

УДК 621.9

Общая методология определения геометрии режущей части инструментов независимо от их конструкций

Равская¹ Н.С., Парненко¹ В.С., Николаенко² Т.П., Родин¹ Р.П.

1 – КПИ им. Игоря Сикорского», Киев, Украина

2 - Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

Аннотация. В основе разработки этой методологии лежит обобщенная теория определения геометрических параметров на режущих кромках инструмента, которая базируется на ранее разработанной методологии их определения в статической и кинематической системах координат.

На основе анализа определения геометрии режущих кромок инструмента в различных системах координат, показано, что используемая в данной теории методология зависит от вида и конструкции режущих кромок инструмента. Определение изменений геометрических параметров в процессе работы инструмента осуществляется для каждого его вида и конструкции и, при существующей методологии, приводит к приближенному методу расчета.

Для упрощения расчетов разработана и предложена общая методология определения геометрии режущих кромок инструмента в процессе его работы непосредственно в кинематической системе. В ее основу положено определение нормального угла « τ » между инструментальной и кинематической плоскостями резания. Такой подход к разработке общей методологии обеспечивает определение геометрии режущей части инструмента любой конструкции вдоль его режущих кромок в процессе работы.

В результате данная методология позволила значительно сократить время расчетов, а также упростить определение геометрических параметров режущей части на примере обкаточной фрезы.

Ключевые слова. методология определения геометрии инструмента; угол между плоскостями резания; плоскость резания; режущая кромка; отрезная пила.

Геометрические параметры режущей части инструмента определены стандартом ДСТУ 2249-93 (ГОСТ 2576-53 ISO 3002/1-77) как составные элементы конструкции инструмента, без которых в заданных условиях процесс резания не осуществим. При проектировании режущих инструментов геометрические параметры их режущей части выбирают для каждого вида инструмента в зависимости от обрабатываемого материала [1–6].

Несмотря на многочисленные исследования определения значений рациональных геометрических параметров, общая методология их определения не разработана. Это вносит существенные ошибки в расчет их значений, что является причиной снижения работоспособности инструмента и снижения эффективности процесса резания.

Согласно ДСТУ 2249-93 «Обработка резанием. Терміни, визначення та позначення» геометрические параметры вдоль режущей кромки в процессе резания определяют в инструментальной, статической и кинематической системах координат.

При разработке общей методологии определения геометрических параметров инструмента независимо от их вида и конструкции известными являются передние и задние углы в инструментальной системе координат (γ_n и α_n) и результирующая скорость инструмента относительно заготовки (\bar{V}_e). При этом рассматриваются и решаются следующие задачи:

- выбирается форма передних и задних поверхностей, определяется форма режущих кромок и их положение относительно базовых элементов инструмента;
- проводится анализ совершаемых инструментом относительно заготовки движений при разных установках и выбирается целесообразный вариант;
- рассчитывается угол $\tau_{нк}$ между кинематической и инструментальной системами координат;

- определяются и исследуются геометрические параметры режущей части инструмента при различных его установках относительно заготовки и выбирается целесообразный вариант.

При $\lambda \neq 0$ направление результирующей скорости \bar{V}_e вдоль режущей кромки изменяется. Её изменение зависит как от конструкции инструмента и формы режущей кромки, так и от величины припуска.

Для определения τ_{nk} определяем нормальные передние и задние углы γ_n и α_n в инструментальной системе координат. Методики определения нормального угла τ_{nk} между кинематической и инструментальной системами координат аналогична методике определения этих углов между статической и кинематической системами. Тогда τ_{nk} будет равен:

$$\tau_{nk} = \frac{(\bar{N}_{nk} \cdot \bar{N}_{nu})}{|\bar{N}_{nk}| \cdot |\bar{N}_{nu}|} \quad (1)$$

При автоматизированном проектировании, обобщённая схема которого приведена на рис.1, условно представлена двумя блоками. Блок 1 остается без изменения.

