



УДК 514.18 + 681.3.06

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КУЛАЧКІВ ЗУБОЗАТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ У CAD – СИСТЕМІ UNIGRAPHICS

Мацулевич О.Є., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: (0619) 42-68-44

Анотація – в роботі пропонується методика геометричного моделювання робочих поверхонь кулачків зубозаточувальних верстатів для автоматизації процесу проектування функціональних поверхонь двокулачкового механізму заточування інструментальних полотен лісопильної техніки на прикладі верстату ЗК-327 «Тайга» та комп'ютерна реалізація запропонованої методики у CAD – системі Unigraphics.

Ключові слова – дискретно-представлена крива (ДПК), супроводжуюча ламана лінія (СЛЛ), кулачковий механізм, прямолінійна ділянка, механізм «кулачок-штовхач», кулачок, штовхач, полярні координати профілю кулачка, аналоги швидкості та прискорення, полоса диф-проекцій, супроводжуюча ламана лінія, конструкторський додаток NX середовища Unigraphics.

Постановка проблеми. Існуючі зубозаточувальні верстати мають механічні копіювальні пристрої з багаторазово повторюваною дією виконавчого елемента. Такого роду пристрої застосовуються для розв'язання багатьох практичних задач, де потрібна проста, періодичність рухів, наприклад, при заточенні інструментальних полотен лісопильної техніки. Задачі забезпечення сталої періодичності руху робочого органу верстату з успіхом вирішуються за допомогою кулачкових механізмів, які відповідають вимогам надійності, простоти та легкості обслуговування.

Однак, при повторному заточуванні вже виготовленого полотна, виникають проблеми досягнення необхідної точності збігу профілю зуба вихідного полотна (від виготовлювача) із профілем, отриманим після заточення. Це пов'язано з похибками при розрахунку координат точок профілю кулачка-копіра, який відповідає за траєкторію переміщення зубозаточувальної головки і від яких, напряму, залежить точність профілю заточеного полотна. Усунення зазначеного недоліку



можливо завдяки застосуванню полярної системи координат при моделюванні робочих поверхонь кулачків.

Аналіз останніх досліджень. У попередніх дослідженнях [1,2] розглядалась методика геометричного профілювання кулачків газорозподільних механізмів двигунів внутрішнього згоряння в полярній системі координат. В якості вихідних даних було обрано табличний закон руху штовхача. Отриманий, за пропонуваною методикою, профіль кулачка цілком задовольняв вимогам, які висуваються до роботи газорозподільних механізмів ДВЗ.

Однак, для моделювання кулачкових механізмів заточувальних пристроїв із застосуванням вже існуючої та пропонуваної [1,2] методик, виникає ряд недоліків.

Всі ці недоліки пов'язані з тим, що дискретні координати профілів кулачків задані мінімальною їх кількістю при достатньо великій швидкості обертання розподільчих валів двигунів. Описаний профіль такого кулачка спіралеподібною замкненою ламаною лінією за методикою, пропонуваною у роботах [1,2], має багатогранну поверхню з прямолінійними ділянками великої довжини. І, якщо, для швидкохідних кулачкових механізмів цей фактор не має великого впливу на якісну роботу механізму, то, для кулачкових механізмів заточувальних верстатів, які мають низьку обертальну швидкість дуже важлива відсутність прямолінійних ланок профілю кулачка великої довжини для забезпечення їх надійної та якісної роботи

Формулювання цілей статті. В даній статті пропонується методика геометричного проектування профілю робочої поверхні кулачка зубозаточувального верстату ЗК-327 «Тайга» із корекцією прямолінійних ділянок дискретно проєдставленої кривої точок профілю кулачка у полярній системі координат та програмна реалізація процесу автоматизованого комп'ютерного моделювання профілю кулачка у САD – системі Unigraphics.

