

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄТА УТОЧНЕННЯ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ ТОНКИМ РОЗТОЧУВАННЯМ ГОЛОВНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз точності обробки на прикладі тонкого розточування отвору в заготовці корпусній деталі. Це дозволило виявити рівень впливу елементарних похибок на точність обробки і визначити коефіцієнт уточнення.

Ключові слова: механічна обробка, точність, тонке розточування, коефіцієнт уточнення.

Abstract

The analysis of precision machining to fine example of boring holes in the blanks case details revealed. This level of exposure elementary errors in precision machining and determine the rate of clarification.

Keywords: machining, precision fine boring coefficient clarification.

Вступ

Однією з основних характеристик технологічного переходу механічної обробки є коефіцієнт уточнення, який згідно з [1] визначається співвідношенням

$$K_{y_i} = \frac{T_{i-1}}{T_i}, \quad (1)$$

де T_i — допуск розміру, який забезпечується на певному (i — му) переході; T_{i-1} — допуск розміру, який забезпечується на попередньому переході.

Очевидно, що для конкретних умов обробки коефіцієнт уточнення може бути визначений за формулою

$$K_{y_i} = \frac{\varepsilon_{\Sigma i-1}}{\varepsilon_{\Sigma i}}, \quad (2)$$

де $\varepsilon_{\Sigma i}$ — сумарна похибка, яка виникає під час обробки на i — му переході; $\varepsilon_{\Sigma i-1}$ — сумарна похибка, яка виникає під час обробки на попередньому переході.

Величина ε_{Σ} залежить від низки незалежних одна від одної (елементарних) похибок.

Згідно з [2] ε_{Σ} на діаметральні розміри можна знайти за формулою

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{K} \sqrt{(K_2 \varepsilon_H)^2 + (K_3 \varepsilon_{пд})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 + (K_5 \varepsilon_B)^2 + (K_6 \varepsilon_T)^2} \quad (3)$$

де $\varepsilon_H; \varepsilon_{пд}; \varepsilon_i; \varepsilon_B; \varepsilon_T$ — похибки, що зумовлені відповідно: неточністю налагодження верстата; пружними деформаціями елементів технологічної системи під дією сили різання; розмірним зносом різального інструмента; геометричною неточністю верстата; тепловими деформаціями технологічної сис-

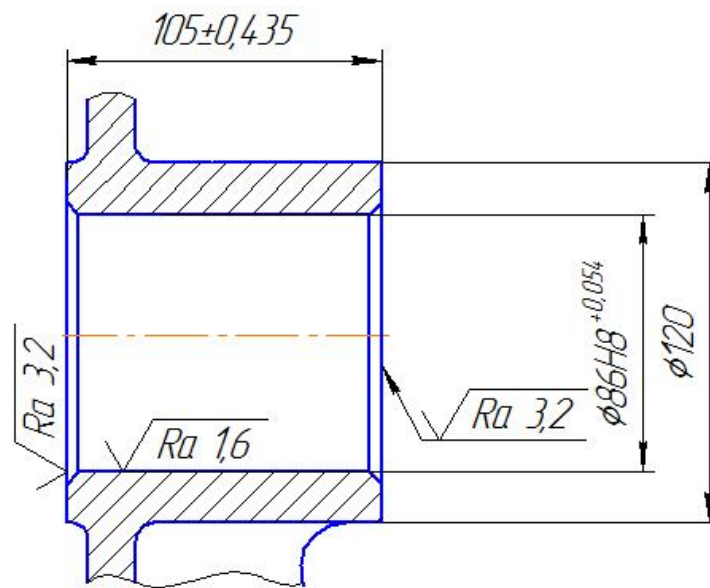
теми; $\frac{1}{K}$ — коефіцієнт, який залежить від бажаної гарантованої імовірності роботи без браку; $K_2 = K_3 = 1$, $K_4 = K_5 = K_6 = 1,73$ — коефіцієнти, величини яких залежать від виду закону розподілу відповідних елементарних похибок.

Мета роботи — виявлення впливу елементарних похибок на точність тонкого розточування і визначення коефіцієнта уточнення

Дослідження виконувались на прикладі механічної обробки заготовки корпусної деталі.

Результати дослідження

Визначено елементарні похибки і сумарну похибку розміру отвору $\varnothing 86H8^{+0,054}$ мм, що виникають в результаті тонкого розточування на свердильно-фрезерно-розточувальному верстаті (рисунок).



Ескіз обробки

Прийнято такі технологічні умови:

- 1) тонке розточування виконується після чистового розточування, яке забезпечує розмір отвору за IT9 (для прийнятого номінального розміру величина допуску складе 87 мкм [3]);
- 2) партія заготовок у кількості 50 шт. обробляється на настроєному верстаті без піднастроювання.
- 3) настроювання інструмента (розточувальної оправки) на розмір обробки відбувається поза верстатом з використанням оптичного приладу типу БВ-2015;
- 4) матеріал різальної частини інструмента — Композит 10.
- 5) матеріал заготовки — чавун СЧ18.

Похибка настроєння ε_H можна визначити за формулою [1]

$$\varepsilon_H = \sqrt{(K_p \varepsilon_p)^2 + \left(\frac{K_{BM} \varepsilon_{BM}}{2}\right)^2} \quad (4)$$

де ε_p і ε_{BM} — відповідно похибка регулювання і похибка вимірювання; $K_p = 1,73$ і $K_{BM} = 1$ — коефіцієнти, які враховують відхилення законів розподілу відповідних похибок від нормального закону.

