

Ю. А. Буренніков  
Ж. П. Дусанюк  
С. В. Репінський  
В. В. Фабіянов

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ СУМАРНОЇ ПОХИБКИ ОБРОБКИ ПЛОЩИНИ ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА РТ.05.002» НА БАГАТОЦІЛЬОВОМУ ВЕРСТАТІ З ЧПК

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Проведено аналіз елементарних похибок, що виникають при механічній обробці площини заготовки деталі типу «Кришка РТ.05.002» на багатоцільовому верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПК). Визначено їх значення та величину сумарної похибки механічної обробки. Виконане порівняння із величиною заданого допуску розміру.*

**Ключові слова:** елементарні похибки, сумарна похибка, допуск, розмір, фрезерування, площина, верстат, механічна обробка.

### Abstract

*The analysis of the elementary errors that occur during machining of the workpiece plane details like «Cover RT.05.002» on a multi-purpose machine with numerical control (CNC). Their values and the value of the total machining error are determined. Comparison with the value of the specified size tolerance.*

**Keywords:** elementary errors, total error, tolerance, size, milling, plane, machine, mechanical processing.

### Вступ

Забезпечення заданої точності – основна вимога до виконання операцій технологічного процесу механічної обробки. При проектуванні технологічного процесу, що гарантує досягнення цієї точності, необхідно знати і враховувати похибки, що виникають при виконанні операцій механічної обробки. Тому оцінка сумарної похибки механічної обробки при одержанні розмірів деталі на операціях механічної обробки та її порівняння із заданими допусками є відповідальним етапом проектування технологічного процесу.

Мета роботи – установлення елементарних похибок, які є складовими сумарної похибки під час фрезерування площини заготовки деталі типу «Кришка РТ.05.002» на багатоцільовому верстаті з ЧПК та порівняння визначеного значення сумарної похибки із заданим допуском на отримуваний при фрезеруванні розмір.

При виконанні досліджень вирішуються завдання:

- аналіз елементарних похибок, що виникають при фрезеруванні площини заготовки деталі типу «Кришка РТ.05.002» на багатоцільовому верстаті з ЧПК;
- визначення величини елементарних похибок;
- розрахунок сумарної похибки механічної обробки;
- порівняння сумарної похибки механічної обробки розміру, отриманого при фрезеруванні площини, із заданим допуском.

### Результати дослідження

Виконується дослідження точності обробки фрезеруванням площини заготовки деталі типу «Кришка РТ.05.002» на координатно-свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті з ЧПК моделі 24К60СФ4.

Згідно [1, 2] для лінійного розміру, що координує розташування оброблюваної площини відносно іншої, яка є вимірною базою, сумарна похибка механічної обробки

$$\varepsilon_{\Sigma} = t \sqrt{(K_1 \varepsilon_y)^2 + (K_2 \varepsilon_n)^2 + (K_3 \varepsilon_{нд})^2 + (K_4 \varepsilon_i)^2 + (K_5 \varepsilon_e)^2 + (K_6 \varepsilon_T)^2} \text{ [мкм]}, \quad (1)$$

де  $t$  – коефіцієнт, який залежить від бажаної ймовірності роботи без браку;

$K_1 \dots K_6$  – коефіцієнти, величини яких залежать від закону розподілу відповідних елементарних похибок;

$\varepsilon_y$  – похибка, що виникає із-за неточності установаження заготовки у верстатному пристрої;

$\varepsilon_n$  – похибка із-за неточності налагодження верстата;

$\varepsilon_{нд}$  – похибка, що спричиняється пружними деформаціями елементів системи верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПД) під дією сили різання;

$\varepsilon_i$  – похибка із-за розмірного зносу різального інструмента;

$\varepsilon_e$  – похибка викликана геометричною неточністю верстата;

$\varepsilon_T$  – похибка, що виникає із-за теплових деформацій системи ВПД.

При обробці деталей на верстатах з ЧПК крім вказаних у формулі (1) похибок є ще додаткові похибки [2], до яких відносяться:

$\varepsilon_n$  – похибка позиціонування супорта;

$\varepsilon_{н.р}$  – похибка позиціонування інструментальної головки;

$\varepsilon_{кор}$  – похибка відпрацювання корекції (у випадку роботи з коректорами).

