

УДК 621.9.013

Н.С. Равська, д.т.н., проф.
Т.П. Ніколаєнко, к.т.н., проф.
Є.В. Корбут, к.т.н.

Національний технічний університет України "КІП"

ТЕОРІЯ АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ІНСТРУМЕНТІВ

В статті розглянута загальна методика і порядок розрахунку геометричних параметрів різальної частини різноманітних типів інструментів.

Введення.

Працездатність різальних інструментів значною мірою залежить від геометричних параметрів їх різальної частини, їх зміни в процесі різання її уздовж різальної кромки. У досліджуваній точці різальної кромки геометричні параметри різальної частини характеризуються розмірами передніх, задніх кутів та кутів нахилу різальної кромки. При аналізі завантаження різальної частини аналізуються також кути в плані φ .

В даній час теорія визначення геометричних параметрів різальної частини розроблена стосовно конкретних типів інструментів. Тому актуальною є задача розробки загальної теорії визначення геометричних параметрів різальної частини, різноманітних типів інструментів. Ця задача вирішується в статті.

Загальні положення.

У досліджуваній точці різальної кромки геометричні параметри різальної частини характеризуються розмірами передніх γ , задніх α кутів та кутів нахилу різальної кромки λ .

При аналізі завантаження різальної частини аналізуються також кути в плані φ .

Геометричні параметри різальної частини інструментів визначаються в інструментальній, статичній і кінематичній системах координат [1], [2]. Геометричні параметри в інструментальній системі координат характеризують форму і положення передніх та задніх поверхонь інструмента щодо базових поверхонь, які використовуються при виготовленні і контролі інструмента. Розміри інструментальних геометричних параметрів проставляються на кресленні інструмента. У одного і того ж самого інструмента можна вибрати різноманітні інструментальні системи координат із метою спрощення задач, які вирішуються.

У статичній системі координат, орієнтованій відносно напрямку швидкості \bar{V} головного руху різання, аналізується положення передніх і задніх поверхонь щодо статичної площини різання P_{nc} . Статична площина різання P_{nc} – це площина торкання до різальної кромки в досліджуваній її точці, яка проходить через вектор \bar{V} швидкості головного руху різання. Статична площина різання є перпендикулярною до основної площини P_v , що йде перпендикулярно швидкості \bar{V} в досліджуваній точці різальної кромки. У кінематичній системі координат, орієнтованій щодо напрямку швидкості результуючого руху різання, характеризується положення передніх і задніх поверхонь відносно кінематичної площини різання P_{nk} . Швидкість \bar{V}_r результуючого руху різання – це швидкість в будь-якій точці різальної кромки інструмента відносно заготовки в процесі різання. Швидкість результуючого прямування різання є геометричною сумою швидкостей головного руху різання, руху подачі та дотичного руху.

Геометричні параметри різальної частини інструмента можуть вимірюватися в різноманітних січних площинах в інструментальній, статичній і кінематичній системах координат. Головна січна площина P_r – це площина, перпендикулярна лінії перетину основної площини і площини різання у відповідній системі координат. Головна січна площина проходить через вектор швидкості різання перпендикулярно до площини різання. Геометричні параметри різальної частини інструмента можуть вимірюватися також у нормальній січній площині P_n , яка перпендикулярна до різальної кромки в точці, що розглядається.

Робочий кінематичний передній кут γ_p вимірюється в площині сходу стружки. Січна площина сходу стружки P_c – це площина, що проходить через швидкість різання і напрямок сходу стружки по передній поверхні в точці різальної кромки, що розглядається.

Передній кут γ – це кут у січній площині між передньою поверхнею інструмента й основною площиною. Задній кут α – це кут у січній площині між задньою поверхнею інструмента і площиною різання. Кут нахилу різальної кромки λ – це кут у площині різання між ріжучою кромкою й основною площиною.

Кут у плані φ – це кут в основній площині між площиною різання і робочою площиною P_s . Робоча площина P_s – це площина, в якій розташовані напрямки швидкостей головного руху різання і руху подачі.

