОБІВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

У машино- та приладобудівному виробництві багато деталей виготовляють із високою розмірною точністю. Для забезпечення високої точності обробки на верстатах застосовують автоматизовані системи активного контролю, що призначені для вимірювання геометричних розмірів деталей у процесі їх оброблення і управління технологічним обладнанням за результатами цих вимірювань [1].

Похибка виготовлення деталі Δ характеризується наступним співвідношенням

$$\Delta = \Delta_n + \Delta_{об} + \Delta_0 \leq \delta, \quad (1)$$

де Δ_n – похибка приладу;

$\Delta_{об}$ – похибка обробки;

Δ_0 – похибка налаштування приладу та системи верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПД);

δ – допуск.

Похибка виготовлення виробів на верстаті з приладом активного контролю може бути представлена формулою:

$$\delta \geq \Delta_0 + \Delta_c(t) + \Delta_p, \quad (2)$$

де $\Delta_c(t)$ – систематична похибка від зміщення налаштування системи;

Δ_p – випадкова похибка розсіювання розмірів деталей.

На точність обробки крім похибки видачі кінцевої команди приладу Δ_n впливають похибки, зумовлені системою ВПД. Таким чином, з'являється динамічна похибка Δ_δ , що має, як і динамічна похибка приладу δ_δ , систематичну та випадкову складові [2]. Систематична складова компенсується при налаштуванні верстата з приладом, випадкова виникає через коливання швидкості знімання припуску V і часу t_δ відведення шліфувального круга в кінці обробки та визначається за формулою:

$$\Delta_\delta = \pm 2\sigma_\delta = \pm \sqrt{(t_\delta \sigma_V)^2 + (V\sigma_t)^2}, \quad (3)$$

де t_δ – середній час спрацьовування механізму відведення шліфувального круга, що дорівнює приблизно 0,1 с;

σ_V – середня квадратична похибка, що характеризує непостійність швидкості зміни розміру при припиненні обробки;

σ_t – середня квадратична похибка, що характеризує непостійність часу відведення шліфувального круга.

Похибка Δ_δ невелика і становить приблизно 0,2 – 0,5 мкм. Похибка форми Δ_ϕ та похибка Δ_c системи ВПД не впливають безпосередньо на момент закінчення обробки та відведення шліфувального круга, а виявляються вже на оброблених деталях. Для того щоб оцінити співвідношення між похибками форми та похибкою приладу, умовно представимо, що похибка обробки включає лише ці дві складові (Δ_ϕ та Δ_n).

Похибка обробки $\Delta_{об}$ залежить не тільки від полів складових похибки, а й від їх розташування (рис. 1). У найсприятливішому випадку складові похибки Δ_ϕ та Δ_n розташовані симетрично відносно рівня налаштування, і це відповідає найменшій похибці

обробки $\Delta_{об}$ (рис. 1, а). Найбільше значення похибка обробки $\Delta_{об}$ має місце у тому випадку, якщо її складові розташовані цілком по одну сторону від рівня налаштування (рис. 1, б).

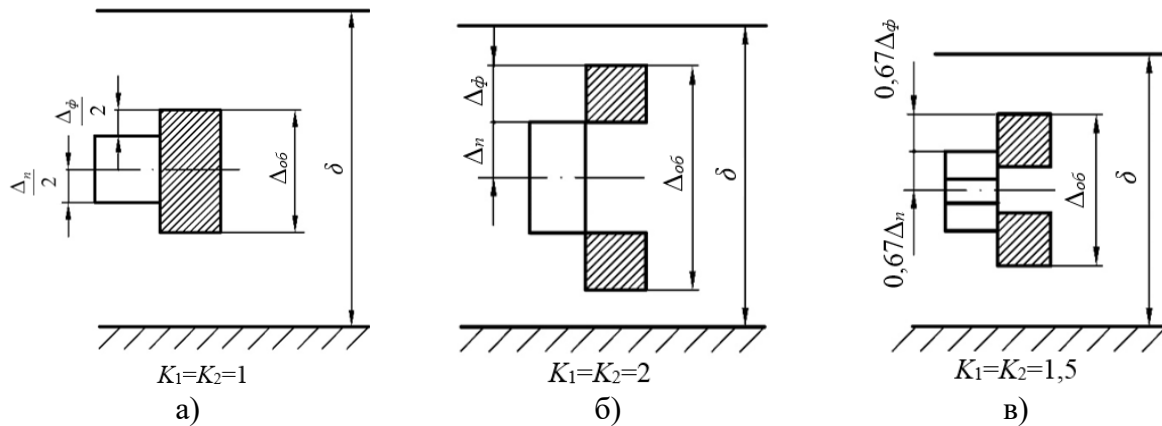


Рис. 1 – Розташування складових похибок у полі допуску розміру

Таким чином, похибку обробки $\Delta_{об}$ можна представити формулою:

$$\Delta_{об} = K_1\Delta_n + K_2\Delta_\phi, \quad (4)$$

де K_1 і K_2 – коефіцієнти, що залежать від розташування поля кожної складової похибки відносно вихідного розміру, тобто похибки Δ_n відносно номінального або дійсного рівня налаштування, наприклад, середини поля допуску, та похибки форми Δ_ϕ відносно дійсного розміру. Значення K_1 та K_2 , наведені на рисунку 2 а, б, є граничними. Для попередніх розрахунків точності обробки доцільно орієнтуватися на середнє значення цих коефіцієнтів $K_1 = K_2 = 1,5$ (рис. 1, в).

У таблиці 1 наведено похибки обробки $\Delta_{об}$ при деяких значеннях Δ_n і Δ_ϕ , підраховані за формулою (4).

Таблиця 1 – Співвідношення похибок форми та обробки

Δ_n/δ	Δ_ϕ/δ	$\Delta_{об}/\delta$
0,2	0,2	0,42
0,2	0,6	0,95
0,3	0,2	0,54
0,3	0,55	0,94
0,4	0,2	0,67
0,4	0,5	0,96
0,5	0,2	0,81

Таким чином, похибки форми істотно впливають на точність обробки. На відміну від інших способів обробки, коли можуть допускатися відхилення форми в межах усього поля допуску розміру, при автоматичному контролі відхилення форми завжди повинні бути обмежені лише частиною допуску розміру. Найбільший допуск форми може становити $\Delta_\phi = 0,6\delta$ (при $\Delta_n < 0,2\delta$). Однак оптимальним слід вважати $\Delta_\phi < 0,4\delta$. За цієї умови похибка приладу може скласти $\Delta_n = 0,5\delta$.

Список посилань

1. Денисюк В. Ю. Метрологічне забезпечення точності приладів активного контролю в процесі обробки. / Денисюк В. Ю., Симонюк В. П., Лапченко Ю. С., Новосад Б. І. // «Перспективні технології та прилади»: зб. статей. – 2020. – Вип. 16. – С. 38 – 47.

2. Денисюк В.Ю. Динамічні похибки в системах активного контролю та їх визначення в умовах експлуатації. / В.Ю. Денисюк // «Інформаційно-вимірювальні технології ІВТ-2022»: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 9–10 листопада 2022 р. – Львів, 2022. – С. 53 – 55.