Основна частина. На рисунку 1 зображення верстату ЗК-327 «Тайга» для виготовлення, заточування та переточування стрічкових пил для пилорамних комплексів, а на рисунку 2 – схема двокулачкового заточувального пристрою верстату ЗК-327 «Тайга»



Рис.1. Зовнішній вигляд двокулачкового заточувального верстату 3К-327 «Тайга»

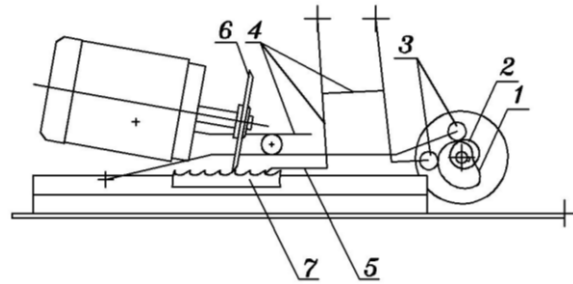
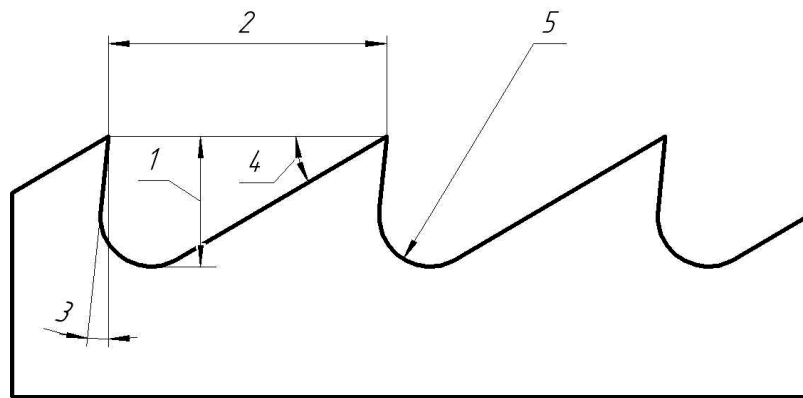


Рис. 2 Схема двокулачкового заточувального пристрою верстату 3К-327 «Тайга»

Згідно запропонованої методики проектування процес проектування профілю кулачка розбивається на декілька етапів.

На першому етапі визначаються полярні координати точок профілю кулачка, який забезпечує заданий закон переміщення зубозаточувальної головки верстату. Вихідними даними для подальших розрахунків є профіль зуба стрічкової пили. Геометричну схему профілю зуба представлено на рис.3.



1 – висота зуба; 2 – крок зуба; 3 – передній кут зуба;
4 – задній кут зуба; 5 – радіус основи зуба

Рис.3. Геометрична схема ппрофілю зуба стрічкової пили

На основі геометричної схеми профілю зуба визначається таблично заданий закон руху штовхача кулачкового механізму зубозаточувального верстату.

Взявши за основу отриманий табличний закон руху штовхача та використовуючи відому методику [2], визначаються полярні координати точок профілю кулачка.

Як було зазначено вище, для кулачкових механізмів заточувальних верстатів, які мають низьку обертальну швидкість дуже важлива відсутність прямолінійних ланок профілю кулачка великої довжини для забезпечення їх надійної та якісної роботи, а, при використанні розрахункової схеми отримання полярних координат точок профілю кулачка [2] виникнення прямолінійних ланок дискретно представленої криваї (ДПК) профілю неменуче. Тому виникає необхідність корекції прямолінійних ділянок спіралеподібної ДПК профілю кулачка.

Для виконання такої корекції пропонується алгоритм згущення прямолінійних ділянок спіралеподібних ДПК на основі кутів суміжності ланок супровідної ламаної лінії (СЛЛ). Розглянемо геометричну схему прямолінійної ділянки СЛЛ, наведену на рис.4.