При прямокутному різанні, коли вектор швидкості різання перпендикулярний до різальної кромки, площина виміру передніх і задніх кутів проводиться перпендикулярно до різальної кромки. При косокутному різанні немає єдиної думки з питання про положення площини виміру переднього і заднього кутів. Це викликано тим, що недостатньо вивчений вплив геометричних параметрів на фізичні явища, що відбуваються в процесі різання. Тому виникає задача перерахунку геометричних параметрів різальної частини інструмента з однієї січної площини в іншу, а також з однієї системи координат в іншу.

Статичні геометричні параметри в різноманітних січних площинах.

Визначимо розміри статичних передніх γ_c і задніх α_c кутів при їхньому вимірі в головній січній площині. Задано розміри передніх кутів γ_n і задніх α_n кутів у нормальній до різальної кромки перетині і розмір кута λ_c нахилу різальної кромки. Схема різальної частини інструмента, що аналізується, зображена на рис. 1. У системі площин проєкцій Π_1/Π_3 і системі площин проєкції Π_1/Π_2 , площина Π_1 співпадає з площиною різання P_n . Площина Π_2 йде паралельно головній січній площині P_r , перпендикулярна різальній кромці BF .

На площині Π_1 зображений вектор \vec{V} швидкості головного руху різання, перпендикулярно до якого проведена основна площина P_v .

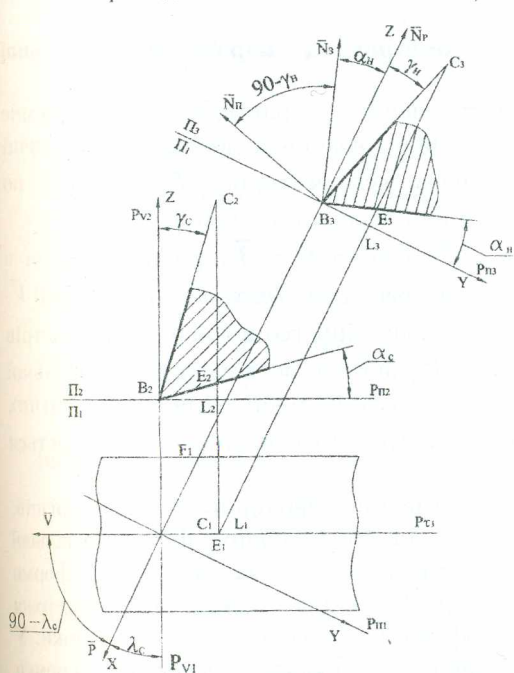


Рис. 1. Визначення статичних геометричних параметрів інструмента

Відповідно до заданого кута λ_c проведена різальна кромка розташована в площині Π_1 . У площині Π_3 зображений перетин різальної частини інструмента площиною, перпендикулярною різальній кромці в досліджуваній її точці B . Відповідно до заданих кутів γ_n і α_n проведені в проєкції на площину Π_3 дотична B_2C_3 до передньої площини і дотична до задньої площини B_3E_3 . Через досліджувану точку B різальної кромки проводиться головна січна площина P_r .

З передньою площиною площина P_r перетинається по лінії BC . Знаючи положення лінії BC у системі площин проєкцій Π_1/Π_3 , за правилом зміни площин проєкцій знаходиться проєкція B_2C_2 лінії BC на площину Π_2 . Кут між лінією BC і основною площиною P_v буде статичним переднім кутом γ_c у головній січній площині. З задньою площиною площина P_r перетинається по прямій BE . Знаючи положення лінії BE в системі площин проєкцій Π_1/Π_3 , за правилом заміни площин проєкцій визначається проєкція B_2E_2 лінії BE на площину Π_2 .

Кут між лінією BE і площиною різання P_n буде статичним заднім кутом α_c у головній січній

площині.

