

А.Г. Деревянченко, д-р техн. наук, Д.А. Криницын,
Волков С.К., Одесса, Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ФОРМОИЗМЕНЕНИЙ РЕЖУЩИХ КРОМОК И РАЗМЕРНОГО ИЗНОСА РЕЗЦОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ИХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Приведены результаты моделирования процесса контроля формоизменений режущих кромок и размерного износа резцов на специальном лабораторном стенде. Разработан новый алгоритм обработки цифровых изображений режущей части резцов, выделения на них режущих кромок и определения параметров их износа.

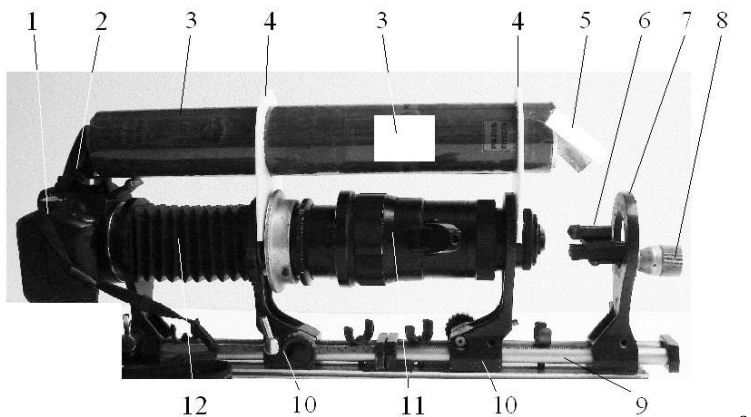
Приведені результати моделювання процесу контролю формозмін ріжучих кромок і розмірного зносу різців на спеціальному лабораторному стенді. Розроблений новий алгоритм обробки цифрових зображень ріжучої частини різців, виділення на них ріжучих кромок і визначення параметрів їх зносу.

The results of design of process of control of cutting edges forms changing and size wear of cutters on the special laboratory stand are resulted. A new algorithm of the digital image processing of cutting part of cutters, selection on them of cutting edges and determination of parameters of their wear is developed.

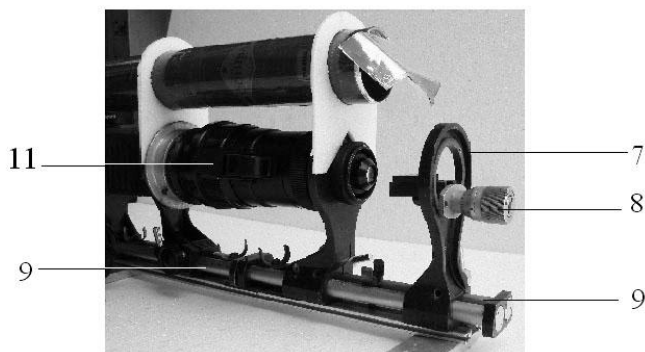
Анализ предыдущих исследований. Материалы исследования процессов формоизменений режущих кромок (РК) режущих инструментов (РИ) по цифровым изображениям, приведены в ряде работ, в том числе - в[1]. Однако непрерывно растущие требования к точности контроля параметров износа режущей части (РЧ) РИ обуславливают необходимость совершенствования методов, средств и алгоритмов контроля, моделирования их работы на лабораторных стендах.

Целью настоящей статьи является изложение новых результатов моделирования процесса контроля формоизменений РК и размерного износа РИ (резцов) на основе обработки цифровых изображений РЧ, регистрируемых на специальном лабораторном стенде.

Рассмотрим основные результаты разработок. Цифровые изображения поверхностей резцов в исходном ($T = 0$) и текущем ($T = \dot{T}$) состояниях, необходимые для контроля формоизменений режущих кромок РИ, регистрировались с использованием стенда, общий вид и схема которого приведены на рис. 1 и 2.