За умови настроювання вершини різцевої вставки розточувальної оправки на розмір обробки з настроюванням поза верстатом з використанням приладу БВ-2015 похибка ε_p складе 2 мкм.

Величину похибки $\varepsilon_{\text{вм}}$ можна прийняти рівною ціні поділки Δ_i вимірювального інструмента. Якщо вимірювати діаметр отвору індикаторним нутромірором з вимірювальною голівкою годинникового типу, то $\varepsilon_{\text{вм}} = \Delta_i = 1$ мкм.

Підставивши прийняті значення ε_p і $\varepsilon_{\text{вм}}$ в (4), отримаємо $\varepsilon_H = 4$ мкм.

Похибку, що зумовлена пружними деформаціями елементів технологічної системи під дією сили різання визначалась за формулою

$$\varepsilon_{\text{пд}} = \omega_{\Sigma} (P_{y_{\text{max}}} - P_{y_{\text{min}}}), \quad (5)$$

де ω_{Σ} — сумарна податливість технологічної системи, яка враховує податливості верстата, верстатного пристрою, інструмента і заготовки; $P_{x_{\text{max}}}$ і $P_{x_{\text{min}}}$ — відповідно найбільша і найменша величина складової сили різання, яка діє у напрямі нормалі до оброблюваної поверхні.

Під час визначення величини ω_{Σ} вважалось, що податливості верстата, верстатного пристрою, і заготовки суттєво менші за податливість розточувальної оправки ω_i , тобто приймалося, що $\omega_{\Sigma} = \omega_i = 0,115$ мкм/Н [4]. Очевидно, що на зміну величини P_x впливатиме зміна припуску на тонке розточування. Вважалось, що на переході, який розглядається, $t_{\text{min}} = 0,15$ мм, $t_{\text{max}} = 0,22$ мм. За цих умов отримано $P_{y_{\text{max}}} = 55$ Н; $P_{x_{\text{min}}} = 38$ Н. Визначена за формулою (4) величина $\varepsilon_{\text{пд}}$ складе 2 мкм.

Похибка ε_i , що виникає через розмірний знос інструмента під час обробки партії заготовок, визначалась за формулою [5].

$$\varepsilon_i = \frac{u_0 L}{1000}, \quad (6)$$

де u_0 — відносний розмірний знос різця розточувальної оправки; L — довжина шляху різання.

Для розточування отворів довжина шляху різання під час обробки партії заготовок складе

$$L = \frac{\pi d l n}{1000 s}, \quad (7)$$

де d, l — відповідно діаметр і довжина оброблюваної поверхні, мм; n — кількість заготовок в партії; s — подача, мм/об.

Величина u_0 , визначена згідно з рекомендаціями [6], склала 2,5 мкм/км для подачі $s = 0,04$ мм/об. В результаті розрахована за формулами (6) і (7) величина ε_i склала 88 мкм.

Оскільки величина ε_i суттєво перевищує допуск (0,054 мм), то потрібно зменшити кількість заготовок, які обробляються без піднастроювання інструмента. Якщо прийняти $n = 15$ шт., то ε_i складе 27 мкм.

Похибку ε_B в даному випадку спричиняє биття вершини різцевої вставки оправки, яке за даними [4] складає 5 мкм.

З урахуванням того, що обробка на сучасних багатоцільових верстатах з ЧПК супроводжується рясним охолодженням, то похибкою, що замовлена тепловими деформаціями технологічної системи можна знехтувати.

Прийнявши: $\frac{1}{K} = 1$ (очікуваний брак складе 0,03%), за формулою (3) визначимо ε_{Σ} . Таким чином, $\varepsilon_{\Sigma} = 48$ мкм, що не перевищує величини допуску.

Визначена за формулою (2) величина коефіцієнта уточнення склала $K_y = 1,8$, що узгоджується з рекомендаціями [1].

Висновки

1. На прикладі остаточної обробки точного отвору в заготовці корпусної деталі з сірого чавуну проведений аналіз з виявлення елементарних похибок, які мають домінуючий вплив на сумарну похибку.
2. Показано, що найсуттєвіший вплив на точність обробки на верстаті з ручним керуванням має похибка, що зумовлена розмірним зносом різального інструмента.
3. Величина коефіцієнта уточнення для розглянутих технологічних умов узгоджується з загальноприйнятими рекомендаціями.
5. Результати роботи можуть бути використані під час проектування нових технологічних процесів механічної обробки у машинобудівному виробництві і у навчальному процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комиссаров В. И. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов / В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. — М. : Машиностроение, 1985. — 224 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / [Борисов В. Б., Борисов Е. И., Васильев В. Н. и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. — М. : Машиностроение, 1985. — 656 с.
3. Допуски и посадки : справочник : в 2-х ч. / [сост. Мягков В. Д., Палей М. А., Романов А. Б., Брагинский В. А.]; под ред. В. Д. Мягкова. — Л. : Машиностроение, 1983. — Ч. 1. — 1983. — 543 с.
4. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ : справочник. / сост. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. — М. : Машиностроение, 1990. — 512 с.
5. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : навчальний посібник / О. В. Дерібо — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 125 с
6. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Маталин А. А. — Л. : Машиностроение, 1985. — 496 с.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Перебейніс Юрій Миколайович – студент групи ПМ-136, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Желєзняк Олексій Євгенович – студент групи ПМ-136, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: DeriboOV@ukr.net;

Perebeinis Yurii M. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Zhelezniak Oleksii E. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.