

**Трибрат К.О.**, *наук. кер. Фролов В.К., к.т.н., доц.*

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

e-mail: [23kostyatribrat23@gmail.com](mailto:23kostyatribrat23@gmail.com), [v.k.frolov@gmail.com](mailto:v.k.frolov@gmail.com)

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗНОШУВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА**

На точність оброблення заготовок безпосередньо впливають як неточність виготовлення, так і зношування різальних інструментів. Ознаками зношування є зміна розміру і форми задньої та передньої поверхні різальної частини інструмента, поява блискучої смужки на різальній кромці, виникнення вібрацій технологічної обробляючої системи, зміна розміру обробленої поверхні, поява сторонніх звуків тощо.

Швидкість зношування залежить від багатьох факторів: матеріалу інструмента та заготовки, геометричних параметрів різальної частини інструмента, елементів режиму оброблення, наявності мастильно-охолоджувальної рідини тощо. Знаючи закономірність зношування, можна спрогнозувати момент підналагодження або заміни різального інструмента, визначити кількість деталей, які можуть бути оброблені без підналагодження. Також можна змінювати період стійкості інструмента, корегуючи режим оброблення.

Для визначення величини зношування та періоду стійкості інструмента використовуються багатофакторні степеневі або поліноміальні залежності або більш простіші однофакторні степеневі функції типу

$$f(x) = k x^a, \quad (1)$$

де  $x$  – змінний досліджуваний фактор;

$k, a$  – константи.

В якості змінного фактору, яким можна керувати, є один з елементів режиму різання – глибина різання  $h$ , швидкість подачі  $S$  або швидкість різання  $V$ . Найбільшим чином на величину зношування та період стійкості інструмента впливає швидкість різання  $V$ .

Якщо функцією є зношування інструмента, то обмеження – довільний час його роботи, якщо ж функція – період стійкості, то обмеження – величина допустимого зношування.

Для визначення констант в залежності (1) необхідно провести однофакторний експеримент, вимірюючи величину зношування інструмента через певні проміжки часу для кожного з рівнів досліджуваного фактору.

При токарному обробленні величина зношування по задній поверхні різця на порядок вища, ніж його розмірне зношування. Через це для отримання більш

точних результатів експерименту вимірюється зношення саме по задній поверхні, а величина розмірного зношування розраховується за відомою формулою [1, с.38].

Зважаючи на те, що експериментальні значення величини зношування отримуються під час періоду пропорційного зношування інструмента, залежності розмірного зношування від часу його роботи  $h_p = f(\tau)$  для кожного з рівнів досліджуваного фактору описуються лінійними функціями виду

$$h_p = a\tau + b, \quad (2)$$

де  $a$  і  $b$  – коефіцієнти.

Якщо задати довільне значення часу роботи інструмента  $\tau_0$ , то за допомогою залежностей (2) можна отримати значення розмірного зношування інструмента  $h_p$  для кожного з рівнів досліджуваного фактору. При призначенні величини часу  $\tau_0$  необхідно зважати на те, що експериментально отриману функцію дозволено екстраполювати за межі досліджуваної області не більше, ніж на 10%.

При цьому закономірність зміни розмірного зношування  $h_p$  від досліджуваного фактору (наприклад, швидкості різання  $V_j$ ) визначається за математичною моделлю

$$h_p = C_{h_p} V^k, \quad (3)$$

де  $C_{h_p}$  – коефіцієнт;

$k$  – показник степеня;  $0 < k < 1$ .

Якщо задати величину допустимого розмірного зношування інструмента  $[h_p]$ , то за допомогою залежностей (3) можна отримати значення періоду стійкості інструмента  $T_p$  для кожного з рівнів швидкості різання  $V$ .

Математична модель залежності періоду стійкості інструмента  $T$  від швидкості різання  $V$  має вигляд степеневої функції:

$$T = C_T V^z, \quad (4)$$

де  $C_T$  – коефіцієнт;

$z$  – показник степеня;  $z < 0$ .

Для апроксимації функцій (2-4) можна скористатись методом найменших квадратів, а для визначення коефіцієнтів та показників степеня – вирішити для кожної з функцій систему рівнянь. Зрозуміло, що такі розрахунки є трудомісткими та неточними.

Метою даної роботи є підвищення продуктивності оброблення результатів експериментальних досліджень зношування різців при обточуванні.

Авторами створена комп'ютерна програма «Wear of Cutting Tools» [2], написана мовою програмування Delphi. Інтерфейс головного 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.