Разом з тим при роботі з коректорами із розрахунку сумарної похибки може бути виключена систематична похибка із-за розмірного зносу інструмента  $\varepsilon_i$ , так як в програму можна ввести періодичну корекцію положення інструмента. При розрахунку розмірного налагодження верстата можна виключити похибку регулювання  $\varepsilon_p$ , так як ця похибка враховується похибкою корекції  $\varepsilon_{кор}$ .

Розглянуто та проаналізовано кожну із складових сумарної похибки, виконано їх розрахунок [3-5]. За результатами виконаної роботи побудована діаграма розподілу елементарних похибок і сумарної похибки, яка виникає при фрезеруванні верхньої площини заготовки деталі типу «Кришка РТ.05.002» в розмір 84<sub>-0,35</sub> мм (рис. 1).

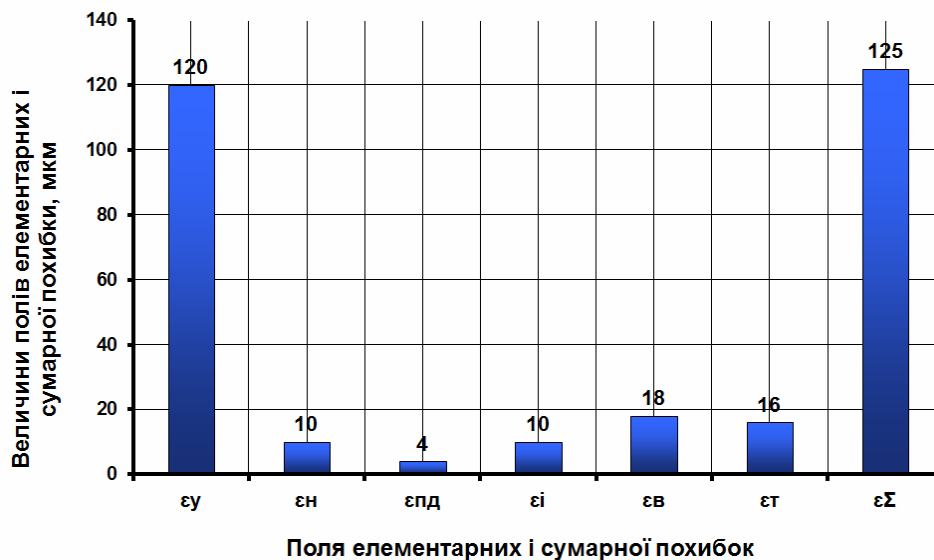


Рис. 1. Діаграма розподілу величин елементарних похибок і сумарної похибки

### Висновки

Розглянуто обробку площини заготовки деталі типу «Кришка РТ.05.002» на багатоцільовому верстаті з ЧПК 24К60СФ4. Виявлені елементарні похибки, які є складовими сумарної похибки механічної обробки при фрезеруванні партії заготовок.

Показано, що найбільший вплив на точність обробки має похибка установа. Всі інші складові є значно меншими по величині. Обробка на вибраному верстаті гарантовано забезпечує точність, так як сумарна похибка  $\varepsilon_{\Sigma} = 125$  мкм значно менша величини поля допуску виконуваного розміру  $T = 350$  мкм.

Методика та результати виконаних досліджень можуть бути використані при проектуванні технологічних процесів механічної обробки в механічних цехах машинобудівних підприємств, а також студентами в навчальному процесі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / В. Б. Борисов, Е. И. Борисов, В. Н. Васильев [и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 656 с.

2. Аверченков В. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. Учеб. пособие для машиностроит. вузов по спец. «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты» / В. И. Аверченков, О. А. Горленко, В. Б. Ильицкий [и др.] ; под общ. ред. О. А. Горленко. – М. : Машиностроение, 1988. – 192 с.

3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – М. : ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 2 / Ю. А. Абрамов, В. Н. Андреев, Б. И. Горбунов [и др.]; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.

5. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 106 с.

6. Дерібо О. В. Порівняльний аналіз точності обробки на верстаті з ручним керуванням і на верстаті з числовим програмним керуванням // О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, А. Ф. Кулик // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 5. – С. 116–124.

**Буренніков Юрій Анатолійович** – канд. техн. наук, професор, декан Факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

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

**Репінський Сергій Володимирович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [repinskyisv@gmail.com](mailto:repinskyisv@gmail.com);

**Фабіанов Владислав Валентинович** – студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Buriennikov Yurii A.** – Cand. Sc. (Eng), Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

**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;

**Repinskyi Serhii V.** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [repinskyisv@gmail.com](mailto:repinskyisv@gmail.com);

**Fabiianov Vladyslav V.** – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.