

УДК 621.941-229.3:531.133

Охріменко О.А., докт. техн. наук, доцент,

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»,
alexhobs77@gmail.com

Клочко О.А., докт. техн. наук, професор,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
ukrstanko21@gmail.com

Шуплєцов Д.К., асистент,

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»,
d.shuplietsov@gmail.com

Скрипник Т.М., директор відділу НААС,
ДП АБПЛАНАЛП Україна, info@abplanalp.ua

ЗАСТОСУВАННЯ EDM ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЗУБОРІЗНИХ ДОВБАЧІВ

Зуборізні довбачі на даний час є одним із поширених інструментів для обробки зубчастих коліс, особливо при виготовленні вінців внутрішнього зачеплення. Однією з найбільш відповідальної формоутворюючою операцією при виготовленні такого інструменту є виготовлення бічної задньої евольвентної поверхні довбача, від точності виготовлення якої в значній мірі залежить точність самого інструменту. Відповідно до [1] класична технологія виготовлення таких елементів довбачів є наступна чорнове зубофрезерування бічної поверхні довбача, термічна операція, чистове зубошліфування. Ці операції їх точність є одним із визначальних для майбутньої якості та працездатності довбача, що буде виготовлятися. До їх недоліків слід віднести необхідність використання спеціальних пристосувань до зубофрезерного верстату і зубошліфувального, що забезпечують обробку довбача з установою з нахилом його осі до стола верстата, або наявність спеціальних зубошліфувальних верстатів, що значно впливає на вартість виготовлення такого інструменту.

Перспективним напрямком, щодо покращення технології виготовлення зуборізних довбачів є застосування EDM технологій виготовлення (електроерозійна обробка), що дозволяє обробляти матеріали вже в загартованому стані і таким чином можна виключити деякі операції чорної лезвійної обробки та отримувати за одну операцію необхідну точність і шорсткість поверхні, до недоліків таких технологій слід віднести нижчу продуктивність у порівнянні з класичними способами обробки. На даний час зуборізні довбачі виготовляються невеликими партіями тому перехід на EDM технологій при їх виготовленні може бути перспективним.

Основною ідеєю, що закладена в перехід на використання EDM технологій при виготовленні такого інструменту є те, що задня бічна поверхня зуборізного довбача це лінійчаста евольвентна гвинтова поверхня [2], яка утворена прямою лінією в якості якої може виступати проволочний електрод EDM верстату, що також дасть змогу теоретично-точно обробити задню бічну поверхню довбача, на відміну від класичних методів де за рахунок зміщення осі при обробці закладається певна похибка, яка компенсується збільшення розміру черв'ячного круга при шліфуванні. Для вирішення цієї задачі доцільним є використання 4-х осьових EDM верстатів, що дозволяють змінювати кутове положення електроду відносно осі стола верстату і таким чином імітувати утворення евольвентної гвинтової поверхні, для прикладу можливе використання верстату типу FANUC ROBOCUT α -CiC series [3] (рис.1).

Одним із головних підготовчих розрахунків, що до обробки заданої поверхні є побудова теоретично точної 3d моделі довбача, яка б реалізовувала теоретично-точну задню

поверхню довбача, що необхідно для управляючої програми в САМ системі при розробці керуючої програми ЧПУ.



Рис. 1 – FANUC ROBOCUT α -CiC 400[3], лабораторія «НААС - КПІ»

Використовуючи основні залежності [2, 4] отримали рівняння задньої бічної поверхні зуба довбача:

$$R(u, t) = \begin{pmatrix} -r_b \cos(\zeta + 0.5\pi + \delta_{01}) - u \cos \lambda_0 \sin(t + 0.5\pi + \delta_{01}) \\ r_b \sin(t + 0.5\pi + \delta_{01}) - u \cos \lambda_0 \cos(\zeta + 0.5\pi + \delta_{01}) \\ p_{Pz0}t - u \sin \lambda_0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

де, u , t – незалежні змінні, що описують бічну поверхню зуборізного довбача; r_b – радіус основного кола довбача; p_{Pz0} – гвинтовий параметр поверхні; λ_0 – кут нахилу твірної до основного циліндра; δ_{01} – постійний кут, що відповідає за симетричне положення поверхні відносно западини зуба [2, 4].

Відповідно до запропонованих залежностей для зменшення часу на підготовку 3D моделей було розроблено програмне забезпечення в середовищі Scilab, що автоматично розраховує координати точок повного профілю поверхні і записує його певним чином у файл, який використовується найбільш розповсюдженими системами САД типу SolidWorks, NX Siemens, Catia, та інші, і за командою «побудова поверхні по точкам» автоматично будується поверхня повного профілю западини такого інструменту (рис.2, а). Для перевірки дана модель була завантажена в САМ програму (рис.2, б) де була проведена симуляція обробки, яка показала що можна обробити таку бічну поверхню без підрізів.

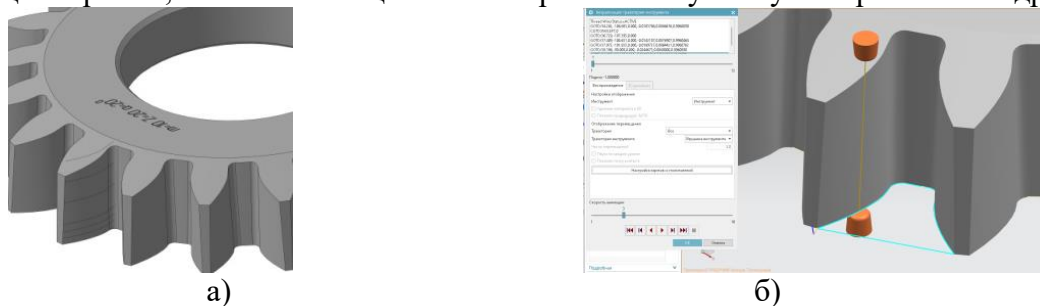


Рис. 2 – Ескіз а) тривимірна геометрично-точна модель довбача б) вікно САМ з розробленою програмою для EMD верстата.

Таким чином запропонована технологія виготовлення має перспективу і в подальшому плануються промислові випробування такого способу виготовлення довбачів.

Список посилань

1. Равська Н.С. Технологія інструментального виробництва/Н.С. Равська, П.П. Мельничук, А.Г. Касьянов, Р.П. Родін// Житомир: ЖІТІ, 2001. – 555с.
2. Родин П. Р. Основы проектирования режущих инструментов/ П. Р. Родин. – К.: Выща школа, 1990. – 424 с.
3. ROBO MACHINE New Product: FANUC ROBOCUT α -CiC series [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.fanuc.co.jp/en/product/new_product/2021/202107_robocutalphacic.html.