

УДК 621.9.01

О.Г. Дерев'янченко, д-р техн. наук, Д.О. Криницин, канд.техн. наук,
К.В. Стасюк, Одеса, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОТОЧНИХ СТАНІВ ФОРМОУТВОРЮЮЧОЇ ДІЛЯНКИ РІЗАЛЬНИХ КРОМОК РІЗЦІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СТЗ

Викладено підхід до визначення параметрів формуючої ділянки різальних кромок різців з застосуванням системи технічного зору. Він базується на обробці послідовності цифрових зображень різальної частини різців, які реєструє СТЗ. Для цього розроблено спеціальний програмний комплекс.

Изложен подход к определению параметров состояний формообразующего участка режущих кромок резцов с применением систем технического зрения. Он основан на обработке последовательности цифровых изображений режущей части резцов, регистрируемых СТЗ. Для этих целей разработан специальный программный комплекс.

An approach to current state estimation of cutting tools edges forming part with the system of technical sight using is discussed. He is based on processing of the sequence of cutting part digital images, which are registered with the STS using. The special programmatic complex for this purpose is developed.

Аналіз попередніх досліджень. Відомо, що формуюча ділянка різальних кромок (ФДРК) різців для чистової та фінішної обробки є важливим елементом структури цих різальних інструментів (далі – РІ). Профіль ФДРК та просторове положення її вершини, значення радіусу при вершині (r), безпосередньо впливають на розмір та шорсткість обробленої поверхні деталі, поточну товщину зрізу, загальну можливість обробки фасонного профілю. Отже, параметри ФДРК безпосередньо впливають на якість обробки.

В процесі експлуатації та зношування РІ послідовно виникає безліч поточних станів ФУРК, що часто призводить до виникнення відхилень значень відповідних параметрів від початкових. Згідно з роботою [1], геометричні неточності ріжучої частини (РЧ) інструменту можуть призвести до похибок обробки. Виникають зміни розрахункової траєкторії внаслідок зміщень вершини РІ. Важливим параметру стану інструменту є радіус при вершині. Його величина r має кілька стандартизованих значень в діапазоні 0,4-1,6 мм. При фасонному точінні формування поверхні проводиться різними точками, що лежать на криволінійній ділянці РК (рис. 1 а). Фактично різець зазвичай має радіус при вершині, що відрізняється від заданого на

величину Δr . Внаслідок цього виникають похибки обробки деталі (рис. 1. б) [1].

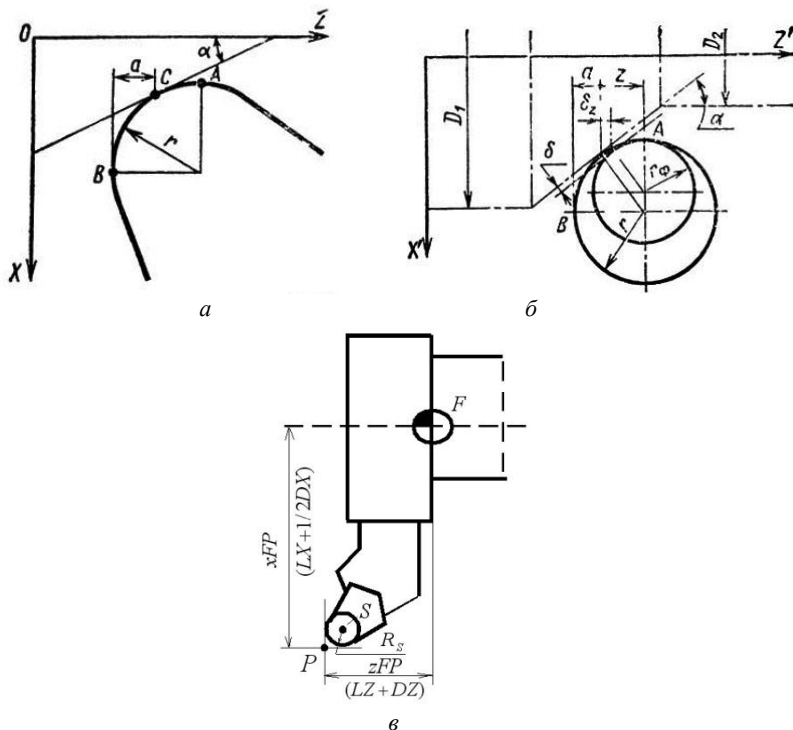


Рисунок 1 – Зміщення розрахункових точок різання при обробці різних поверхонь різцем із закругленою вершиною (а), похибки обробки при неточному визначення радіуса при вершині (б)[1], та параметри корекції на інструмент при обробці на верстатах з ЧПК (в) [2]

У роботі [2] відзначається, що на етапі рівномірного зношування РІ спостерігається лінійна залежність розмірного зносу від шляху різання. Це дозволяє компенсувати його вплив на точність обробки за допомогою коректорів. Розглянуті матеріали вказують на очевидну необхідність оперативного контролю поточних значень параметрів ФДРК РІ та внесення відповідних корекцій перед обробкою кожної нової деталі.

