

УДК 623.451:519.6

**Іщик Д.В., Яременко В.В.,** *наук. кер. Охріменко О.А., к.т.н., доц.*

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: [alexhobs77@gmail.com](mailto:alexhobs77@gmail.com)

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗРІЗУВАНОГО ШАРУ КІНЦЕВИМИ СФЕРИЧНИМИ ФРЕЗАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ КОМПАС 3D**

Дослідженням параметрів зрізуваного шару присвячено багато робіт дослідників [1, 2, 3]. Проте в більшості цих робіт розглядається аналіз завантаження різальної частини інструмента з постійною схемою зрізання припуску без врахування зміни її для окремих зубів інструмента. Також не досліджувалось, як впливає фасонна форма зуба інструмента на параметри зрізуваного шару, а саме, в реальних інструментах вона складається з відрізків прямих і округлих частин, які формують профіль зуба інструмента. Всі ці дослідження ґрунтуються на аналітичному визначенні завантаження різальної кромки і, при визначенні, приймалися ряд припущень, які не зовсім точно відображали процес зміни параметрів зрізуваного шару в роботі інструмента, що є дуже важливим при дослідженні тонких зрізів в роботі інструмента.

Також є роботи де параметри зрізуваного шару визначаються за допомогою систем твердотілого геометричного моделювання, однак вони в своїй більшості побудовані на розрахунку послідовних дискретних положень інструмента в процесі обробки і знаходження параметрів зрізуваного шару, як результат перетину об'ємів заготовки та послідовних положень інструмента. Недоліком такого підходу є те, що цей метод потребує значних машинних ресурсів для розрахунків тому, чим більше розрахункових дискретних положень інструмента, тим точніше отримуємо результат розрахунку параметрів зрізуваного шару.

В роботі [4] представляє нам аналіз можливої працездатності конструкції інструмента на стадії проектування, в якій проведено розрахунки необхідних параметрів зрізуваного шару матеріалу з урахуванням реальної фасонної поверхні зуба в системі твердотілого моделювання КОМПАС 3D, цей метод не ґрунтується на побудові дискретних положень інструмента. Проте в цій роботі досліджували конструкції дискових та торцевих фрез, тому доцільно буде виконати подібну методику розрахунку параметрів зрізуваного шару для такого інструменту як, наприклад, кінцева фреза.

Для прикладу обрано кінцеву сферичну фрезу з непереточуваними твердосплавними пластинками моделі SRM2 компанії Mitsubishi, параметри фрези та її різальної частини наведені на рис 1.

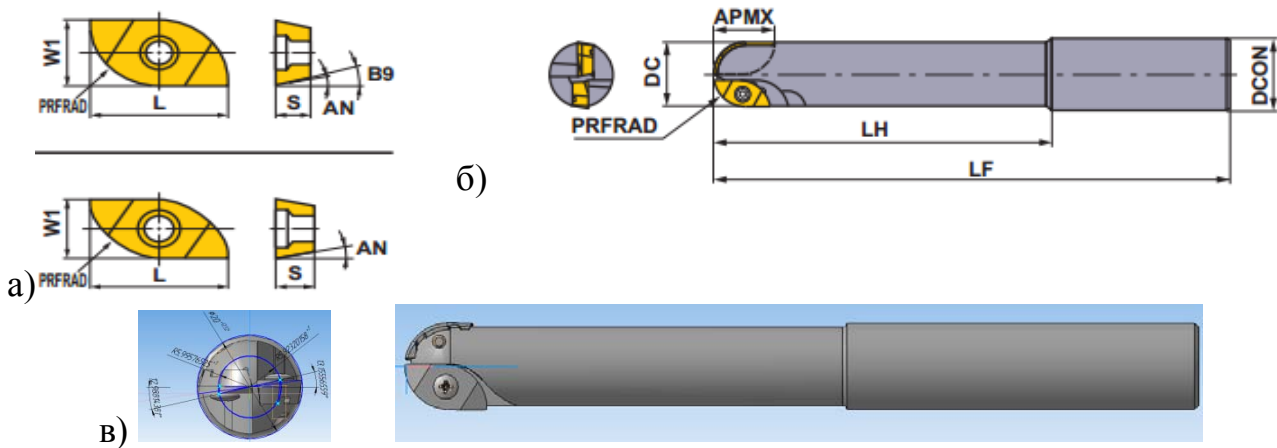


Рис.1. Фреза кінцева  $D=20$  мм, модель SRM2 Mitsubishi . а) розміри фрези, б) параметри пластинок, в) модель КОМПАС-3D.

