

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ З ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

©Долиняк Я.В.,2016.

В роботі проведено дослідження процесу зношення, так як, всі механічні процеси різання супроводжується даним явищем. Процес зношення є складним явищем і являє інтерес, щоб змоделювати даний процес і збільшити розуміння зношення серед ріжучих інструментів. В даній роботі наведено модель ,яка вважається найбільш адекватною до експериментальних показників, це зношення за Усуї. Ця модель описує швидкість та величину зношування на інструменті в залежності від параметрів різання.

Ключові слова: зношування інструмента, модель Усуї, термін служби інструмента, програмне забезпечення AdvantEdge.

The paper studied the wear process, as all mechanical cutting process is accompanied by this phenomenon. The process of wear is a complex phenomenon and is of interest to model the process and increase understanding of the wear of cutting tools. This paper presented a model that is considered most appropriate to the experimental parameters, this wear by Usui. This model describes the rate and amount of wear on the tool depending on cutting parameters.

Keywords: tool wear, Usui model, tool life, software AdvantEdge.

Аналіз останніх досліджень.Прогнозування терміну служби інструменту є важливою особливістю для багатьох користувачів ріжучого інструмента, призначений для запобігання непотрібних інвестицій інструменту або списання пошкоджених виробів.

Одним з перших рівнянь для оцінки зношування інструменту був запропонований Ф. В. Тейлором на початку 1900-их років[1], і в даний час має досить широке використання. Рівняння показує, що термін служби інструменту залежить від швидкості різання:

$$vT^n = C$$

Де, V-швидкість різання, T-термін служби інструменту, C,n-константи, знайдені експериментальним шляхом.[4]

Прогнозування терміну служби інструменту за рівнянням Тейлора, представленого вище, не є цілком правильним, так як, термін служби інструмента залежить не тільки від таких параметрів, як швидкість подачі і глибини різання, як запропоновано Тейлором. Тому багато дослідників, зосередили свою увагу на оцінці і прогнозуванню зношування інструмента.

Усуї запропонував рівняння для прогнозування зношування інструмента, використовуючи температурні показники зони різання.

$$\frac{dw}{\sigma_1 dL} = C_1 \exp\left(-\frac{C_2}{\theta}\right) \quad (2)$$

Де: dw -змінна об'єму, dL -змінна відстані, σ_t -зусилля на площі контакту, θ - температура в зоні контакту, C_1 - константа, що залежить від топології поверхні і $C_2 = \frac{\Delta E + \lambda A}{\lambda}$ де ΔE теоретична енергія механізму зношення, λ постійна Больцмана, A -константа, яка коригує температурну залежність обробленої деталі.[1,3]

Відповідно до рівняння 2, кожен механізм зносу може розглядатися залежати від енергія активації для конкретної реакції. Якщо існує декілька механізмів зносу, загальний знос прогнозується шляхом підсумовування механізмів, представленого в рівнянні 2, всі вони мають різні константи C_1 і C_2 . Енергії активації може бути оцінена з значень C_2 , які можна розрахувати з ділянок $\ln(dw / (\sigma_t dL))$ в порівнянні з $(1/\theta)$. Для оцінки енергії активації від C_2 , система константа A повинна бути відома.

Мета дослідження. Мета роботи-змоделювати процес зношування ріжучого інструмента. Описати, яким чином різні типи зношування інструменту, розвиватимуться у часі, а також створити уявлення про те, як різні параметри різання впливають на процес зношування.

Основний матеріал.

В процесі різання на інструмент діють різні механізми, які впливають на процес його зношування.[2] До таких механізмів відноситься:

Абразивне зношування. При терті поверхні різання об задні поверхні інструмента й стружки об передню поверхню інструмента тверді мікрокомпоненти матеріалу оброблюваної деталі дряпають матеріал інструмента, постійно зрізаючи його.

Адгезійне зношування. Інтенсивне руйнування поверхні інструменту при терті ковзання, обумовлене наявністю в оброблюваному матеріалі твердих мікрокомпонентів, які дряпають поверхню інструменту, поступово руйнуючи його.

Дифузійне зношування. При температурі вище 800–850 °С відбувається дифузійне розчинення інструментального матеріалу в оброблюваному.

Окисне зношування. При температурах різання 700–800 °С кисень повітря вступає в хімічну реакцію з кобальтовою фазою твердого сплаву й карбідами вольфраму й титану, причому найбільш сильно окислюється кобальт .