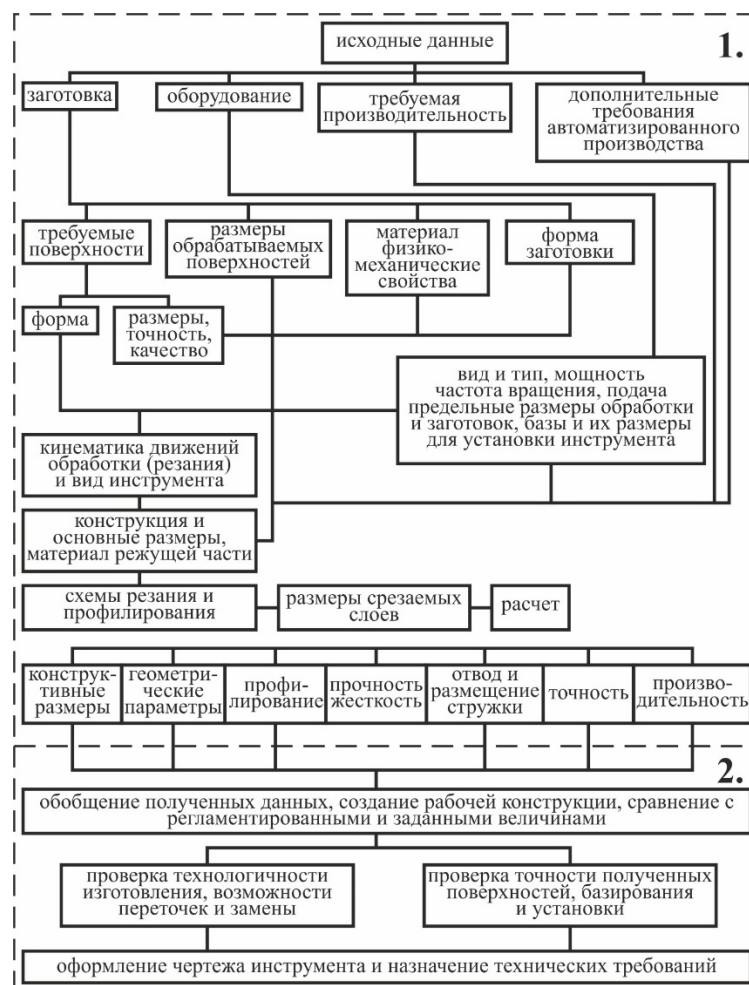


Рис.1. Обобщенная схема проектирования режущих инструментов

Согласно схеме (рис.1) сравнение полученных данных в результате проектирования производится в блоке 2 с учетом сравнения геометрических параметров режущей части инструментов.

Проверка общей методологии определения геометрии режущей части инструментов рассмотрена на примере определения геометрических параметров дисковой обкаточной фрезы в процессе её эксплуатации, т.е. их изменение.

При анализе изменения геометрических параметров вдоль режущих кромок инструментов первоочередной задачей является определение изменения переднего и заднего угла вдоль режущей кромки в ее базовых точках. Для этого рассчитывается угол $\tau_{нк}$ между кинематической $P_{нк}$ и инструментальной $P_{ни}$ плоскостями резания по зависимости, которые приведены в литературе [7]. Для определения поверхностей резания рассмотрим движения обкаточной фрезы с $Z_{\phi}=5$, на примере работы, которой осуществляется проверка предложенной методологии (рис.2).