За побудовою задній кут α_n у нормальній до різальної кромки перетині дорівнює куту між нормаллю \vec{N}_p до площини різання і нормаллю \vec{N}_3 до задньої площини. У системі XYZ вектор \vec{N}_3 нормалі до задньої площини буде:

$$\vec{N}_3 = -\vec{j} \cdot \sin \alpha_n + \vec{k} \cdot \cos \alpha_n.$$

Вектор \vec{B}_2E_2 , розташований у задній площині, буде:

$$\vec{B}_2E_2 = \vec{i} \cdot (-\sin \lambda_c) + \vec{j} \cdot \cos \lambda_c + \vec{k} \cdot \operatorname{tg} \alpha_c.$$

Вектори \vec{N}_3 і \vec{B}_2E_2 взаємно перпендикулярні, тому їхній скалярний добуток дорівнює нулю ($\vec{N}_3 \cdot \vec{B}_2E_2 = 0$).

Отже,

$$-\sin \alpha_n \cdot \cos \lambda_c + \operatorname{tg} \alpha_c \cdot \cos \alpha_n = 0.$$

Звідси

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \cos \lambda_c.$$

Кут між нормаллю \vec{N}_p до площини різання і нормаллю \vec{N}_n до передньої площини буде дорівнювати $90 - \gamma_n$. При аналітичному розв'язку зазначеної задачі в системі координат XYZ записуємо вектор нормалі \vec{N}_n до передньої площини, який дорівнює:

$$\vec{N}_n = -\vec{j} + \vec{k} \operatorname{tg} \gamma_n.$$

Вектор \vec{B}_2C_2 , що лежить у передній площині, буде:

$$\vec{B}_2C_2 = \vec{i} \operatorname{tg} \gamma_c \cdot \sin \lambda_c + \vec{j} \operatorname{tg} \gamma_c \cdot \cos \lambda_c + \vec{k}.$$

Зазначені вектори взаємно перпендикулярні, тому їх скалярний добуток дорівнює нулю:

$$(\vec{N}_2 \cdot \vec{B}_2C_2) = 0.$$

Отже,

$$-\operatorname{tg} \gamma_c \cdot \cos \lambda_c + \operatorname{tg} \gamma_n = 0.$$

Звідси

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_c \cdot \cos \lambda_c.$$

Методика аналітичного визначення статичних геометричних параметрів різальної частини інструмента.

Геометричні параметри різальної частини інструмента характеризують взаємне розташування передньої площини, задньої площини і площини різання в досліджуваній точці різальної кромки. Положення передньої площини визначається вектором \vec{P} , що йде по дотичній до різальної кромки, і вектором \vec{N}_n , розташованими в передній площині.

Положення задньої площини визначається вектором \vec{P} і вектором \vec{Z} , розташованими в задній площині. Положення статичної площини різання визначається вектором швидкості \vec{V} головного руху різання і вектором \vec{P} . Таким чином, при визначенні геометричних параметрів різальної частини інструмента необхідно визначати вектор \vec{P} , що йде по дотичній до різальної

кромки в її досліджуваній точці. Для різноманітних типів різальних інструментів вектор \vec{P} визначається по-різному [3].

Для інструментів типу прохідних токарних різців, свердел, зенкерів та їм подібних форма різальної кромки може вибиратися незалежно від форми обробленої поверхні, оскільки оброблена поверхня формується профілюючою точкою різальної кромки. У зазначеному випадку форма різальної кромки задається на кресленні інструмента і при аналізі геометричних параметрів різальної частини є відомою.

Положення передньої і задньої поверхонь інструмента може задаватися інструментальними передніми і задніми кутами, що вимірюються у взаємно перпендикулярних подовжньому і поперечному перетинах. У цьому випадку, знаючи подовжні γ_{np} і α_{np} кути і поперечні γ_n і α_n кути, необхідно визначати вектор \vec{P} , дотичний до різальної кромки.

