УДК 621; 519-6; 51-3

Трибрат К.О., Фролов В.К.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: 23kostyatrybrat23@gmail.com, v.k.frolov@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОЇ ПОХИБКИ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ

Одним із завдань технолога є аналіз факторів, що викликають похибки оброблення і розроблення заходів щодо їх усунення.

Сумарна похибка оброблення ε_Σ є наслідком дії багатьох первинних похибок:

$$\varepsilon_\Sigma = f(\varepsilon_i). \quad (1)$$

Найсуттєвіші з них наступні:

- $\varepsilon_{\text{уст.}}$ – похибка установки заготовки;
- $\varepsilon_{\text{верст.}}$ – геометричні похибки верстата;
- $\varepsilon_{\text{налаг.}}$ – похибка налагодження верстата;
- $\varepsilon_{\text{темп. деф.}}$ – похибка від температурних деформацій елементів технологічної оброблюючої системи (ТОС);
- $\varepsilon_{\text{знош.інстр.}}$ – похибка від зношування різального інструмента;
- $\varepsilon_{\text{пруж. деф.}}$ – похибка від пружних деформацій елементів ТОС.

Тобто

$$\varepsilon_\Sigma = f\left(\varepsilon_{\text{уст.}}, \varepsilon_{\text{верст.}}, \varepsilon_{\text{налаг.}}, \varepsilon_{\text{темп. деф.}}, \varepsilon_{\text{знош.інстр.}}, \varepsilon_{\text{пруж. деф.}}\right). \quad (2)$$

Сумарну похибку оброблення ε_Σ визначають для найбільш точних розмірів, які необхідно витримати на певній операції, з метою призначення обґрунтованих технологічних допусків на окремих технологічних переходах або перевірки можливості забезпечення точності розмірів.

На практиці сумарну похибку оброблення ε_Σ визначають наступним чином. Спочатку проводять оброблення партії деталей. Потім вимірюють дійсний розмір кожної деталі. Далі проводять статистичне оброблення експериментальних даних, яке найчастіше включає розрахунок оцінки математичного очікування (середнього арифметичного значення) розміру $\overline{D}$, оцінки дисперсії нормального розподілу (середньоквадратичного відхилення) S та експериментального значення сумарної похибки оброблення ε_Σ.

Для розрахунків використовуються формули:

$$\overline{D}, = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{n}, \quad (3)$$

де D_i – дійсний розмір i-ї деталі; n – кількість деталей у партії;

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(D_i - \overline{D})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_\Sigma = \pm S. \quad (5)$$

Метою даної роботи є підвищення продуктивності визначення сумарної похибки оброблення деталей в заданій технологічній системі та прийняття рішення щодо якості налагодження цієї технологічної системи.

Авторами створена комп'ютерна програма «Overall Machining Uncertainty» [2], написана мовою програмування Delphi. Інтерфейс вікна програми представлено на рис. 1. Ключем для

початку роботи програми є введені користувачем ідентифікаційні дані (для студента – прізвище та номер групи), що виключає можливість обміну результатами розрахунків між користувачами-студентами.

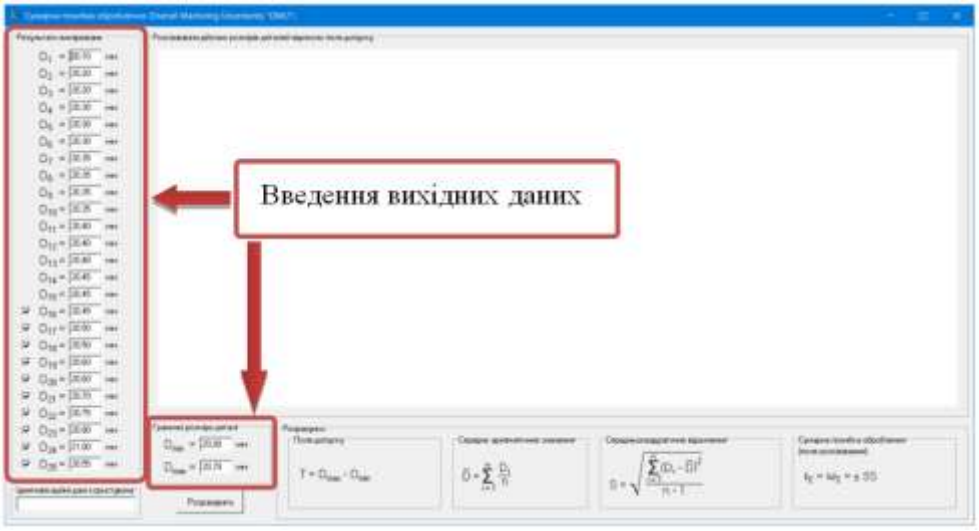


Рис. 1. Інтерфейс вікна програми «Overall Machining Uncertainty»