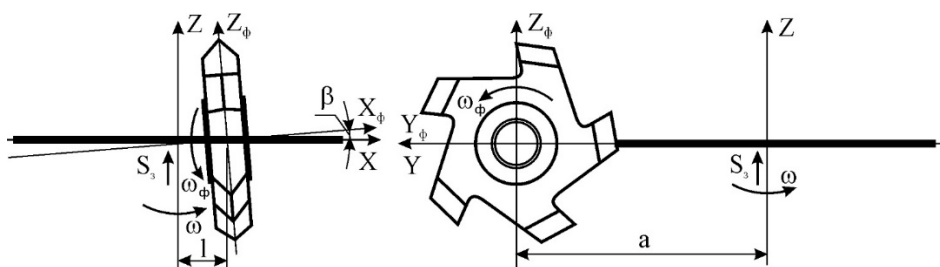


Рис.2. Схема движений обкаточной фрезы и заготовки фрезы

Данная фреза предназначена для нарезания отрезной пилы диаметром 315 мм и числом зубьев $Z=200$. За главное движение принимается вращение фрезы ω_{ϕ} . Результирующее движение определяется суммой векторов главного движения и движения подачи. При обкатке движение подачи представляет собой сложное движение, которые включает непосредственно осевую подачу заготовки пилы и движение обкатки, т.е. вращение заготовке $\bar{V}_{вр}$ [7].

Сложное движение подачи обкаточного инструмента в общем виде определяется зависимостью:

$$\bar{V}_e = \bar{S} + \bar{V}_{вр} \quad (2)$$

Так как, за один оборот фрезы, нарезается число зубьев равное числу зубьев обкаточной фрезы, вращение пилы (ω) и фрезы (ω_{ϕ}) кинематически связаны и определяют количеством зубьев пилы (Z) и обкаточной фрезы (Z_{ϕ}), то угловая скорость вращения пилы равна:

$$\omega = \frac{\omega_{\phi} \cdot Z_{\phi}}{Z} \quad (3)$$

С целью анализа геометрических параметров режущей части обкаточной фрезы определяем направление вектора скорости результирующего движения согласно методике, изложенной в работе [7].

Для этого определяется вектор скорости главного движения в системе координат, связанной дисковой обкаточной фрезой $X_{\phi}Y_{\phi}Z_{\phi}$, ось которой совпадает с осью шпинделя станка и в системе XYZ , связанной с заготовкой пилы, ось которой совпадает с её осью.

Главным движением резания будет:

$$\bar{V} = \left[\omega_{\phi} \cdot R_M \right] \quad (4)$$

где R_M – радиус вектор любой исследуемой точки M режущей кромки в системе $X_f Y_f Z_f$. Определяются координаты точек в системе, связанной с обкаточной фрезой [8], [9].

После определения радиус-вектора любой точки режущей кромки обкаточной фрезы в системе $X_f Y_f Z_f$, в этой же системе определяется радиус вектор исследуемой точки профиля зуба отрезной пилы, вектор скорости подачи \vec{V}_s определяемой векторной суммой обкаточного движения и движения подачи. В результате вектор результирующего движения \vec{V}_e будет.

$$\vec{V}_e = \vec{V} + \vec{V}_s \quad (5)$$

Сравнение разработанной методологии определения геометрических параметров вдоль режущей кромки инструментов, независимо от их вида и конструкции, в сравнении с существующей методологией [7] показало одни и те же результаты значений геометрических параметров.

Преимуществом данного метода является сокращение расчетов при определении геометрии в кинематической системе координат, позволяет при автоматизированном проектировании независимо от конструкции инструмента определять, выбирать и назначать более целесообразную геометрию, повышая эффективность процесса резания.

Необходимо отметить, что предложенная общая методика позволяет проектировать многозубые инструменты с различными угловыми шагами, что требует дальнейших исследований по уточнению как методологии, так и разработки этих инструментов.