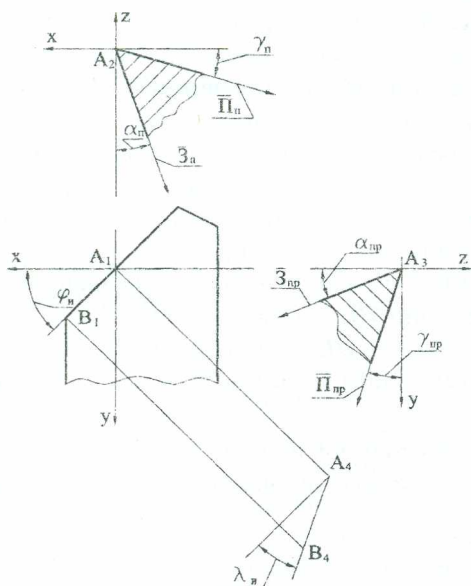


Рис. 2. Аналітичне визначення статичних геометричних параметрів

У системі XYZ вектори \bar{P}_{np} і \bar{P}_n , дотичні до передньої поверхні, і вектори $\bar{3}_{np}$ і $\bar{3}_n$, дотичні до задньої поверхні (рис. 2) буде:

$$\begin{aligned} \bar{P}_{np} &= \bar{j} - \bar{k} \operatorname{tg} \gamma_{np}, \\ \bar{P}_n &= -\bar{i} - \bar{k} \operatorname{tg} \gamma_n, \\ \bar{3}_{np} &= \bar{j} \operatorname{tg} \alpha_{np} - \bar{k}, \\ \bar{3}_n &= -\bar{i} \operatorname{tg} \alpha_n - \bar{k}, \end{aligned}$$

Вектор нормалі до передньої поверхні буде:

$$\bar{N}_n = [\bar{P}_{np} \times \bar{P}_n] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 0 & 1 & -\operatorname{tg} \gamma_{np} \\ -1 & 0 & -\operatorname{tg} \gamma_n \end{vmatrix} = -\bar{i} \operatorname{tg} \gamma_n + \bar{j} \operatorname{tg} \gamma_{np} + \bar{k}.$$

Вектор нормалі \bar{N}_3 до задньої поверхні буде:

$$\bar{N}_3 = [\bar{3}_{np} \times \bar{3}_n] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ 0 & \operatorname{tg} \alpha_{np} & -1 \\ -\operatorname{tg} \alpha_n & 0 & -1 \end{vmatrix} = -\bar{i} \operatorname{tg} \alpha_{np} + \bar{j} \operatorname{tg} \alpha_n + \bar{k} \operatorname{tg} \alpha_n \operatorname{tg} \alpha_{np}.$$

Вектор \bar{P} , що йде по дотичній до різальної кромки в досліджуваній точці, буде векторним добутком векторів \bar{N}_n і \bar{N}_3 .

$$\bar{P} = [\bar{N}_n \times \bar{N}_3] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ -\operatorname{tg} \gamma_n & \operatorname{tg} \gamma_{np} & 1 \\ -\operatorname{tg} \alpha_{np} & \operatorname{tg} \alpha_n & \operatorname{tg} \alpha_n \operatorname{tg} \alpha_{np} \end{vmatrix}.$$

Розглядаючи визначник, одержимо:

$$\begin{aligned} \bar{P} &= \bar{i} (+ \operatorname{tg} \gamma_{np} \operatorname{tg} \alpha_n \operatorname{tg} \alpha_{np} - \operatorname{tg} \alpha_n) - \bar{j} (- \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \alpha_n \operatorname{tg} \alpha_{np} + \operatorname{tg} \alpha_{np}) + \\ &+ \bar{k} (- \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \alpha_n + \operatorname{tg} \gamma_{np} \operatorname{tg} \alpha_{np}) = \bar{i} P_x + \bar{j} P_y + \bar{k} P_z. \end{aligned}$$

Інструментальний кут φ_u буде дорівнювати:

$$\operatorname{tg} \varphi_u = \frac{P_y}{P_x} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{np} (-1 + \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \alpha_n)}{\operatorname{tg} \alpha_n (\operatorname{tg} \gamma_{np} \operatorname{tg} \alpha_{np} - 1)}.$$