а



б

Рисунок 1 – Общий вид (а) и вид сбоку (б) стенда, моделирующего систему контроля РЧ и обеспечивающего регистрацию цифровых изображений зон износа резцов

Изображения стенда для регистрации цифровых изображений зон износа резцов представлены на рис. 1. Приемником изображений здесь служит цифровая фотокамера 1 со вспышкой 2, световой поток от которой посредством световода 3 и отражателя 5 попадает на рабочие зоны изношенного резца 6. Резец устанавливается в устройстве ориентации 7 с механизмом микроперемещений 8 (на рис. 1. показан вариант контроля состояния задней поверхности РЧ резца). Фотокамера оснащена длиннофокусным объективом И-51 ($F = 210$ мм) – позиция 11, и светосильным объективом “Метеор” с переменным фокусным расстоянием ($F = 17 - 5$ мм) – позиция 12. Для крепления на корпусе световода используются опоры 4, а для крепления объективов – опоры 10. Схема стенда представлена на рис. 2.

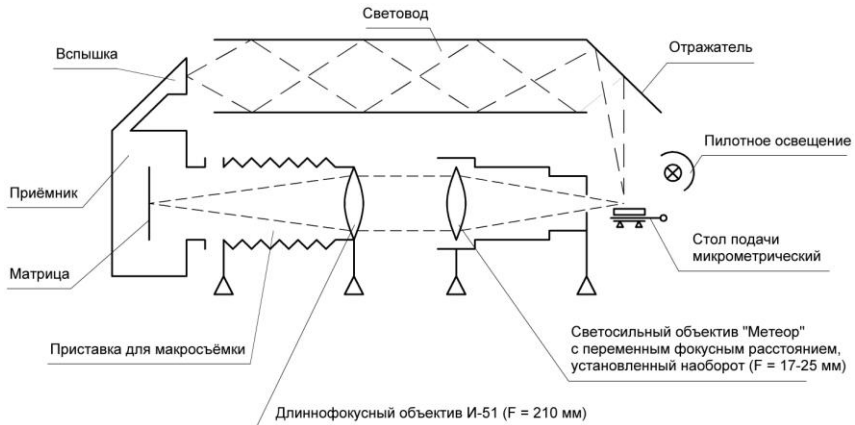


Рисунок 2 – Схема стенда для регистрации цифровых изображений зон износа.

Модель процессов регистрации пространственного положения РК и вершины РЧ, контроля формоизменений РК и размерного износа резца представлена на рис.3. При реализации на стенде метода теневых проекций проецирующие поверхности $Q^{L_3^0}$ и $Q^{L_3^T}$ обеспечивают регистрацию проекций РК в исходном (L_3^0) и текущем (L_3^T) состояниях. После их совмещения в основной плоскости несложно определить комплекс параметров формоизменений кромок, а также осевое ($h_X^{L_0^T}$) и радиальное ($h_Y^{L_0^T}$ ($h_P^{L_0^T}$)) смещение вершины РИ (радиальный износ).

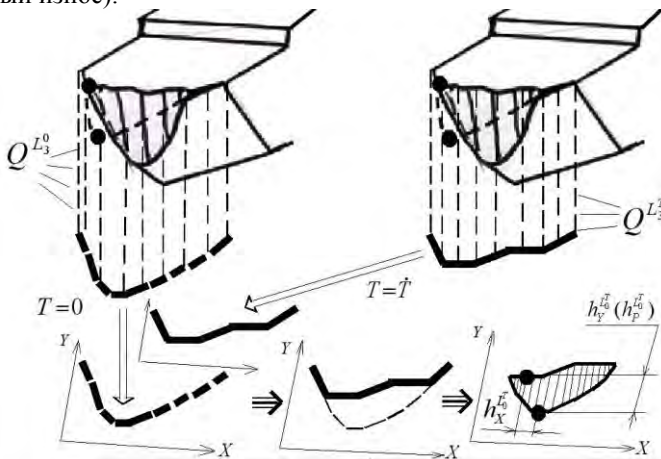


Рисунок 3 – Схематическое представление процессов регистрации пространственного положения РК и определения размерного износа РИ

Рассмотрим алгоритм выделения контура РК по цифровым изображениям передней поверхности РИ. Пример его реализации приведен в табл. 1, а блок – схема показана на рис. 4. Он основан на построчном сканировании монохромного изображения передней поверхности РИ, формируемого с использованием стенда (рис. 1,2). Приняты обозначения: «а» - мнимая линия сканирования (МСК), «б» - профиль РК.

