

## ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС У СИСТЕМІ SIEMENS NX

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Зубчасте колесо – основна деталь зубчастої передачі у вигляді диска з зубами на циліндричній або конічній поверхні, що входять в зачеплення із зубами іншого зубчастого елемента. На рис. 1, відповідно до [1], представлені основні параметри евольвентного зубчастого колеса.

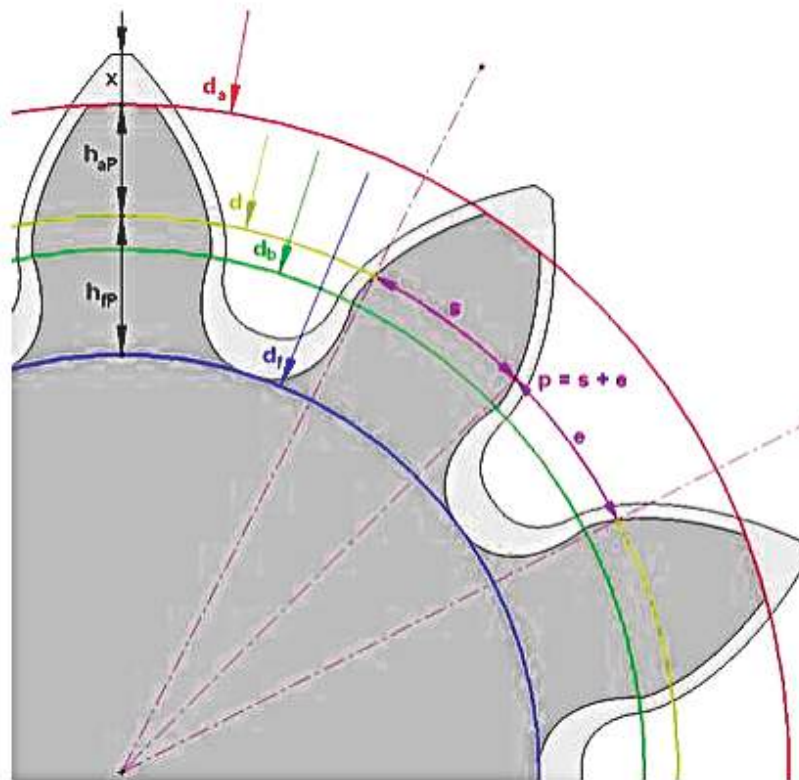


Рис. 1. Параметри евольвентного зубчастого колеса

Параметри евольвентного зубчастого колеса:

- $m$  – модуль колеса – лінійна величина в  $\pi$  разів менша за окружний крок  $p$  або відношення кроку по будь-якому концентричному колу зубчастого колеса до  $\pi$ . Темне та світле колеса на рисунку 1 мають однаковий модуль;
- $z$  – кількість зубів колеса;
- $P$  – крок зубів (позначений бузковим кольором);
- $d$  – діаметр ділительного кола (позначено жовтим кольором);
- $d_a$  – діаметр кола вершин темного колеса (позначено червоним кольором);
- $d_b$  – діаметр основного кола – еволюти (позначено зеленим кольором);
- $d_f$  – діаметр кола западин темного колеса (позначено синім кольором);
- $h_{ap} + h_{fp}$  – висота зуба темного колеса;
- $x + h_{ap} + h_{fp}$  – висота зуба світлого колеса.

Побудова евольвенти можлива деякими способами: існують таблиці, за якими відбувається її побудова, або можна побудувати евольвенту приблизно по точках. Для розуміння цього способу потрібно розглянути математичний опис евольвенти кола. Для параметрично заданої кривої рівняння евольвенти:

$$\begin{aligned}x &= (d\_main/2)(\cos(t)+t\sin(t)), \\y &= (d\_main/2)(\sin(t)-t\cos(t)),\end{aligned}$$

де  $t$  – кут,  $d\_main$  – діаметр основного кола (evolюти).