Інструментальний кут нахилу λ_u різальної кромки буде:

$$\operatorname{tg} \lambda_u = \frac{P_z}{\sqrt{P_x^2 + P_y^2}} = \frac{\operatorname{tg} \gamma_{np} \operatorname{tg} \alpha_{np} - \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \alpha_n}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha_n (\operatorname{tg} \gamma_{np} \operatorname{tg} \alpha_{np} - 1)^2} \cdot \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha_{np} (\operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \alpha_n - 1)^2}}.$$

При відомих розмірах φ_u і λ_u вектор \bar{P} буде:

$$\bar{P} = \bar{i} \cos \varphi_u + \bar{j} \sin \varphi_u + \bar{k} \operatorname{tg} \lambda_u.$$

У фасонних різальних інструментах різальна кромка визначається при профілюванні як лінія перетину вихідної інструментальної поверхні, спряженої з обробленою поверхнею деталі, з передньою поверхнею. У цьому випадку вектор \bar{P} може бути визначений як векторний добуток вектора \bar{N}_p нормалі до передньої поверхні і вектора \bar{N}_Σ нормалі до вихідної інструментальної поверхні в досліджуваній точці різальної кромки.

Крім вектора \bar{P} , дотичного до різальної кромки, при визначенні геометричних параметрів різальної частини знаходиться вектор \bar{P} , дотичний до передньої поверхні, і вектор $\bar{3}$, дотичний до задньої поверхні. Вектори \bar{P} і $\bar{3}$ залежать від форми передньої та задньої поверхонь.

За передню поверхню найбільш часто при проектуванні інструментів приймають площину, поверхню обертання та гвинтову поверхню, форма яких на кресленні визначає задане положення вектора \bar{P} .

Задня поверхня інструмента може бути плоскою, положення якої характеризується вектором $\bar{3}$, який просто визначається. Проте у фасонних інструментах, що переточуються найчастіше по передній поверхні, задня поверхня описується різальною кромкою при обраному для неї русі.

В залежності від прийнятого руху різальної кромки задня поверхня може бути фасонною циліндричною поверхнею, що утворюється при прямолінійно-поступальному русі різальної кромки.

При обертальному русі різальної кромки описується задня поверхня обертання, а при гвинтовому прямуванні – гвинтова поверхня. У цьому випадку за вектор $\bar{3}$ може бути прийнята швидкість досліджуваної точки різальної кромки при її обраному русі. Змінюючи характер досліджуваного руху, можна впливати на розміри статичних задніх кутів α_c і вибрати найбільш оптимальний варіант.

На статичні геометричні параметри впливає також вектор \bar{V} швидкості головного руху різання, що визначається відповідно до схеми обробки, розглядаючи рух різального інструмента відносно заготовки. На кут у плані безпосередньо має вплив вектор подачі \bar{S} .

При відомих, в обраній системі координат XYZ, вихідних даних, сукупності векторів \bar{P} , \bar{V} , \bar{P} , $\bar{3}$, \bar{S} , порядок розрахунку статичних геометричних параметрів різальної частини інструмента в досліджуваній точці різальної кромки може бути таким:

- визначається статичний кут λ_c нахилу різальної кромки:

$$\sin \lambda_c = \frac{(\bar{V} \cdot \bar{P})}{|\bar{V}| \cdot |\bar{P}|};$$

- вектор нормалі \bar{N}_p до поверхні різання рівний векторному добутку векторів \bar{P} і \bar{V} :

$$\bar{N}_p = [\bar{P} \times \bar{V}];$$

- вектор нормалі \bar{N}_n до передньої поверхні:

$$\bar{N}_n = [\bar{P} \times \bar{P}];$$

- вектор нормалі до задньої поверхні:

$$\bar{N}_3 = [\bar{P} \times \bar{3}];$$

- статичний передній кут γ_n у нормальному до різальної кромки перетині:

$$\sin \gamma_n = \frac{(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_n)}{|\bar{N}_p| \cdot |\bar{N}_n|};$$