Метою даної статті є викладення деяких результатів розробок підходу до визначення параметрів формоутворюючої ділянки різальних кромки (РК) різців з застосуванням системи технічного зору (СТЗ) для внесення відповідних корекцій в параметри процесу обробки.

Розглянемо основні результати досліджень. На кафедрі ТКММ ОНПУ розроблено інтелектуальну систему контролю, розпізнавання поточних станів РІ та діагностування відмов різальної частини інструментів з використанням СТЗ [3, 4]. Вона дозволяє реалізувати декілька варіантів контролю РІ.

За першим з них у періоди припинення обробки (під час з'йому деталі та встановлення нової заготовки) поточний стан РЧ різців контролюється на спеціальному лабораторному стенді, що оздоблений спеціалізованою СТЗ. За другим варіантом контроль РІ виконується у інструментальному магазині свердлильно-фрезерно-розточувального верстату без переривання процесу обробки.

Пристрої орієнтування РІ відносно цифрової камери СТЗ (чи, при необхідності, орієнтування декількох цифрових камер відносно РІ) дозволяють послідовно (чи одночасно) реєструвати високоякісні зображення передньої поверхні, задніх поверхонь РЧ – тобто проекції відповідно на основну та робочу площини, систему додаткових площин. Розроблено програмні комплекси для формування 3D-зображень РЧ та ін.

Для визначення параметрів поточних станів ФУРК різців при кожному контролі РІ обов'язково виконується реєстрація цифрових зображень передньої поверхні РЧ у при вершинній зоні. Після їх обробки виділяють контури різальних кромки та найважливішої їх частини – ФУРК, формують відповідні масиви даних. Цю інформацію накопичують у відповідних довідниках спеціалізованої БД. Вона є основою для визначення параметрів формують формують ділянки різальних кромки поточного стану РІ.

Відповідно до [2], в сучасних системах ЧПК задають наступні шість параметрів корекції інструменту (рис. 1.в): 1. LX – зсув інструмента вздовж осі X (визначається відносно базової точки F); 2. LZ – зсув інструмента вздовж осі Z; 3. DX – знос в напрямку осі X (діаметр); 4. DZ – знос в напрямку осі Z; 5. Rt – радіус ріжучої кромки; 6. A – положення вершини Р інструменту у площині (визначається кодovими цифрами від 1 до 9 в залежності від напрямку). Цілком очевидно, що принаймні три параметри із зазначеного вище набору – DX, DZ і Rt - потребують постійного контролю. Схема процесів реєстрації просторового положення РК і вершини РЧ, контролю формозмін ФУРК і розмірного зносу різця (на основі обробки цифрових зображень РЧ) представлена на рис. 2.

Під час контролю РЧ у вихідному (L_3^0 , час експлуатації $T=0$) і поточному (L_3^T , час експлуатації $T=\dot{T}$) станах формують світлові потоки $Q^{L_3^0}$ і $Q^{L_3^T}$, які сприймаються матрицями цифрових камер СТЗ. Виділяють відповідні проекції РК на основну площину. Після їх суміщення нескладно

визначити комплекс параметрів формозмін РК, а також осьове ($h_x^{T_0}$) і радіальне ($h_y^{T_0}$ ($h_p^{T_0}$)) зміщення вершини РІ (радіальний знос).

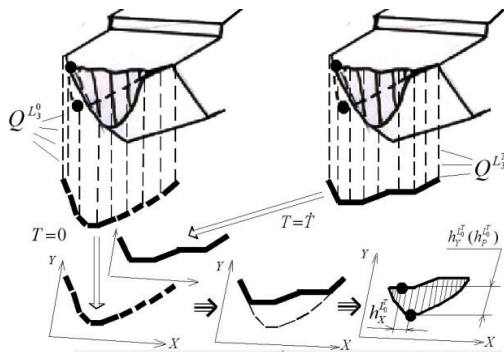


Рисунок 2 – Схематичне подання процесів реєстрації просторового положення РК і визначення розмірного зносу РІ

Фрагменти реалізації схеми, приведеної на рис. 2, зокрема - обробки тіньової проекції РК, визначення поточних значень r^T і Δr , наведені на рис. 3.