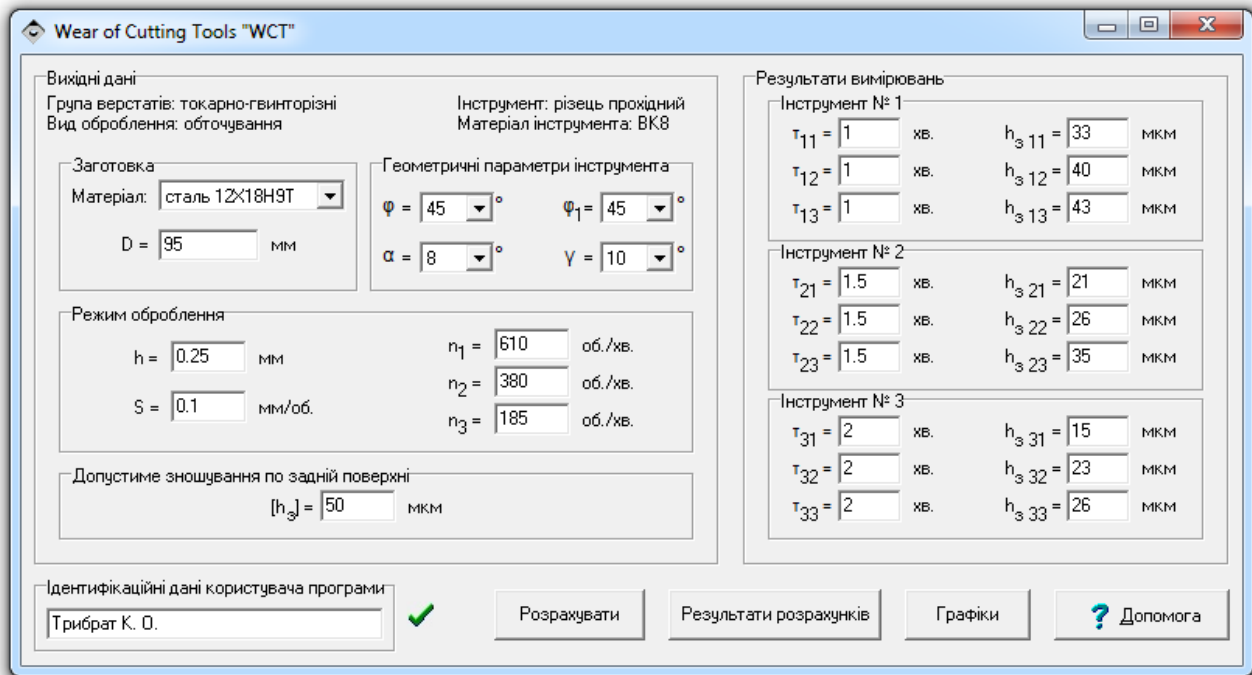


Рис. 1. Інтерфейс головного вікна програми «Wear of Cutting Tools»

Вихідними даними для роботи програми є результати експерименту, допустиме зношування по задній поверхні різця, елементи режиму оброблення, матеріал та діаметр заготовки, геометричні параметри різальної частини інструмента. Результати розрахунків (швидкість різання, загальна тривалість роботи інструмента, значення розмірного зношування інструмента після кожного проміжку його роботи, значення допустимого розмірного зношування) можна побачити в окремому вікні програми (рис. 2), натиснувши відповідну кнопку.

Для отримання невідомих параметрів математичних моделей необхідно задати довільне значення тривалості роботи інструмента  $\tau_0$  та натиснути кнопку «Визначити параметри».

Після визначення невідомих параметрів математичних моделей будуть побудовані графіки залежностей:

- розмірного зношування від часу оброблення  $h_p = f(\tau)$  (2);
- розмірного зношування від швидкості різання  $h_p = f(V)$  (3);
- періоду стійкості інструмента від швидкості різання  $T = f(V)$  (4).

Графіки залежностей виводяться в окремому вікні програми (рис. 3).

Комп'ютерну програму «Wear of Cutting Tools» впроваджено в навчальний процес. Вона використовується для обчислення результатів лабораторної роботи «Дослідження впливу технологічних факторів на

зношування різального інструмента» з дисципліни «Технологія машинобудування».