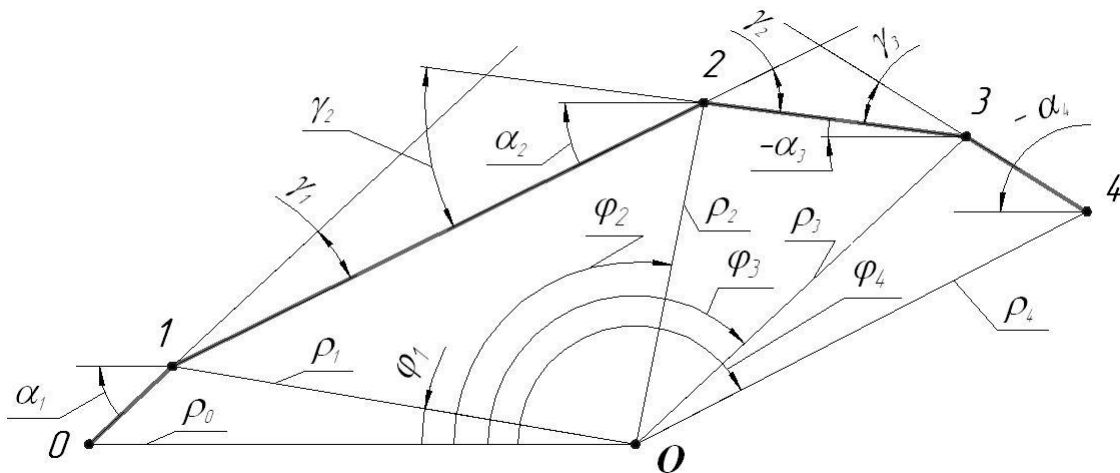


Рис. 4 Геометрична схема прямолінійної ділянки СЛЛ

де ρ_i радіус-вектори точок на довільній сітці кутів φ_i , $i=\overline{0,n}$;

α_i - кути нахилу ланок супроводжуючої ламаної лінії (СЛЛ) до горизонтальної осі;

γ - кути суміжності ланок СЛЛ

В якості критерію опуклості моделюючої ДПК виступають суміжні кути γ_i нахилу ланок супровідної ламаної лінії (СЛЛ).

Алгоритм згущення прямолінійних ділянок полягає в наступному:

1. Визначаємо значення кутів суміжності ланок супровідної ламаної лінії (в нашому випадку – кутів γ_1 та γ_2 (див. рис.4));

2. Знаходимо значення прирощення Δ кутів суміжності за формулою

$$\Delta = \frac{|\gamma_2 - \gamma_1|}{m}, \quad (1)$$

де m – кількість ланок СЛЛ після згущення;

3. Розраховуємо значення радіус – векторів згущеної ланки.

Для розрахунку значень радіус – векторів згущеної прямолінійної ділянки СЛЛ в загальному випадку розглянемо схему, наведену на рис. 5.

