

## ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ

Н.С. Равская, О.А. Охрименко

*Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев*

**Введение.** Современная теория определения геометрических параметров решает задачи анализа геометрии режущей части различных инструментов в инструментальной системе координат и для многих инструментов, особенно фасонных, она не отображает истинного значения параметров в процессе резания [1, 2].

Согласно стандарту ГОСТ 25762-83 инструментальная система ориентирована относительно геометрических элементов режущих инструментов, принятых за базу, и применяется для изготовления и контроля того или иного инструмента. Таким образом, по определению для каждого вида и конструкции инструмента может выбираться та или иная система координат. Это не позволяет на базе инструментальной системы координат создать общую теорию определения геометрических параметров режущей части независимо от вида и конструкции инструмента, которая позволяла бы определять геометрию инструмента в любой точке режущей кромки в процессе резания. Такой подход можно реализовать при определении геометрических параметров в статической и кинематической системах координат, которые ориентированы соответственно относительно скорости главного или результирующего движения резания.

Основные положения разработки общей теории приближенного графического и аналитического определения геометрических параметров режущей части инструмента изложены в данной статье.

**Графическое определение геометрических параметров режущей части инструмента.** При анализе геометрических параметров инструмента возникает задача их определения в выбранной системе координат при известных, заданных в другой системе. Наиболее часто определяются геометрические параметры режущей части в статической системе координат при известных параметрах в инструментальной. В общем виде инструментальные геометрические параметры не совпадают со статическими.

Графическое определение углов передних  $\gamma$  и задних  $\alpha$  независимо от вида и конструкции инструмента заключается в следующем:

– определение направления скорости резания (главного или результирующего);

- определение положения передней и задней плоскостей в исследуемой точке режущей кромки; определение положений основной  $P_v$  плоскости, плоскости резания  $P_n$  и главной секущей плоскости  $P_T$ ;
- определение линий пересечения главной секущей плоскости с основной плоскостью и плоскостью резания;
- определение линий пересечения секущей плоскости с передней и задней поверхностями;
- определение значений передних и задних углов в секущей плоскости в соответствующей системе координат.

Угол наклона режущей кромки определяется в плоскости резания между режущей кромкой и основной плоскостью  $P_v$ . Его определение включает:

- определение положения режущей кромки в выбранной системе координат;
- определение положения основной плоскости  $P_v$ ;
- определение положения плоскости резания  $P_n$ ;
- определение линий пересечения основной плоскости с плоскостью резания;
- определение величины угла наклона режущей кромки  $\lambda$ .

Угол в плане измеряется в основной плоскости между плоскостью резания  $P_n$  и рабочей плоскостью  $P_s$ . Его определение включает:

- определение плоскости резания в исследуемой точке;
- определение рабочей плоскости  $P_s$  как плоскости, в которой расположены скорость главного движения и скорость движения подачи;
- определение пересечения основной плоскости  $P_v$  с плоскостью резания  $P_n$  и рабочей плоскостью  $P_s$ ;
- определение угла в плане в плоскости  $P_v$ .

Учитывая, что положение плоскости однозначно определяется нормалью к этой плоскости, аналогично графическому определению геометрических параметров рассмотрим аналитическое их определение.

**Аналитическое определение геометрических параметров режущей части инструмента.** Наряду с графическим определением геометрических параметров инструмента, основанном на использовании методов начертательной геометрии, эти задачи можно решать с использованием векторной алгебры. Оба метода могут использоваться в равной степени. Преимущество того или другого метода определяется конструкцией инструмента, принятой схемой формообразования, содержанием решаемой задачи и исходными данными.

Важным вопросом при аналитическом определении геометрических параметров инструмента является выбор систем координат, в которых решаются рассматриваемые задачи. В ГОСТ 25763-83 однозначности определения положения прямоугольных систем координат нет. Так, например, статическая система координат — это прямоугольная система  $XYZ$ , ориентированная относительно скорости главного движения  $\vec{V}$ . В стандарте не указано, каким образом система  $XYZ$  ориентирована относительно скорости  $\vec{V}$ .

Необходимо учитывать, что при разных задачах анализа геометрии режущей части инструмента целесообразно выбирать разные положения прямоугольной системы координат  $XYZ$ , а в некоторых случаях переходить на цилиндрическую систему координат, принимать разные системы координат для разных точек режущей кромки.

Целесообразно оси  $X$ ,  $Y$  задавать в основной плоскости, а положения передних  $\gamma$  и задних  $\alpha$  углов — в главной секущей плоскости или в нормальном сечении к режущей кромке.