Вихідними даними для роботи програми є результати експерименту та граничні розміри деталі.

Результати розрахунків (поле допуску, середнє арифметичне значення вимірюваного розміру деталі, середньоквадратичне відхилення, сумарна похибка оброблення та графічне представлення результатів) можна побачити, натиснувши кнопку «Розрахувати».

Графічна інтерпретація результатів (рис. 2) представляє собою горизонтальну вісь із експериментальними (дійсними) розмірами деталей. Деталі, розмір яких знаходиться в межах поля допуску – придатні (позначаються синіми точками), а деталі, розміри яких за межами поля допуску – непридатні (червоні точки). Також на рисунку позначено поле розсіювання розмірів, що представляє собою сумарну похибку оброблення.

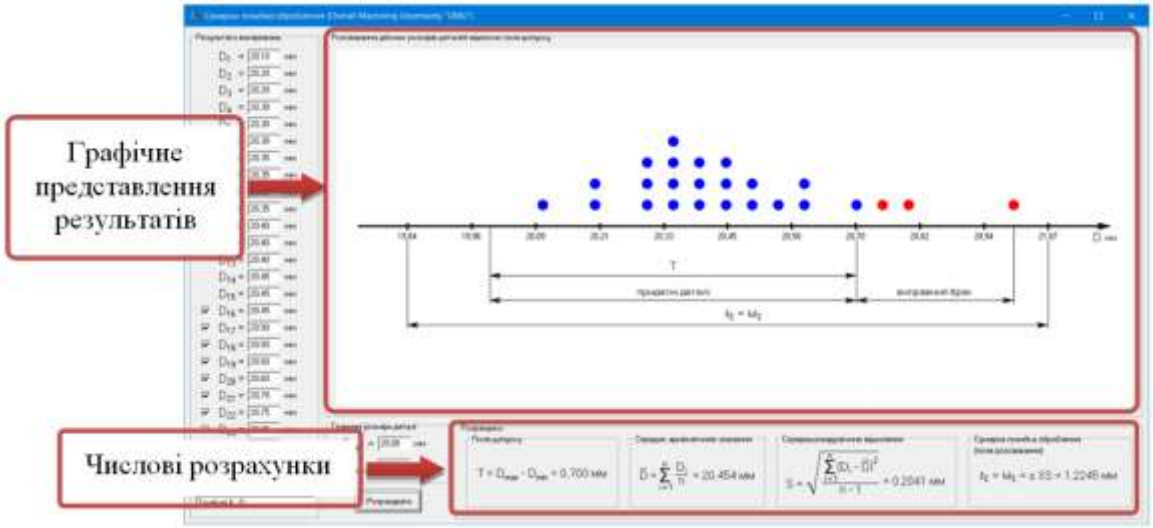
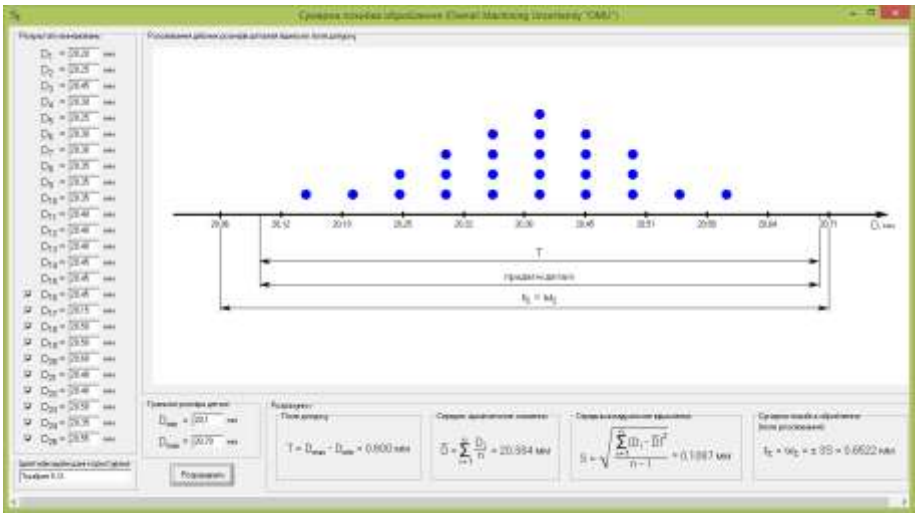