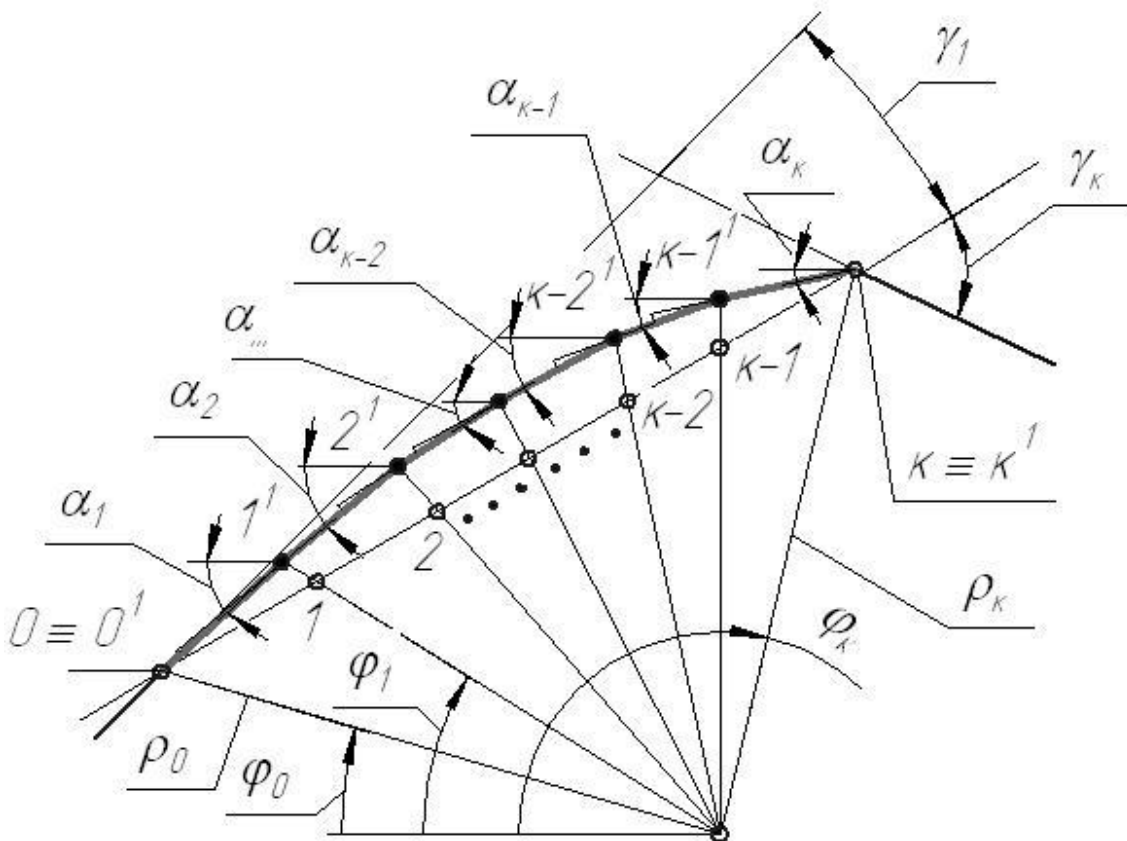


Рис 5. Згущення прямолінійної ділянки $(0;k)$ СЛЛ

В загальному вигляді отримання значень полярних радіусів на ділянці $(0;k)$ має вигляд:



$$\rho_k = \rho_0 \cdot \frac{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-1)\Delta + \varphi_{k-1})}{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-1)\Delta + \varphi_k)} \cdot \frac{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-2)\Delta + \varphi_{k-2})}{\sin(\bar{\alpha} + (m-k-2)\Delta + \varphi_{k-1})} \times \dots \times \frac{\sin(\bar{\alpha} + m\Delta + \varphi_0)}{\sin(\bar{\alpha} + m\Delta + \varphi_1)}; \quad (2)$$

де k - кількість точок, обраних на прямолінійній ділянці, $\bar{\alpha}$ - кут нахилу прямолінійної ділянки до полярної осі.

На другому етапі моделювання профілю кулачка, після розрахунку остаточних координат точок профілю, здійснюється побудова тривимірної моделі спроектованого кулачка в середовищі Unigraphis.

Процес моделювання здійснюється у діалоговому режимі між комп'ютером і користувачем.

Інтерфейс програми, на основі якого буде проводитися діалог оператора-користувача та програмного забезпечення, представлений головною формою програми, на якій розміщено функціональні області для введення та представлення отриманих даних, набір кнопок для виклику обробника події натискання кнопки згідно закладеного алгоритму, повного меню інструментальної панелі з дублюванням кнопок присутніх в головній області в традиціях «класичної інструментальної панелі».

Зображення головного вікна програми (рис. 6) умовно розбито на дві табличні частини: першу – для введення початкових даних; другу – для представлення отриманих результатів розрахунку. Зміст функціональних складових розподілений в області головного вікна таким чином, щоб досягнути наступних якісних характеристик розробленого інтерфейсу:

- оптимальної інтуїтивності інтерфейсу;
- максимальної відповідності до умов розв'язання реалізованого програмним забезпеченням завдання;
- зручності організації ведення розрахунків та представлення вихідної та отриманої інформації;
- відповідного презентаційного вигляду, при дотриманні умов раціонального розміщення функціональних елементів програми, відповідних кольорових характеристик;

- високої інформативності інтерфейсу, завдяки відсутності нагромадження великої кількості інформації в головному вікні, її виведення підлеглими формами за потребою користувача.

Комп’ютерне моделювання профілю кулачка проводяться на основі закладених в програмний продукт кінематичних залежностей, що виникають в механізмі «кулачок-штовхач» під впливом загальних залежностей всього кулачкового механізму приводу руху зубозаточувальної головки верстату.