Положение режущей кромки в инструментальной системе координат  $XYZ$  определяется инструментальным углом в плане  $\varphi_n$  и инструментальным углом наклона режущей кромки  $\lambda_n$ .

Передние и задние поверхности могут также задаваться инструментальными продольными  $\gamma_{пр}$ ,  $\alpha_{пр}$  и поперечными  $\gamma_n$ ,  $\alpha_n$  передними и задними углами, которые измеряются во взаимно перпендикулярных сечениях. Поэтому возникает задача определения инструментальных передних и задних углов в инструментальной главной секущей плоскости и в нормальном сечении, а также определение касательной к режущей кромке, т.е. главного угла в плане и угла наклона режущей кромки.

В случае если скорость  $\vec{V}$  главного движения направлена перпендикулярно инструментальной основной плоскости, то инструментальная плоскость резания совпадает со статической плоскостью резания, а статические геометрические параметры будут равны соответствующим инструментальным.

Если же скорость  $\vec{V}$  направлена наклонно к инструментальной основной плоскости, то статические геометрические параметры не будут равны инструментальным, чем обусловлена задача определения статических геометрических параметров при известных инструментальных.

При известных инструментальных передних  $\gamma_n$  и задних  $\alpha_n$  углах в нормальном к режущей кромки сечении и когда вектор  $\vec{V}$  скорости глав-

ного движения резания не перпендикулярен к инструментальной основной плоскости, то статические передние  $\gamma_{nc}$  и задние  $\alpha_{nc}$  углы в нормальном к режущей кромке сечении будут равны:  $\gamma_{nc} = \gamma_n + \tau_n$  и  $\gamma_{nc} = \gamma_n - \tau_n$ , где  $\tau_n$  — угол между инструментальной  $P_{nu}$  и статической  $P_{nc}$  поверхностями резания может рассчитываться по формуле

$$\cos \tau_n = \frac{(\bar{N}_{nc} \cdot \bar{N}_{nu})}{|\bar{N}_{nc}| \cdot |\bar{N}_{nu}|},$$

где  $\bar{N}_{nu}$  — вектор нормали к инструментальной поверхности резания, определяемый вектором  $\bar{P}$ , касательным к режущей кромке, и вектором  $\bar{V}_n$ , перпендикулярным к инструментальной основной плоскости.

Вектор нормали  $\bar{N}_{nu}$  равен векторному произведению векторов  $\bar{P}$  и  $\bar{V}_n$ :  $N_{nc} = [\bar{P} \times \bar{V}_n]$ .

Аналогично определяется вектор нормали к статической поверхности резания:  $N_{nc} = [\bar{P} \times \bar{V}]$

При известных  $\bar{P}$  и  $\bar{V}$  определяется статический угол наклона режущей кромки:  $\sin \lambda_c = \frac{(\bar{V} \cdot \bar{P})}{|\bar{V}| \cdot |\bar{P}|}$ .

Статический передний угол в нормальном к режущей кромке сечении будет

$$\text{tg} \gamma_{nc} = (\bar{N}_p \cdot \bar{N}_n) / \left| [\bar{N}_p \times \bar{N}_n] \right|,$$

где  $\bar{N}_p$  — вектор нормали передней поверхности, определяемый как векторное произведение вектора  $\bar{P}$  и вектора  $\Pi$ , касательного к передней поверхности  $\bar{N}_p = [\bar{P} \times \bar{\Pi}]$ .

Статический передний угол  $\gamma_c$  в главной секущей плоскости будет:

$$\text{tg} \gamma_c = \text{tg} \gamma_{nc} / \cos \lambda_c.$$

Аналогично определяется статический задний угол в нормальном к режущей кромке сечении и статический задний угол в главной секущей плоскости:  $\text{ctg} \alpha_{nc} = (\bar{N}_p \cdot \bar{N}_z) / \left| [\bar{N}_p \times \bar{N}_z] \right|$ , где  $\bar{N}_z$  — вектор нормали к задней поверхности —  $\bar{N}_z = [\bar{P} \times \bar{Z}]$ .

Статический главный угол в плане определяется как угол между статической плоскостью резания и рабочей плоскостью  $P_s$ :

$$\cos \varphi_c = \frac{(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_s)}{|\bar{N}_p| \cdot |\bar{N}_s|},$$

где  $\bar{N}_s$  – вектор нормали к рабочей плоскости, в которой расположены вектор главного движения резания  $\bar{V}$  и вектор подачи  $\bar{S}$ , равный  $\bar{N}_s = [\bar{V} \times \bar{S}]$ .