Мнимая линия сканирования перемещается в соответствии со стрелкой на один пиксель изображения. На каждом шаге перемещения происходит вторичное сканирование на мнимой линии: происходит поиск граничных пикселей профиля РК. Под граничным понимается пиксель, имеющий противоположную яркостную характеристику относительно аналога, обработанного на предыдущем шаге вторичного сканирования. По мере продвижения МСК происходит обнаружение границ профиля РК, а также упорядоченное заполнение массива элементов (каждый элемент является значением координат соответствующей точки РК). В случае, если профиль имеет несколько вершин, заполнение массива происходит на нескольких интервалах одновременно.

Сканирование и заполнение массива координат заканчивается при достижении МСК нижней горизонтальной линии изображения. Выходными данными первой фазы процесса получения 3D- образа РК является набор одномерных массивов. Каждый из них в качестве элементов содержит координаты одного из профилей РК. Каждому массиву соответствует определенный угол наклона РИ на стенде в момент регистрации проекции РК. Следующим шагом получения 3D-образа РК является ее представление в трехмерной системе координат. Для этого необходимо выполнить следующие преобразования:

$$\begin{aligned}x'(n) &= x(n) ; \\y'(n) &= \cos(\alpha) \cdot y(n) ; \\z'(n) &= \sin(\alpha) \cdot y(n) ,\end{aligned}$$

где α – угол наклона РИ в момент регистрации профиля РИ. x, y – координаты текущей точки РК.

Выводы. Разработан специальный лабораторный стенд, обеспечивающий моделирование процесса контроля формоизменений РК и размерного износа резцов на основе обработки цифровых изображений режущей части, регистрируемых на специальном лабораторном стенде. Выполненное моделирование позволило уточнить параметры реализации нового метода контроля для его воплощения в станочном варианте. Разработан новый алгоритм обработки цифровых изображений режущей части резцов, выделения на них режущих кромок и определения параметров их износа.

Таблица 1 – Отображение этапов выделения контура РК резца по цифровому изображению его передней поверхности (проекции на основную плоскость)

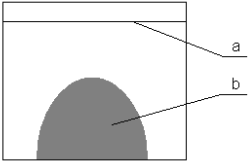
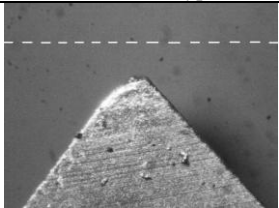
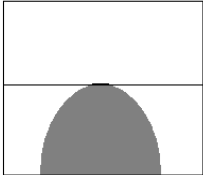
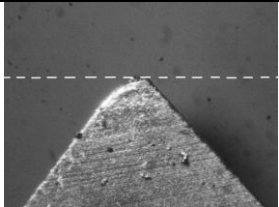
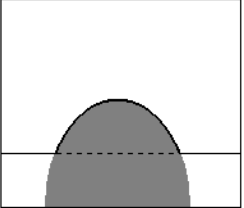
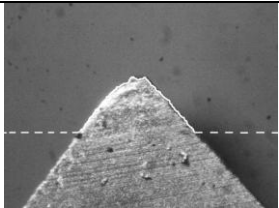
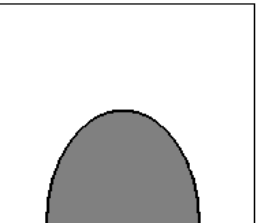
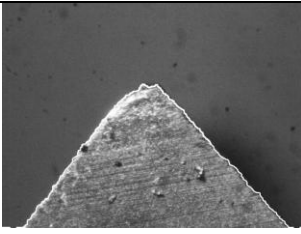
№	Содержание этапа выделения профиля РК	Схемы элементов процесса выделения контура РК	Изображения передней поверхности РК с линией сканирования и участками выделенного контура РК
1	Исходное изображение передней поверхности резца и начальное положение линии сканирования		
2	Обнаружена первая граничная точка изображения - точка РК (вершина резца в текущем его состоянии)		
3	Режущая кромка резца частично выделена		
4	Режущая кромка резца выделена полностью		



Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма выделения контура РК резца по цифровому изображению его передней поверхности

Список использованных источников: 1. Дерев'яченко О.Г. Діагностування станів різальних інструментів при прецизійній обробці/ О.Г. Дерев'яченко, В.Д. Павленко, А.В. Андрєєв. – Одеса: Астропрінт, 1999. – 184 с.

Поступила в редколлегию 05.06.2012