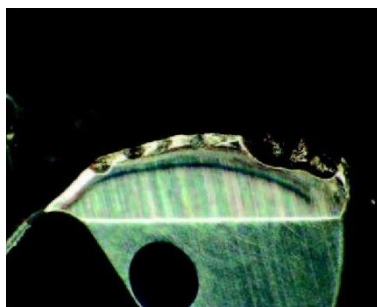
Пластична деформація. Поєднання високих сил різання і висока температура, може привести до пластичної деформації інструмента і в результаті інструмент отримує нову геометрію і втрачає свої початкові характеристики.[2]

Важливо знати, як ці механізми будуть впливати на інструмент при механічному різанні. Як правило при зношенні, декілька механізмів одночасно діють на інструмент. При цьому зношення інструмента матиме різний характер і виникати на різних місцях інструмента. Деякі з найпоширеніших характерів зношення інструмента є зображенні на рис. 1.



а)

б)



в)

Рис. 1 Характер зношування, а-утворення кратера на передній поверхні, б-зношення по задній поверхні, в-сколювання вершини інструмента.

Утворення кратера. Зношення виникає на передній поверхні і має форму кратера. Передня поверхня зазнає серйозних навантажень і значних температурних показників, тому вважається, що в основному даний механізм викликаний дифузійним зношуванням.

Зношення по задній поверхні. На задній поверхні інструмента утворюється фаска, профіль якої копіює форму поверхні різання в момент закінчення різання. Вважається, що багато в чому залежить від абразивного зносу.

Сколювання вершини інструмента. Одним з видів зношування є викришування і відкол різальної кромки. Даний характер зношення спостерігається на кромці ріжучого леза, при значних температурних та силових показниках при процесі різання

Моделювання зношування.

Моделювання температури, сили різання і нормальних навантажень, були отриманні з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) в програмі AdvantEdge. AdvantEdge-програмне забезпечення САЕ (Computer-Aided Engineering), яка використовується для оптимізації різання металу. Під час моделювання в AdvantEdge модель описує поведінку матеріалу в процесі різання. Дана програма дозволяє отримання детальну інформацію про температурні показники, теплові потоки, навантаження на ріжуче лезо, термін служби інструмента та інші.

Основна мета при створенні моделей зношування полягає в спробі описати, яким чином різні типи зношування інструменту, розвиватимуться у часі, а також створити уявлення про те, як різні параметри різання впливає на процес зношування. Існує цілий ряд різних моделей; їх можна розділити на дві групи. Один з них являє собою групу моделей, які пророкують термін служби інструмента в залежності від режимів різання, на основі емпіричних формул. Інша модель, як розвиватиметься швидкість зносу в залежності від умов різання. Робота акцентована на другій групі, щоб спрогнозувати швидкість зносу, так як цей вид моделі добре реалізує з сучасними FE-Software для імітації зношення інструменту і термін його служби. Найбільш поширеною використовуваною моделлю такого роду являється модель Усуї [1]. Ця модель повинна описувати адгезійний та дифузійний вид зношування одночасно. Моделі створюються в два етапи, перший крок, щоб отримати функцію зміни обсягу в часі, а другий етап полягає у виведенні геометричних параметрів на екран.

Модель Усуї.

На рис.2 наведені, задані режими різання, при обробленні конструктивної сталі 40 (подача $S=0,15$ мм; глибина різання $t=1$ мм; швидкість різання $V=300$ мм/хв)

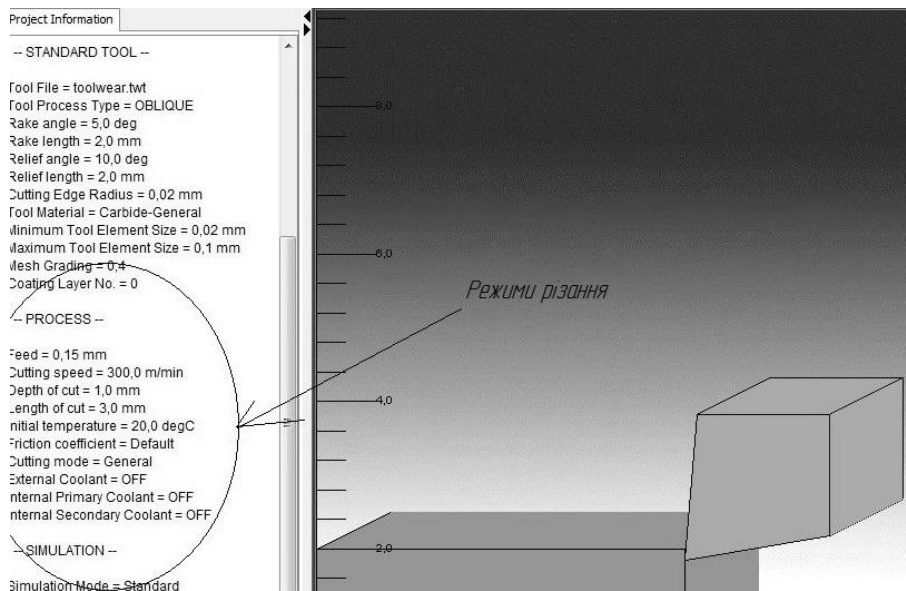


Рис. 2. Задані режими різання при обробленні сталі 40 (подача $S=0,15$ мм; глибина різання $t=1$ мм; швидкість різання $V=300$ мм/хв)

Даний програмний продукт дозволяє вибрати один з чотирьох моделей зношування : стандартна модель зношування, створення на замовлення модель зношування, модель зношування Усуї, а також, модель задана користувачем рис. 3.