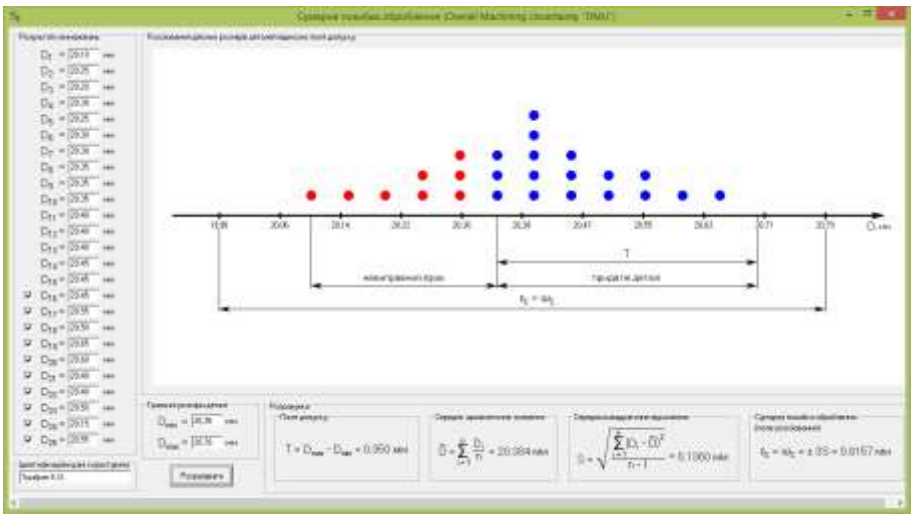
Рис. 2. Інтерфейс вікна з результатами розрахунків

Маючи графічне представлення розсіювання дійсних розмірів деталей відносно поля допуску, можна зробити висновок щодо якості налагодження ТОС. На рис. 3 представлено приклади якісного (рис. 3, а) та неякісного (рис. 3, б) налагодження ТОС. Причому, при обробленні охоплених розмірів (валів), деталі, що знаходяться в червоній зоні – невиправно

непридатні, а при обробленні охоплюючих розмірів (втулок) – непридатні з можливістю виправлення. При неякісному налагодженні технолог повинен прийняти заходи щодо зменшення сумарної похибки оброблення ε_Σ. Це можна зробити шляхом зміни налагоджувального розміру, вчасного підналагоджування верстату, вчасної зміни зношеного інструменту, зміни режиму різання тощо. Також не буде зайвим проаналізувати вплив інших складових сумарної похибки оброблення.



а)



б)

Рис. 3. Розсіювання дійсних розмірів деталей відносно поля допуску при якісному (а) та неякісному (б) налагодженні верстата

Комп'ютерну програму «Overall Machining Uncertainty» впроваджено в навчальний процес. Вона використовується для обчислення результатів при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Технологія машинобудування».

Список використаних джерел

1. «Технологія машинобудування 1». Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт за напрямом підготовки бакалаврів 6.050502 «Інженерна механіка» подальшої спеціальності 7.05050201/8.05050201 «Технологія машинобудування» / Укладачі: Петраков Ю.В., Фролов В.К. – К.: КПІ, 2015. – 101 с. (електронне видання).
2. Фролов В.К., Трибрат К.О. Комп'ютерна програма «Overall Machining Uncertainty «OMU». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 76266 від 25.01.2018. Заявка № 76904 від 28.11.2017. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Бюлетень «Авторське право та суміжні права» № 48. Каталог державної реєстрації № 22.