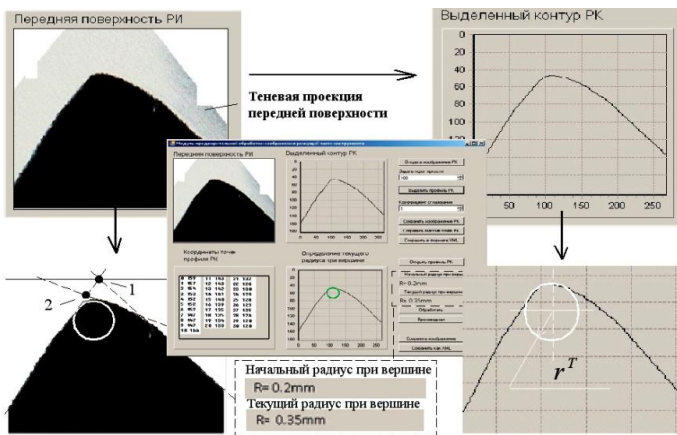


Рисунок 3 – Зображення фрагментів робочих панелей програмного комплексу, що забезпечують визначення поточних значень r^T та Δr^T

Подальший аналіз проєкції РК на основну площину дозволяє виконувати визначення площі шару матеріалу, що зрізається, поточних параметрів геометрії РК "в плані" (рис. 4, 5), та ін.

Отримані дані використовують для формування поточної комбінованої моделі РЧ. Вони зберігаються та накопичуються у спеціальній базі даних (БД), що забезпечує формування комбінованої динамічної моделі (ДМ [3]) різальної частини конкретного РІ. Обробка наборів ДМ РЧ РІ з використанням програмних комплексів, частковий опис яких виконано в [3, 4], дозволяє отримувати вирішальні правила для автоматичного розпізнавання класів поточних станів інструментів та їх прогнозування.

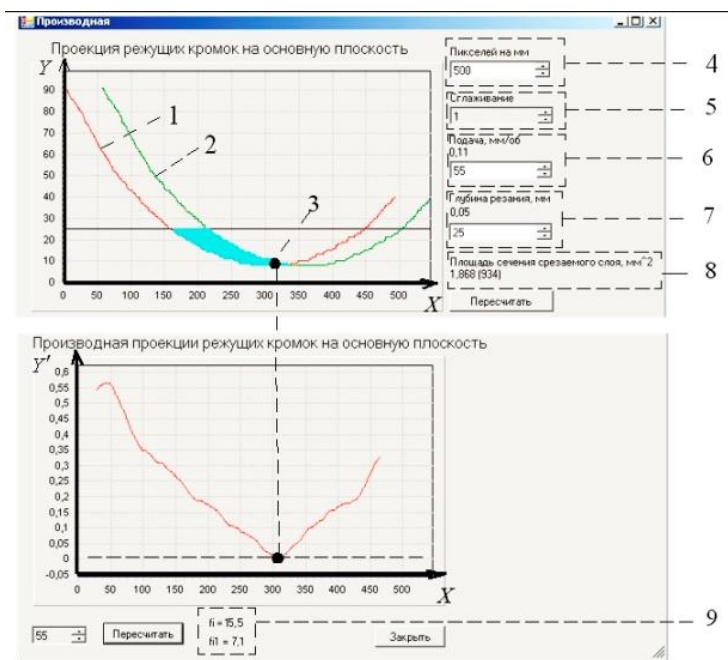


Рисунок 4 – Робоча панель визначення поточних параметрів перетину шару, що зрізає РІ, і геометрії різця "в плані"

- 1, 2 – два сусідніх положення РК; 3 – вершина РЧ;
- 4, 5 – параметри згладжування профілів РК; 6, 7 – відповідно глибина різання і подача;
- 8 – площа перерізу шару, який зрізається;
- 9 - значення головного та допоміжного кутів у плані

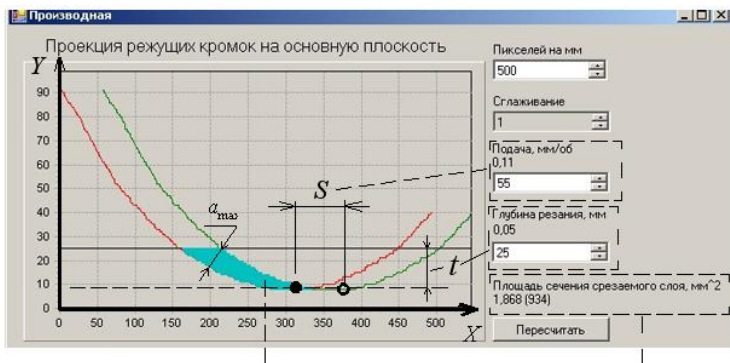


Рисунок 5 – Приклад автоматичного визначення площі перерізу шару матеріалу, який зрізається