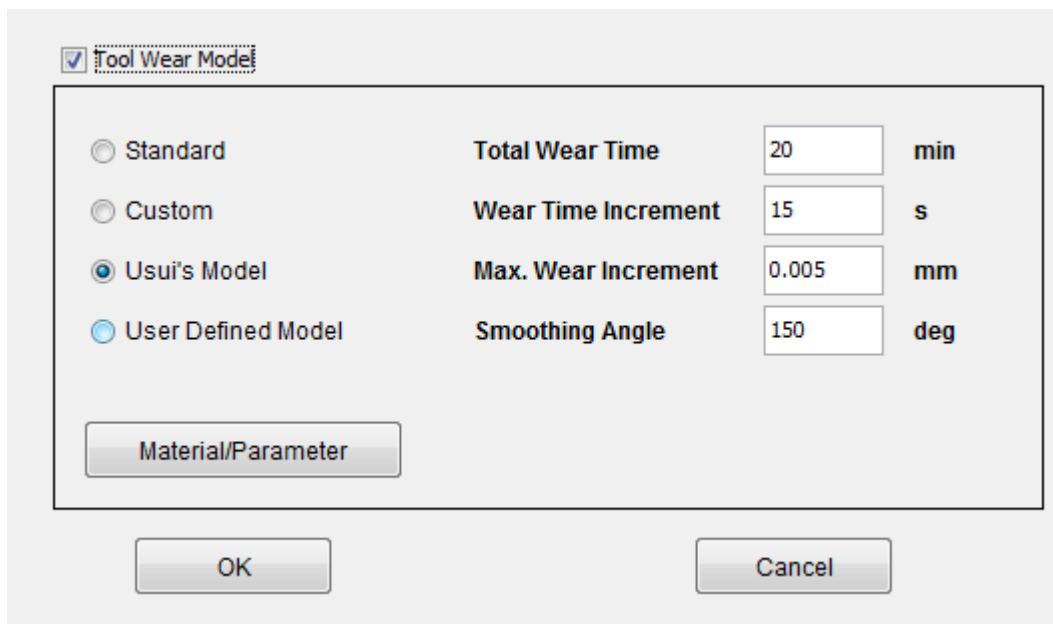


Рис. 3 Моделі зношування

Всі варіанти моделей зношування інструменту, дозволяють користувачеві задати наступні параметри

- Загальний час зношування інструмента.
- Крок за час кожного приросту зношування.
- Максимальне значення зношування.
- Кут згладжування .

В даній роботі, як зображено на рис. 3, використовується Усуї модель з відповідними параметрами. Результат моделювання зображено на (рис.5)