При определении статических геометрических параметров фасонных инструментов, учитывая, что режущая кромка определяется как линия пересечения передней поверхности и исходной инструментальной, вектор  $\bar{P}$  определяется как векторное произведение  $\bar{N}_p$  и нормали к исходной инструментальной поверхности  $\bar{N}_s$ .

Аналогичным образом определяются геометрические параметры в кинематической системе координат.

**Обобщенный алгоритм определения статических и кинематических геометрических параметров режущего инструмента.** Наряду с движениями, которые осуществляются инструментом в процессе обработки им заготовки, геометрические параметры его режущей части зависят и от формы его передних и задних поверхностей. Передние поверхности чаще всего могут быть плоскими, круглыми, коническими и винтовыми.

Задние поверхности инструмента, как правило, описываются режущей кромкой при ее принятом движении. Поэтому при определении геометрических параметров в исследуемой точке режущей кромки рассматриваются плоскости, касательные к передней, задней плоскостям резания. Рассматривая формы передних поверхностей инструментов, следует отметить, что из указанных наиболее общей является винтовая поверхность.

Проведенные исследования по определению различных видов инструментов и обобщения их результатов позволили разработать в статической и кинематической системах координат общую теорию определения геометрических параметров инструмента независимо от его вида и конструкции.

Обобщенный алгоритм определения статических и кинематических параметров приведен на рис. 1.

Исследования показали, что при  $\lambda \neq 0$  направления  $\bar{V}$  и  $\bar{S}$  вдоль режущей кромки в процессе резания изменяются.

Их изменения зависят как от конструкции инструмента, формы режущей кромки, так и от величины припуска.

**Выводы.** Изложенная в статье общая теория определения геометрических параметров режущей части инструмента является основой для совершенствования существующих и разработки новых конструкций инструментов, а также позволяет в определенной степени на стадии проектирования прогнозировать работоспособность инструмента.

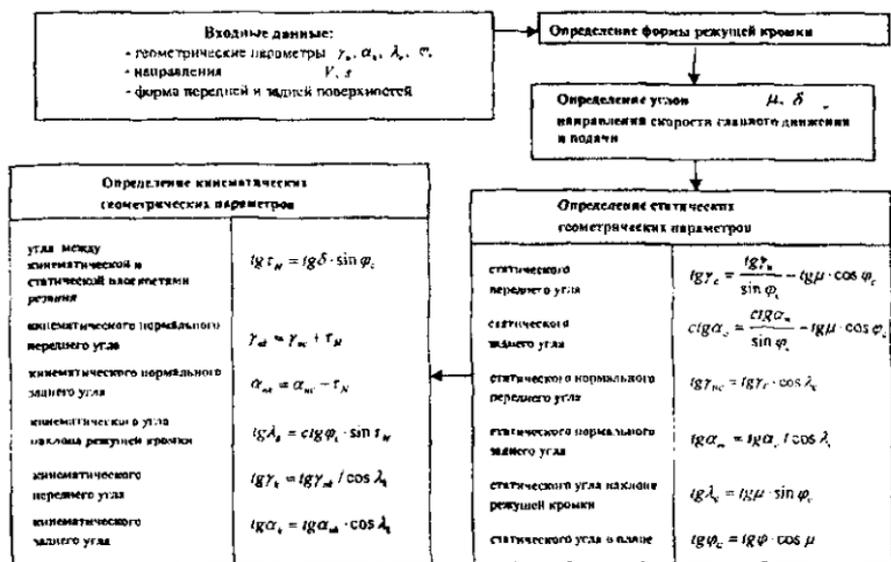


Рис. 1. Алгоритм определения статических и кинематических геометрических параметров резательного инструмента

### Литература

1. Родін, П.Р. Основы проектирования режущих инструментов [для инженеров, технических работников, аспирантов и студентов вузов] [Текст]: учеб. для студентов машиностроительных специальностей / П.Р. Родін – Киев: Высш. шк. 1990. – 421 с.: ил.
2. Родін, П.Р. Різальний інструмент в прикладах і задачах [навчальний посібник для студентів, які вивчають дисципліни «Різальний інструмент» і «Технологія виготовлення різальних інструментів»] [Текст]: навчальний посібник / П.Р. Родін, Н.С. Равська, Л.І. Ковальова. – Киев: Вища школа, 1994. – 293 с.: ил.

УДК 621.923.7

## ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОДОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

Ю.В. Синькевич, В.К. Шелег, И.Н. Янковский  
 Белорусский национальный технический университет, Минск

Введение. Анодный и катодный процессы в водных электролитах имеют ряд существенных различий в природе физико-химических яв-