Зубчасте колесо, що моделюється, має  $z$  зубів із модулем  $m$ . Для побудови зубчастого колеса потрібні діаметр ділильного кола  $d$ , діаметр кола западин  $d_f$ , а також діаметр кола вершин  $d_a$ . Далі наведено формули, які використовуються для розрахунку діаметрів цих основних кіл:

$$\begin{aligned}d &= m*z; \\d_a &= d+2*m; \\d_f &= d-2.5*m; \\d\_main &= d*\cos(20).\end{aligned}$$

Порядок побудови зубчастого колеса у системі Siemens NX наступний:

1. Створення основних керуючих змінних та залежностей для побудови параметричного зубчастого колеса.
2. Створення основних діаметрів зубчастого колеса, що обмежують зубчастий вінець.
3. Побудова профілю зуба відповідно до наведеної вище параметричної форми евольвенти.
4. Побудова всіх  $z$  зубів зубчастого колеса.

Створення основних діаметрів відбувається за допомогою команди Sketch in Task Environment. Побудова евольвенти проводиться командою Law Curve. Для побудови профілю зуба знову потрібно використати команду Sketch in Task Environment. Вже існують лінії, що обмежують западини та вершини зуба, є також його бічна поверхня. Товщина зуба обчислюється за формулою  $s = m*\pi()/2$ . Далі потрібно побудувати лінію симетрії зуба та зробити віддзеркалення евольвенти.

Недостатні частини профілю зуба, а саме плавні переходи між евольвентами та колом западин, можна зробити дугами кола. Неплавний перехід в цих місцях створює концентратори напружень на переламах. Як показано на рис. 2, вони можуть утворитись, коли дуга заходить на матеріал, і також коли дуга повністю лежить поза матеріалом. Концентратори напружень в зоні контактних поверхонь істотно погіршують якість передач під навантаженням. Щоб їх не допускати, дуга заокруглення має бути дотична до обох поверхонь ніжки та западини зуба. Величина радіусу цього заокруглення може бути описана наступною залежністю:

$$r = 0.38*m+0.5*m^{0.8}/z^{0.5}.$$

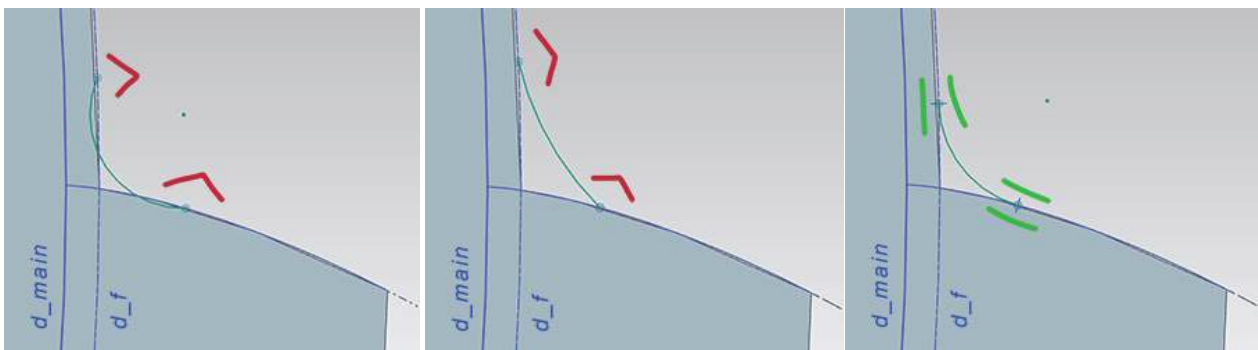


Рис. 2. Заокруглення між ніжкою і западиною зуба

З використанням представлених залежностей побудовано параметричне зубчасте колесо, яке представлено на рис. 3.



Рис. 3. 3D модель зубчастого колеса

**Висновок:** запропоновано підхід параметричного 3D моделювання зубчастих коліс та алгоритм послідовної їх побудови у системі Siemens NX.

#### Список використаних джерел

1. Електронний ресурс. Режим доступу:  
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BE](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BE).  
Дата звертання: 21.06.2024.