- статичний передній кут γ_c у головній січній площині:

$$\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{\operatorname{tg} \gamma_n}{\cos \lambda_c};$$

- статичний задній кут α_n у нормальному до різальної кромки перетині:

$$\sin \alpha_n = \frac{(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_3)}{|\bar{N}_p| \cdot |\bar{N}_3|};$$

- статичний задній кут α_c у головній січній площині:

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \cos \lambda_c;$$

- вектор нормалі \bar{N}_s до робочої площини, у якій розташовані напрямки швидкостей головного руху і руху подачі:

$$\bar{N}_s = [\bar{V} \times \bar{S}].$$

Статичний кут у плані φ_c , як кут між статичною площиною різання і робочою площиною P_s , буде дорівнювати:

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

При аналізі статичних геометричних параметрів різальної частини фасонних інструментів порядок розрахунку дещо змінюється, оскільки задається передня площина в досліджуваній точці різальної кромки двома векторами \bar{P}_1 і \bar{P}_2 , а різальна кромка визначається як лінія перетину передньої площини і вихідної інструментальної поверхні.

Порядок розрахунку буде такий:

- визначається нормаль \bar{N}_n до передньої площини:

$$\bar{N}_n = |\bar{P}_1 \times \bar{P}_2|;$$

- відповідно до прийнятої схеми формоутворення та знайденої при профілюванні інструмента вихідної інструментальної поверхні визначається вектор нормалі \bar{N}_Σ до вихідної інструментальної поверхні в досліджуваній точці різальної кромки:

- визначається вектор \bar{P} , що йде по дотичній до різальної кромки в її досліджуваній точці:

$$\bar{P} = |\bar{N}_p \times \bar{N}_\Sigma|;$$

- статичний кут λ_c нахилу різальної кромки:

$$\sin \lambda_c = \frac{(\bar{V} \cdot \bar{P})}{|\bar{V}| \cdot |\bar{P}|};$$

- вектор нормалі \bar{N}_p до поверхні різання:

$$\bar{N}_p = |\bar{P} \times \bar{V}|;$$

- статичний передній кут γ_n у нормальному до різальної кромки перетині:

$$\sin \gamma_n = \frac{(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_n)}{|\bar{N}_p| \cdot |\bar{N}_n|};$$

- статичний передній кут γ_c у головній січній площині:

$$\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{\operatorname{tg} \gamma_n}{\cos \lambda_c};$$

- визначається вектор $\bar{3}$, дотичний до задньої поверхні в досліджуваній точці;

- вектор нормалі \bar{N}_3 до задньої поверхні:

$$\bar{N}_3 = |\bar{P} \times \bar{3}|;$$

- статичний задній кут α_n у нормальному до різальної кромки перетині:

$$\cos \alpha_n = \frac{(\bar{N}_p \cdot \bar{N}_3)}{|\bar{N}_p| \cdot |\bar{N}_3|};$$

- статичний задній кут α_c у головній січній площині:

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \cos \lambda_c;$$

- вектор нормалі \bar{N}_s до робочої площини:

$$\bar{N}_s = |\bar{V} \times \bar{5}|;$$

- статичний кут у плані φ_c :

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

Визначення кінематичних геометричних параметрів різальної частини.

У загальному випадку геометричні параметри різальної частини в кінематичній системі координат не збігаються зі статичними параметрами. Відмінність кінематичних параметрів від статичних пояснюється тим, що вектор \bar{V}_e швидкості результуючого руху різання не збігається з вектором \bar{V} швидкості головного руху різання в досліджуваній точці різальної кромки. Тому кінематична площина різання P_{nk} не збігається зі статичною площиною різання P_{nc} . Відповідно змінюються розміри статичних передніх і задніх кутів у нормальному до різальної кромки перетині на розмір кута τ_N між кінематичною P_{nk} і статичною P_{nc} площинами різання.