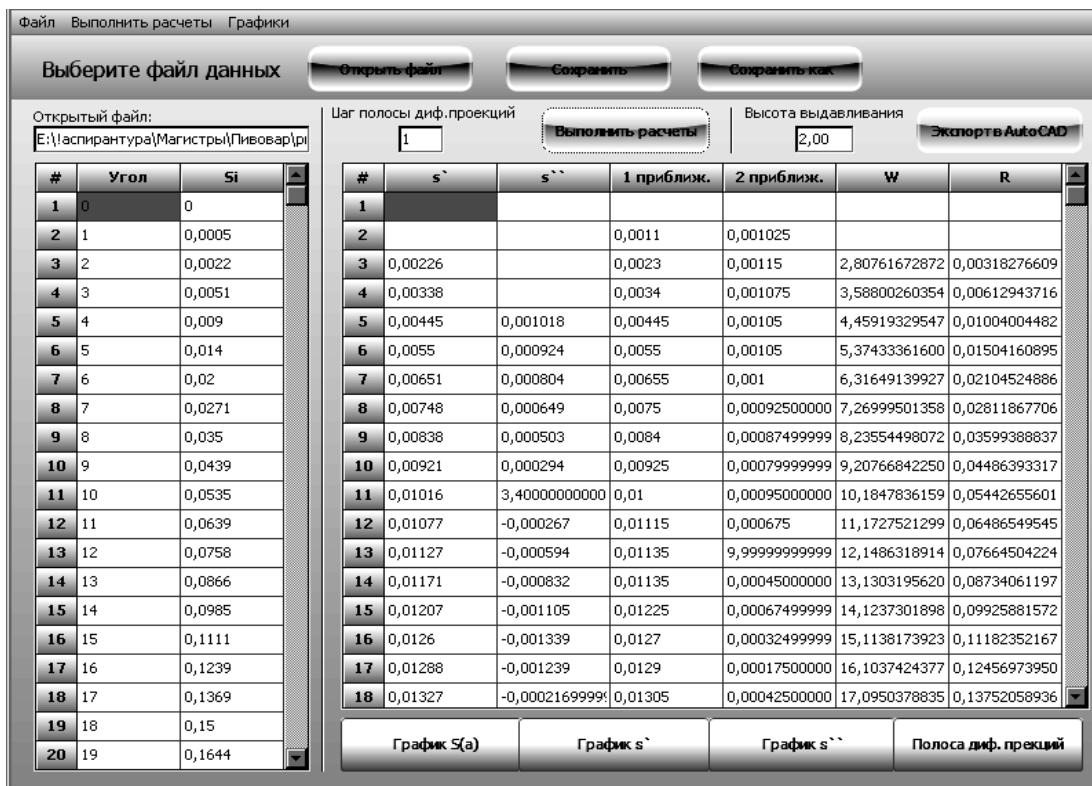


Рис. 6 - Результат обробки вхідних даних

Для наочного контролю процесу моделювання користувач має змогу побудувати графіки отриманих залежностей, щоб мати змогу виявити осцилюючі ділянки і своєчасно внести зміни.

Заключним етапом роботи програми є отримання полярних координат та побудова профілю кулачка механізму приводу руху зубозаточувальної головки верстату, на основі конструкторського додатку NX у середовищі Unigraphics. Вікно автоматично-побудованої 3D моделі кулачка зображене на рисунку 7.