Діаметр фрези складає  $D=20$  мм, кількість зубів  $Z=2$ , різальна частина – пластинки SRG20E і SRG20C компанії Mitsubishi (параметри рис 1,б), різальна частина складається з декількох ділянок і тому буде формувати складну фігуру поперечного перерізу. За вказаними даними побудована об'ємна модель фрези в системі КОМПАС-3D рис.1,в. Згідно виробника параметри режимів різання, які необхідні для визначення завантаження різальної частини будуть наступні: товщина різу – 6мм, подача –  $S=1$  мм/об, основні розміри пластинок наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні розміри твердосплавних пластинок моделі SRM2

Позначення	PRFRAD	L	W1	S	AN	B9
SRG20C	10	19	10.2	4.6	10°	18°
SRG20E	10	15.5	8.5	4.6	9°	

Для розрахунків необхідно побудувати об'ємну модель інструмента, вісь інструмента перпендикулярна площині  $XY$  і проходить через центр координат . Далі визначаємося, який зуб інструмента в групі будемо досліджувати і будемо траєкторії руху для досліджуваного зуба та для зуба, який різав в часі раніше від нього за наступними залежностями для зустрічної подачі, для варіанту з попутною подачею в залежностях у функціях  $\sin$ ,  $\cos$  необхідно перед параметром  $t$  поставити знак мінус [4]:

$$\begin{aligned}
 X &= R_f \cos(t + \Theta_1) + \frac{S}{2\pi} t & X &= R_f \cos(t + \Theta_2) + \frac{S}{2\pi} t \\
 \text{а) } Y &= R_f \sin(t + \Theta_1) & \text{б) } Y &= R_f \sin(t + \Theta_2) & , & (1) \\
 Z &= b & Z &= b
 \end{aligned}$$

де: а) – формули для розрахунків траєкторії зубів 1-ї групи, б) – формули для розрахунків траєкторії зубів 2-ї групи,  $R_f$  – радіус траєкторії зубів

## ІННОВАЦІЇ МОЛОДІ—МАШИНОБУДУВАННЮ

інструмента,  $S$  – подача, мм/об,  $t$  – параметр, що відповідає за рух зуба по траєкторії,  $\Theta_1$ ,  $\Theta_2$  – кутовий параметр, що відповідає номеру зуба і пропорційний кількості зубів інструмента.

Також для коректного вирішення задачі необхідно, задатись зміною параметру  $t$  так, щоб траєкторія зуба описувала тільки один цикл:

$$t_i = 0 \dots \frac{5\pi}{2} - \Theta_i \quad (2)$$

де,  $i$  – індекс, що відповідає за номер зуба.

Будуємо об'єм матеріалу, який знімається одним зубом кінцевої фрези без врахування роботи попередніх зубів і обмежуємо його контурами заготовки (рис 2а,). Будуємо об'єм матеріалу, який знімається одним зубом кінцевої фрези без врахування роботи попередніх зубів і обмежуємо його контурами заготовки. Після цього будуємо об'єм матеріалу знятий зубом інструмента, який працював раніше і віднімаємо його від об'єму матеріалу, який знімається досліджуванним зубом, без врахування роботи попереднього зуба. За один цикл роботи зуба отримуємо об'єм матеріалу, що відокремлюється лезом кінцевої фрези за один цикл головного руху різання рис.2б.