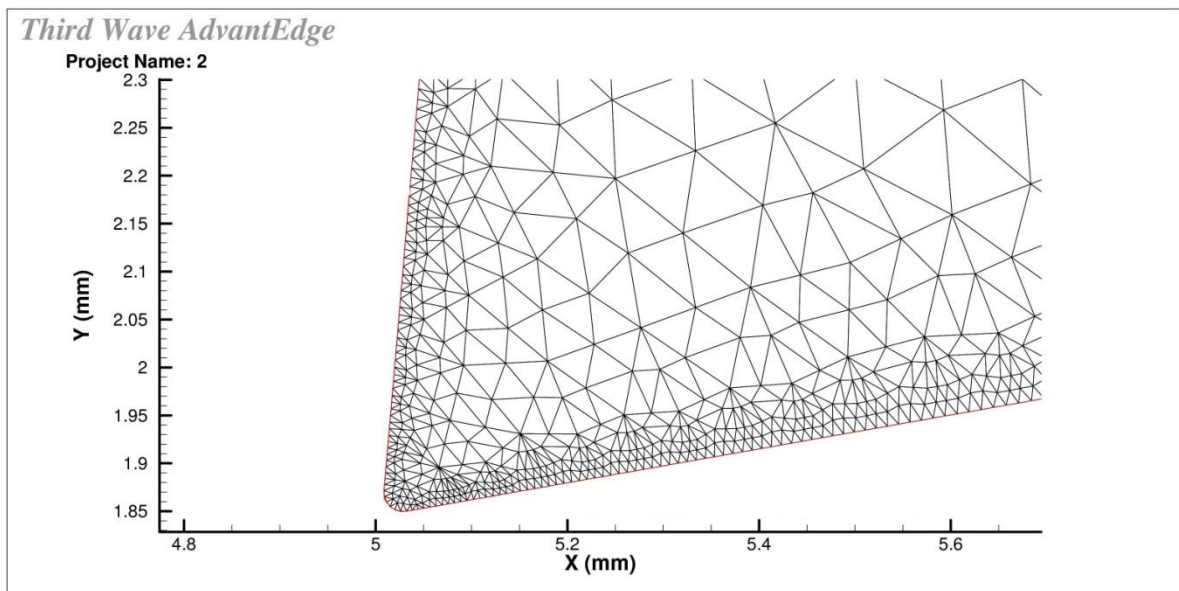


Рис. 4. Початкова геометрія інструмента.

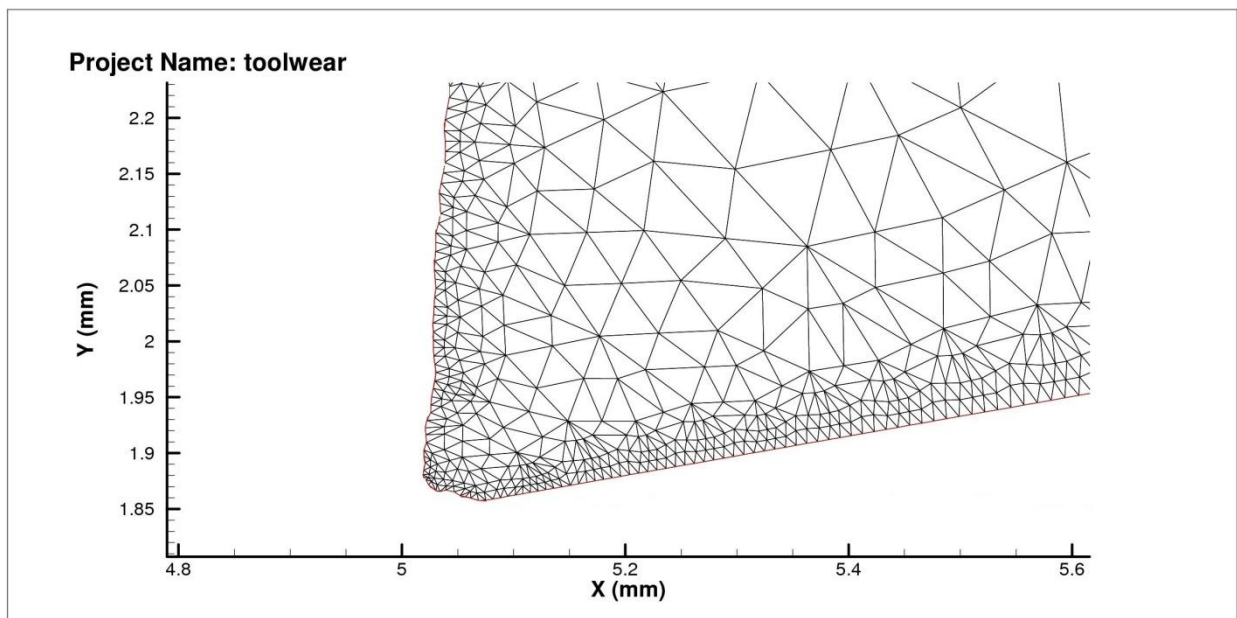


Рис.5. Отримана геометрія ріжучого клина.

Висновки. З використанням методу скінченних елементів (МСЕ) в програмі AdvantEdge, змодельовано, процес зношування ріжучого інструмента рис.5. Описано вплив механізмів зношення на характер виникнення зношування. А також описано, яким чином різні типи зношування інструменту, розвиватимуться у часі.

1. E. Usui, T. Shirakashi, T. Kitagawa, *Analytical Prediction of Cutting Tool Wear*, *Wear*. Vol. 100, no. 1-3, pp. 129-151. Dec. 1984.
2. J. Wassdahl-*Modeling of Wear Mechanisms in Mechanical Cutting*. : 2000, ISSN:1402-1617.
3. Yung-Chang Yen, Söhner Jörg, "Estimation of tool wear in orthogonal cutting using the finite element analysis," *Journal of Materials Processing Technology*, 2004, 146, pp. 82-91.
4. T. Childs, K. Maekawa, T. Obikawa, Y. Yamane. *Metal Machining – Theory and Applications*. Arnold: 2000, ISBN: 0-340-69159-X.