Два вектори \bar{P} і \bar{V}_e визначають положення кінематичної площини різання P_{nk} . Нормаль \bar{N}_{nk} до кінематичної площини різання визначається як векторний добуток векторів \bar{P} і \bar{V}_e :

$$\bar{N}_{nk} = [\bar{V}_e \times \bar{P}];$$

$$\bar{N}_{nk} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ V_{ex} & V_{ey} & V_{ez} \\ P_x & P_y & P_z \end{vmatrix} = \bar{i}(P_z V_{ey} - P_y V_{ez}) - \bar{j}(P_z V_{ex} - P_x V_{ez}) + \bar{k}(P_y V_{ex} - P_x V_{ey}).$$

Два вектори \bar{P} і \bar{V} визначають положення статичної площини різання P_{nc} . Нормаль \bar{N}_{nc} до статичної площини різання буде векторним добутком векторів \bar{P} і \bar{V} .

$$\bar{N}_{nc} = [\bar{V} \times \bar{P}]$$

$$\bar{N}_{nc} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ V_x & V_y & V_z \\ P_x & P_y & P_z \end{vmatrix} = \bar{i}(P_z V_y - P_y V_z) - \bar{j}(P_z V_x - P_x V_z) - \bar{k}(P_y V_x - P_x V_y).$$

Кут τ_N між кінематичною і статичною площинами різання дорівнює куту, який знаходиться між нормаллями \bar{N}_{nk} і \bar{N}_{nc} . Отже,

$$\cos \tau_N = \frac{(\bar{N}_{nk} \cdot \bar{N}_{nc})}{|\bar{N}_{nk}| \cdot |\bar{N}_{nc}|}$$

При відомому куті τ_N кінематичні кути γ_{nk} та α_{nk} у нормальному до різальної кромки перетині будуть дорівнювати:

$$\gamma_{nk} = \gamma_n + \tau_N; \quad \alpha_{nk} = \alpha_n - \tau_N,$$

де α_n і γ_n – статичні кути в нормальному до різальної кромки перетині.

Роздивимося окремий випадок (рис. 3), коли вектор \bar{V} йде по осі z , а вектор \bar{V}_e лежить у площині $y = 0$ і складає кут "δ" із віссю z . У цьому випадку будемо мати:

$$\bar{V} = \bar{k}; \quad \bar{V}_e = \bar{i} \sin \delta + \bar{k} \cos \delta.$$

Вектор \bar{P} , дотичний до різальної кромки, запишемо у вигляді:

$$\bar{P} = \bar{i} \cos \varphi_u + \bar{j} \sin \varphi_u + \bar{k} \operatorname{tg} \lambda_u.$$

Нормаль до кінематичної площини різання буде:

$$\bar{N}_{nk} = \bar{i}(-\sin \varphi_u \cdot \cos \delta) - \bar{j}(\operatorname{tg} \lambda_u \cdot \sin \delta - \cos \varphi_u \cdot \cos \delta) + \bar{k}(\sin \varphi_u \cdot \sin \delta).$$

Нормаль до статичної площини різання матиме вигляд:

$$\bar{N}_{nc} = \bar{i}(-\sin \varphi_u) - \bar{j}(-\cos \varphi_u).$$

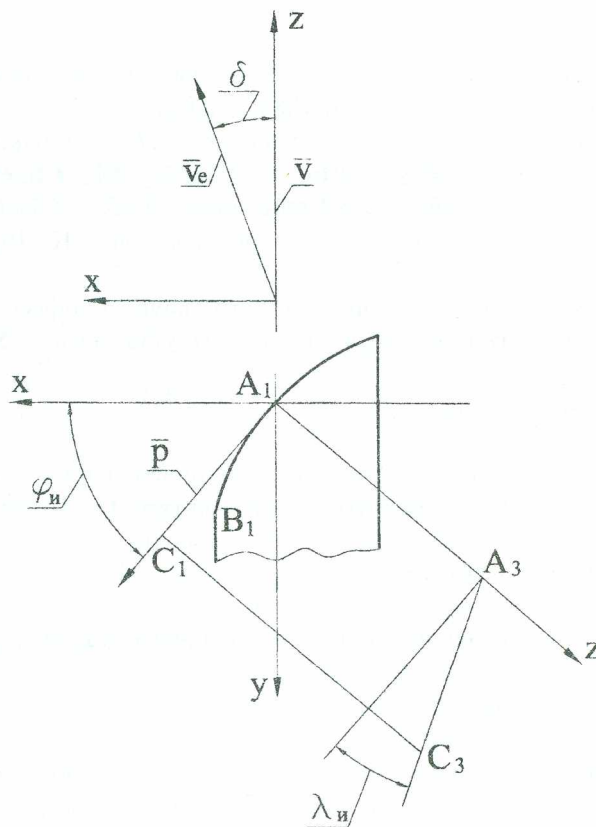


Рис. 3. Визначення кута τ_N

Скалярний добуток векторів \bar{N}_{nk} і \bar{N}_{nc} буде:

$$(\bar{N}_{nk} \cdot \bar{N}_{nc}) = \sin^2 \varphi \cdot \cos \delta + \cos^2 \varphi_u \cdot \cos \delta - \operatorname{tg} \lambda_u \cdot \sin \delta \cdot \cos \varphi_u$$

$$(\bar{N}_{nk} \cdot \bar{N}_{nc}) = \cos \delta - \operatorname{tg} \lambda_u \cdot \sin \delta \cdot \cos \varphi_u$$

Модуль вектора \bar{N}_{nk} становитиме:

$$|\bar{N}_{nk}| = \sqrt{\sin^2 \varphi + (\operatorname{tg} \lambda_u \cdot \sin \delta - \cos \varphi_u \cdot \cos \delta)^2}$$

Модуль вектора \bar{N}_{nc} становитиме:

$$|\bar{N}_{nc}| = 1$$

Звідси

$$\cos \tau_N = \frac{\cos \delta - \operatorname{tg} \lambda_u \cdot \sin \delta \cdot \cos \varphi_u}{\sqrt{\sin^2 \varphi_u + (\operatorname{tg} \lambda_u \cdot \sin \delta - \cos \varphi_u \cdot \cos \delta)^2}}$$

При $\delta = 0$, $\cos \tau_N = 1$ і $\tau_N = 0$, що і слід було очікувати.

Висновки.

Розроблена загальна методика, і порядок розрахунку геометричних параметрів різальної частини, справедливі для різноманітних інструментів. Вирішено задачу визначення статичних і кінематичних геометричних параметрів різальної частини, що дозволяє розраховувати розміри геометричних параметрів у різноманітних точках різальної кромки і знаходити шляхи удосконалення конструкції різальної частини, за рахунок створення доцільних розмірів геометричних параметрів на всьому протязі різальної кромки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 25762-83 Обработка резанием // Термины, определения и обозначения общих понятий. – М.: ГК СССР по стандартам, 1983. – 41 с.
2. Равская Н.С., Николаенко Т.П., Мельничук Л.С. Общая теория определения геометрических параметров инструмента // Сб. № 14: Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. – Краматорск, 2003. – 3...11 с.
3. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. – К.: Выща шк., 1989. – 423 с.

РАВСЬКА Наталя Сергіївна – доктор технічних наук, професор, завідувача кафедрою інструментального виробництва Національного технічного університету України “КП”.

Наукові інтереси:

– теорія проектування інструменту.

НИКОЛАЄНКО Тетяна Петрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри нарисної геометрії Державного університету будівництва та архітектури (м. Київ).

Наукові інтереси:

– теорія проектування інструменту.

КОРБУТ Є.В. – кандидат технічних наук Національного технічного університету України “КП”.

– теорія проектування інструменту.

Подано 23.04.2004