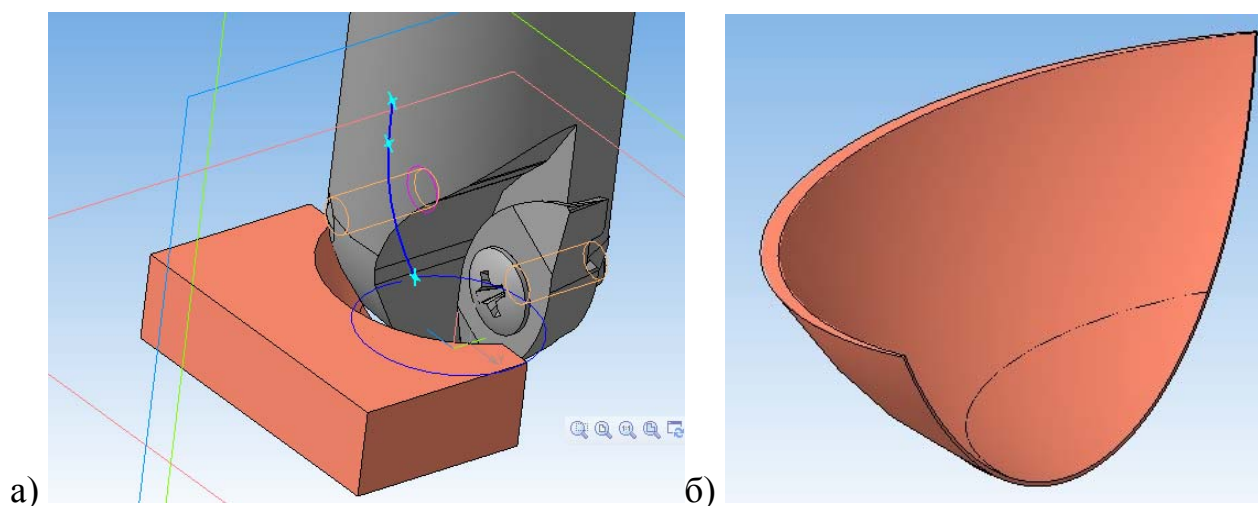


Рис 2. а) об'єм матеріалу, який знімає зуб, обмежений контурами заготовки:  
б) кінцевий результат визначення шару матеріалу, що відокремлюється одним лезом кінцевої фрези за один цикл головного руху різання.

Далі робимо всі необхідні перерізи отриманого об'єму шару матеріалу, знаходимо параметри завантаження різальної частини досліджуваного зуба інструмента, в залежності від розташування зуба, на траєкторії руху різання (рис.3).

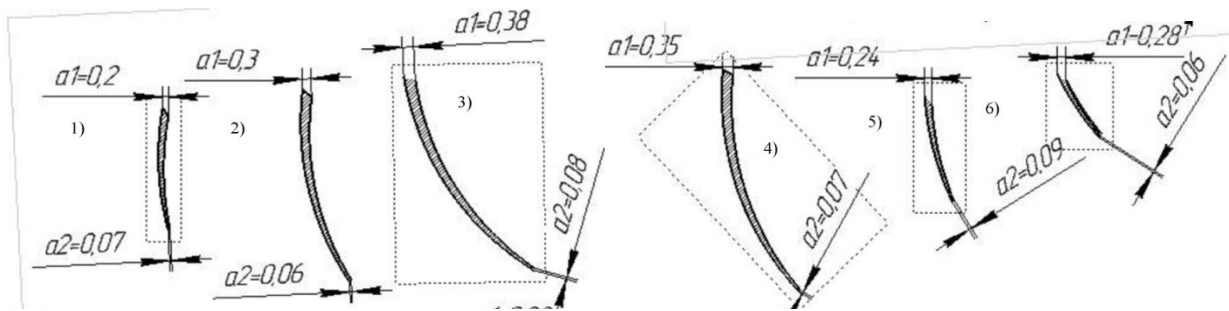


Рис.3. Зміна форми і параметрів миттєвих зрізів шару від розташування зубу на траєкторії різання кінцевої фрези SRM2:  $D=20$  мм, кількість зубів  $Z=2$ , подача  $S=1$  мм/об, різальна частина – твёрдосплавна пластина SRG20E.

За даною методикою можна визначити завантаження різальної частини кінцевих фрез не тільки з постійною схемою різання зубів, як показано на прикладі, але й зі змінною схемою різання. Це враховується в об'ємній моделі конструкції інструмента, яка є вхідними даними для розрахунку завантаження різальної частини цього інструмента.

В даній роботі, на прикладі кінцевої сферичної фрези зі змінними пластинами, запропоновано методику визначення завантаження різальної частини за допомогою комп'ютерної систем 3D проектування. Переваги запропонованого методу, ґрунтуються на тому, що в ньому не використовується розрахунок послідовних дискретних положень інструмента в процесі обробки, а знаходження параметрів зрізуваного шару, як результат перетину об'ємів заготовки та всіх об'ємів послідовних положень інструмента

Параметри завантаження різальної частини визначаються, як об'єм матеріалу який знімається зубом за один цикл руху головного різання від якого віднімаються об'єми матеріалу, які знімаються зубами інструмента, що працювали раніше, ці всі операції реалізуються однією командою - витягнути ескіз по траєкторії, що присутня в усіх системах комп'ютерного 3D проектування, що значно спрощує розрахунки і підвищує точність отриманих результатів.

Список використаних джерел:

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов: учебник /В.Ф. Бобров./– М. Машиностроение, 1975. – 344с.
2. Мазур М.П. Основы теории резания материалов: підручник /Мазур М.П., Внуков Ю.М., Доброскок В.Л., Залого В.О., Новосьолов Ю.Л., Якубов Ф.Я./ – Львів: Новий Світ, 2010 – 422с.
3. Родін П.Р. Різальний інструмент в прикладах і задачах: навчальний посібник / Родін П.Р., Равська Н.С., Ковальова Л.І./ – К.: Вища школа 1994р.- 293с.
4. Равська Н. С. Визначення параметрів зрізуваного шару багатозубих дискових інструментів та торцевих фрез за допомогою комп'ютерних систем 3D проектування/ Н. С. Равська, О. А. Охріменко, С. В. Майданюк. //Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. –2013. - №32. - С.20-29.