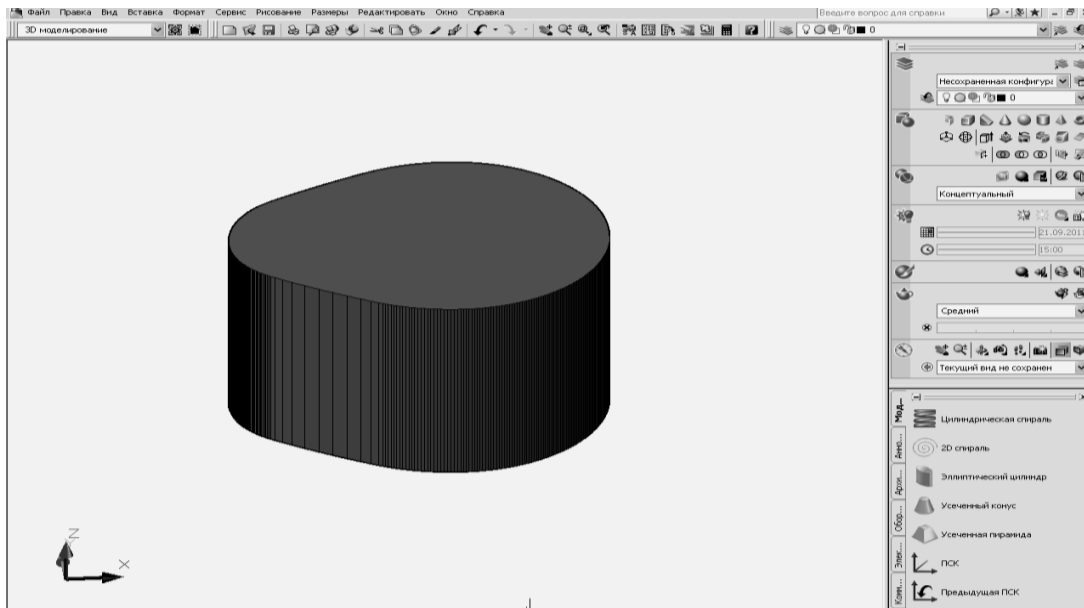


Рис. 7 – Генерована 3D-модель кулачка

Розроблена на основі застосування конструкторського додатку NX середовища Unigraphics 3D-модель кулачка береться за основу при розробці керуючої програму для станка з ЧПУ в програмному забезпеченні середовища Unigraphics, а саме – модуля підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ NX CAM.

Висновки.

Пропонована в роботі методика геометричного моделювання профілів кулачків механізмів заточувальних пристроїв та згущення прямолінійних ділянок супроводжуючої ламаної лінії профілю кулачка задовольняє вимогам, що висуваються до роботи кулачкових механізмів з низькою швидкістю обертання.

Розроблене програмне забезпечення для моделювання функціональних поверхонь кулачкових механізмів заточувальних верстатів, які мають низьку обертальну швидкість дозволяє зменшити витрати часу на дослідження задачі профілювання. Всі розрахунки проводяться в автоматичному режимі. Участь проектувальника в процесі розрахунків вдалося звести до необхідного мінімуму.

Література

1. *Корчемный Л.В.* Механизм газораспределения автомобильного двигателя. Кинематика и динамика /Л.В. Корчемный – М.: Машиностроение, 1981 – 205с.
2. *Мацулевич О.Є.* Апроксимация дискретно представленных кривых у полярной системе координат за критерієм наименьших



- граничних відхилень. Автореф. дис...канд.техн.наук: спец. 05.01.01 «Прикладна геометрія, інженерна графіка» /О.Є. Мацулевич, Мелітополь, ТДАТА, 2003, 22 с.
3. *Найдиш А.В.* Моделювання спіралеподібних ДПК у полярній системі координат на основі кутів нахилу ланок СЛЛ / *А.В.Найдиш, О.Є.Мацулевич*, Прикл. геом. та інж. графіка: Праці ТДАТА, - вип.4. Т.16 – Мелітополь, 2002, С. 31-35.
 4. *Федотова Д.Э.* CASE - технологии: Практикум / *Д.Э.Федотова, Ю.Д. Семенов, К.Н. Чижик* - М.: Горячая линия - Телеком 2005.-160 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КУЛАЧКОВ ЗУБОЗАТОЧНЫХ СТАНКОВ В САД – СИСТЕМЕ UNIGRAPHICS

А.Е. Мацулевич

Аннотация – в работе предлагается методика геометрического моделирования рабочих поверхностей кулачков зубозаточных станков для автоматизации процесса проектирования функциональных поверхностей двухкулачкового механизма заточки инструментальных полотен лесопильной техники на примере станка ЗК-327 «Тайга» и компьютерная реализация предлагаемой методики в САД – системе Unigraphics.

GEOMETRICAL MODELLING OF CAMS GEAR-GRINDINGS OF MACHINE TOOLS IN CAD - SYSTEM UNIGRAPHICS

A. Matsulevich

Summary

In work the technique of the geometrical modelling of working surfaces of cams gear-grindings machine tools for automation of process of designing of functional surfaces two-am-shaped the mechanism of sharpening of tool cloths лесопильной technics by the example of the machine tool ЗК-327 «Taiga» and computer realization of an offered technique in CAD - system Unigraphics.