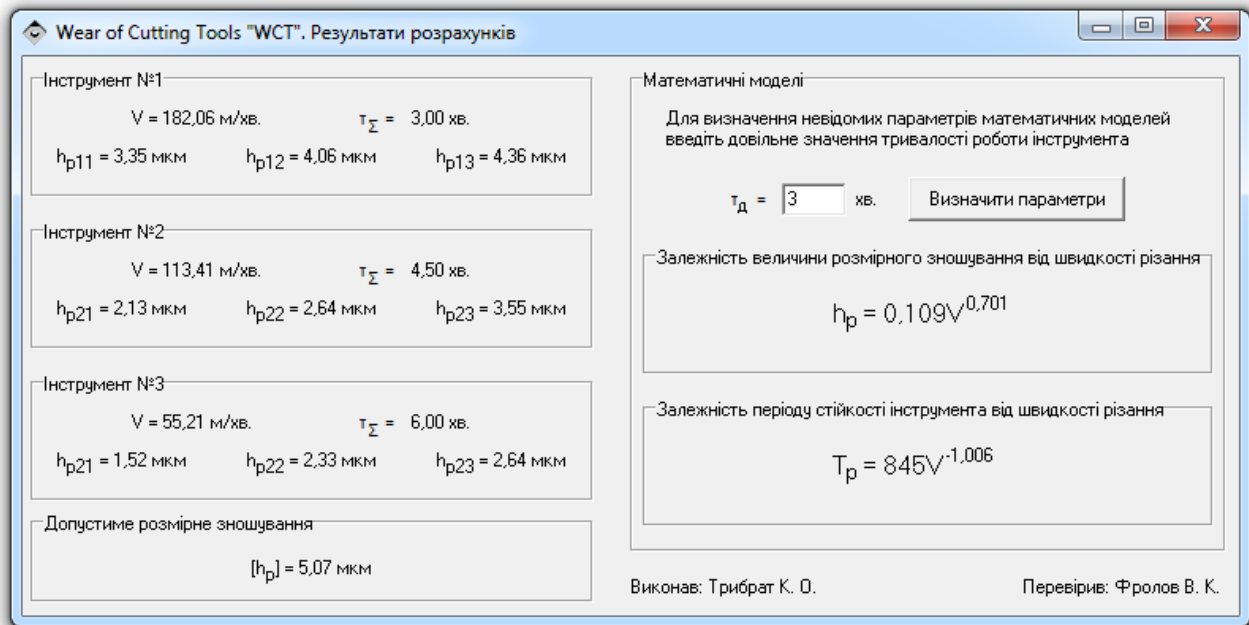


Рис. 2. Інтерфейс вікна з результатами розрахунків

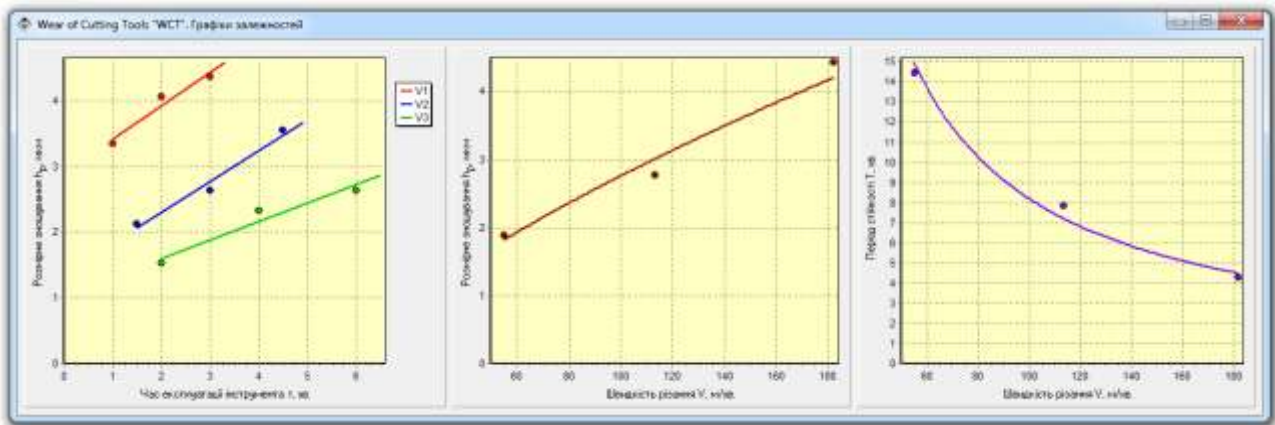


Рис. 3. Інтерфейс вікна з графіками залежностей

Список використаних джерел:

1. Технологія машинобудування – 1 [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт за напрямом підготовки бакалаврів 6.050502 «Інженерна механіка» спеціальності 7.05050201/8.05050201 «Технологія машинобудування» / НТУУ «КПІ»; уклад. Ю.В. Петраков, В.К. Фролов. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,91 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 102 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15230>
2. Фролов В.К., Трибрат К.О. Комп'ютерна програма «Wear of Cutting Tools «WCT». Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 70253 від 03.02.2017. Заявка № 70799 від 06.12.2016. Державна служба інтелектуальної власності України. Бюлетень «Авторське право та суміжні права» № 43. Каталог державної реєстрації № 21.