Поточні моделі РЧ (зокрема – $M_{L_2}^0, M_{A_2}^{T_1}$ та інші) дозволяють виконувати ряд поточних корекцій для підтримки заданої якості обробки. На рис. 6, 7 наведені схеми оцінки набору параметрів поточного стану ФУРК різця та формування відповідних сигналів корекції для СЧПУ верстата.



Рисунок 6 – Схематичне подання процесів оцінки поточних параметрів формоутворюючої ділянки різальної кромки, радіального зносу РІ та формування відповідних параметрів корекції для СЧПУ верстата

На схемах використані такі позначення:

БД ВІДР – бази даних верстатів, інструментів, деталей, режимів різання;

STN – таблиці (довідники груп та моделей) металорізальних верстатів;

RI – таблиці класів та параметрів ПІ;

RR – таблиці (нормативні довідники) режимів різання;

D – таблиці класів форм та параметрів заготовок, деталей, матеріалів, що оброблюються;

$\Delta V, \Delta S, \Delta t$ – параметри корегування режимів різання;

$\phi_{cp}^T, \phi_{1cp}^T, r^T$ – поточні значення головного, допоміжного кутів ”в плані” та радіуса при вершині ПІ;

a_{min}^T – мінімальна товщина шару, що зрізаний;

a_{cp}^T – середня товщина шару, що зрізаний;

b^T – ширина шару, що зрізаний;

SS^T – площа шару, що зрізаний;

h_p^T – поточне значення радіального зносу ПІ;

$P_{Rv}^{L_3^0}$ – проекція РК різця у початковому стані на основну площину;

$P_{Rv}^{L_3^0 \& L_3^T}$ – об’єднані проекції РК.



Рисунок 7 – Схематичне подання процесів оцінки поточної геометрії зношеного ПІ, параметрів поточного перетину шару, що зрізається, і формування корекції режимів різання – для забезпечення можливості подальшого використання інструменту і підвищення його залишкового ресурсу

Висновки.

1. Розроблено підхід до визначення комплексу параметрів поточних станів формуютьючої ділянки різальних кромки різців. Його засновано на обробці послідовності цифрових зображень привершинної ділянки різальної частини, що рееструються з використанням систем технічного зору в структурі спеціальної діагностичної системи. Створено відповідний програмний комплекс

2. Оперативне отримання цих параметрів забезпечує, на думку авторів, інформаційну платформу для виконання поточних корекцій ряду параметрів процесу обробки, що дозволить підтримувати задану якість деталі на необхідному рівні.

Список використаних джерел: 1. *Марголит Р. Б.* Наладка станков с программным управлением. М.: Машиностроение, 1983. — 253 с. 2. *Гжиров Р.И., Серебренецкий П.П.* Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. — 588 с. 3. *Деревянченко, А.Г.* Интеллектуальная система диагностирования отказов и прогнозирования ресурса режущих инструментов / *А.Г. Деревянченко, Д.А. Креницын* — Монография. — Одесса: Астропринт. 2012. — 202 с. 4. Интеллектуальные системы распознавания состояний режущих инструментов / *Деревянченко А.Г., Павленко В.Д., Фомин А.А., Павленко С.В., Бовнегра Л.В.* — Монография. — Одесса: Астропринт, 2013. — 300 с.

Bibliography (transliterated): 1. Margolit R. B. Naladka stankov s programmnyim upravleniem. M.: Mashinostroenie, 1983. — 253 s. 2. Gzhirov R.I., Serebrenickij P.P. Programmirovanie obrabotki na stankah s ChPU: Spravochnik. — L.: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1990. — 588 s. 3. Derevjanchenko, A.G. Intellektual'naja sistema diagnostirovanija otkazov i prognozirovanija resursa rezhushhijh instrumentov / A.G. Derevjanchenko, D.A. Krinicyn — Monografija. — Odessa: Astroprint. 2012. — 202 s. 4. Intellektual'nye sistemy raspoznavanija sostojanij rezhushhijh instrumentov / Derevjanchenko A.G., Pavlenko V.D., Fomin A.A., Pavlenko S.V., Bovnegra L.V. — Monografija. — Odessa: Astroprint, 2013. — 300 s.