Список литературы

1. Боровский Г. В., Григорьев С. Н., Маслов А. Р. и др. Справочник инструментальщика. Москва, 2005. 464 с.
2. Музыкант Я.А., Арпаз Я., Волосова М.А. и др. Энциклопедический справочник-каталог. Наука и технология. Москва, 2009. 464 с.
3. Ординарцев И.А., Филиппов Г. В., Шевченко А. Н. и др. Справочник инструментальщика. Ленинград, 1987. 846 с.
4. Мазур М.П., Внуков Ю.М., Залого В.О.; під заг. ред. М.П. Мазура. Основи теорії різання матеріалів: підручник для вищ. навч. закладів. Львів, 2010. 422 с.
5. Родин П. Р. Основы проектирования режущих инструментов: учебник. Киев, 1990. 423 с.
6. Равська Н.С. Основы кінематичної теорії визначення геометричних параметрів різальної частини інструменту. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Краматорськ. 2009. № 24. С.9-18.
7. Равська Н.С., Ковальова Л.Л., Охріменко О.А., та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Узагальнена теорія визначення геометричних параметрів різального інструменту» виконаний по темі № 2914ф. НТУУ КПІ. Київ. 2008. 208с. Рукопис.
8. Равська Н.С., Парненко В.С. Визначення статичних передніх і задніх кутів фасонної обкатної фрези у вершинній точці її ріжучої кромки. Перспективні технології та прилади. 2016. №8. С.89-93.
9. Равська Н.С., Охріменко О.А. Визначення швидкості різання при різних кінематичних схемах. Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Житомир, 2010. № 8. С.138-162.

Загальна методологія визначення геометрії різальної частини інструментів незалежно від їх конструкцій

Равська Н. С. ¹; Парненко В. С. ¹; Ніколасенко Т. П. ²; Родін Р. П. ¹

Анотація. В основі розробки цієї методології лежить узагальнена теорія визначення геометричних параметрів на різальних кромках інструмента, яка базується на раніше розробленій методології їх визначення в статичній та кінематичній системах координат.

На основі аналізу визначення геометрії різальних кромок інструменту в різних системах координат, показано, що використовувана в даній теорії методологія залежить від виду і конструкції різальних кромок інструменту. Визначення змін геометричних параметрів в процесі роботи інструменту здійснюється для кожного його виду і конструкції і, при існуючій методології, призводить до наближеного методу розрахунку.

Для спрощення розрахунків розроблена і запропонована загальна методологія визначення геометрії різальних кромки інструменту в процесі його роботи безпосередньо в кінематичній системі. В її основу покладено визначення нормального кута « τ » між інструментальної та кінематичної площинами різання. Такий підхід до розробки загальної методології забезпечує визначення геометрії різальної частини інструменту будь-якої конструкції вздовж його різальних кромки в процесі роботи.

В результаті дана методологія дозволила значно скоротити час розрахунків, а також спростити визначення геометричних параметрів різальної частини на прикладі обкатної фрези.

Ключові слова. методологія визначення геометрії інструменту; кут між площинами різання; площина різання; різальна кромка; відрізна фреза.

General methodology for determining the geometry of the cutting part of the tools independently of their designs

Ravskaya N. ¹; Parnenko V. ¹; Nikolaenko T. ²; Rodin R. ¹

Abstract. The development of this methodology is based on the generalized theory of determining the geometric parameters on the cutting edges of the tool, which is based on the previously developed methodology for determining them in static and kinematic coordinate systems.

Based on the analysis of the definition of the geometry of the cutting edges of the tool in various coordinate systems, it is shown that the methodology used in this theory depends on the type and design of the cutting edges of the tool. Determination of changes in geometric parameters during the operation of a tool is carried out for each of its types and designs and, with the existing methodology, leads to an approximate calculation method.

To simplify the calculations, a general methodology for determining the geometry of the cutting edges of the tool in the process of its operation directly in the kinematic system has been developed and proposed. It is based on the definition of the normal angle " τ " between the instrumental and kinematic cutting planes.

This approach to the development of a general methodology ensures the determination of the geometry of the cutting part of a tool of any design along its cutting edges in the process. As a result, this methodology made it possible to significantly reduce the calculation time, as well as to simplify the determination of the geometric parameters of the cutting part of the rolling cutter.

Keywords. methodology for determining the geometry of the tool; angle between cutting planes; cutting plane; cutting edge; cutting saw.