

Симулиране на процеса зъбофрезование на цилиндрични зъбни колела с прави зъби

Проф. д-р инж. Стефан К. Къртунов, гл. ас. инж. Петър Тотев Рачев
ТУ – Габрово, кат. „МУ”

***Анотация:** Обработването на цилиндрични зъбни колела с прави зъби става по метода на копиране или обхождане. По голямо приложение намира втория метод поради редица предимства. Един от начините не негова реализация е обработването с червячна модулна фреза. В доклада се разглежда алгоритъм и програмно осигуряване, който позволява автоматизирано пресмятане на геометричните размери на зъбното колело и визуализиране на процеса на зъбофрезование по метода на обхождане с червячна модулна фреза.*

***Ключови думи:** зъбно колело, червячна фреза, симулиране*

Въведение

Предаването на непрекъснато въртене от един вал към друг със зададено предавателно отношение често се осъществява с помощта на зъбни механизми. Те са намерили много голямо приложение както в машиностроенето така и в уредостроенето благодарение на голямата надеждност и точност на възпроизвеждане на зададения закон на движение. Те се състоят от зъбни колела закрепени на валове, които са установени на опори в корпусите на машините или уредите.

Обработването на цилиндрични зъбни колела с прави зъби става по метода на копиране или обхождане. По голямо приложение намира втория метод поради редица предимства. Един от начините на негова реализация е обработването с червячна модулна фреза [2,4].

Изложение

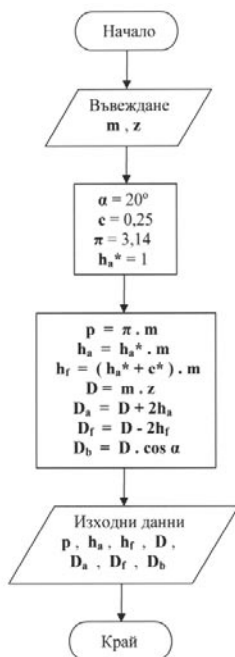
В доклада се разглежда алгоритъм и програмно осигуряване, който позволява автоматизирано пресмятане на геометричните размери на зъбното колело и визуализиране на процеса на зъбофрезование по метода на обхождане с червячна модулна фреза. Модулът за визуализиране на процеса на зъбофрезование включва пресмятането на основните геометрични размери на проектираното зъбно колело; визуализирането на траекторията на инструмента; създаване на двумерен модел на профила на зъбното колело.

С цел методично подпомагане на програмата за визуализиране на процеса на зъбофрезование на зъбни колела с прави зъби, се работи съвместно с продукта **AutoCAD**, като се използва неговата графична среда. Програмата е съвместима със всички достъпни версии на операционната система **Windows** и програмата **AutoCAD**.

Основният принцип, който е използван при визуализирането, е възможността на **AutoCAD** да изпълнява команди, записани в **scr**-файлове [3].

В началото на алгоритъма е необходимо да бъдат въведени двата основни параметъра на зъбното колело – модул (**m**) и брой зъби (**z**); да се избере профил на изходния производящ контур на зъбонарезния инструмент (зъбната рейка), от наличните в програмата. Следва пресмятането на геометричните размери на зъбното колело и на рейката и създаване на **scr**-файла, който е необходим на **AutoCAD** за визуализацията.

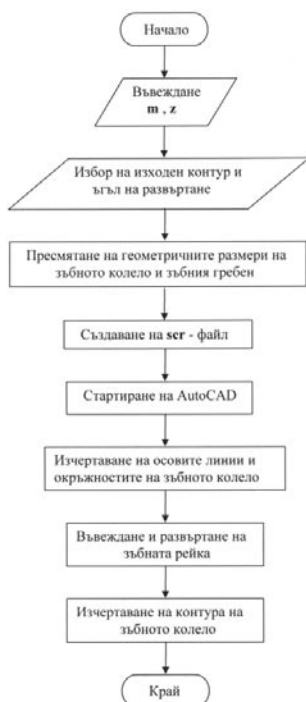
На фиг. 1. е показана блок-схемата на модула за пресмятане на геометричните размери на зъбното колело [1,4,5].



Фиг. 1. Алгоритъм за пресмятане на геометричните размери на цилиндрични зъбни колела с прави зъби

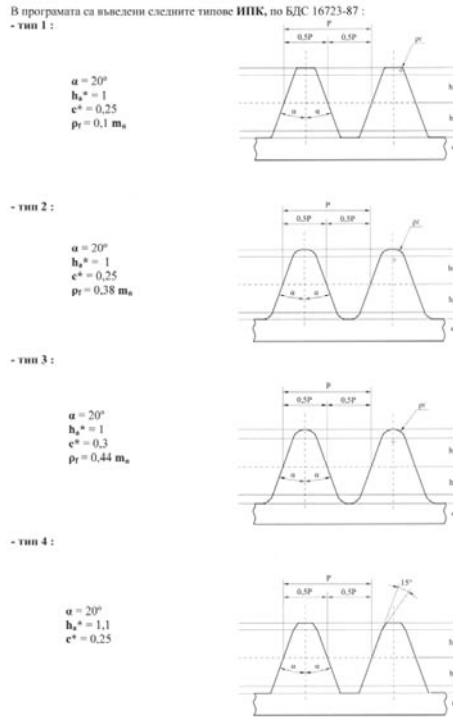
Следваща стъпка е стартиране на **AutoCAD**, където последователно се изчертават осовите линии на зъбното колело; окръжностите D , D_a , D_f , D_b ; въвежда се рейката в блок и се развърта около делителната окръжност на зъбното колело.

Последна стъпка е да се изчертае профила на зъбното колело, който се получава след развъртането на инструмента, с което процеса на визуализация приключва. На фигура 2. е показан алгоритъма за визуализиране на траекторията на режещия инструмент зъбна рейка при обработване на цилиндрични зъбни колела с прави зъби



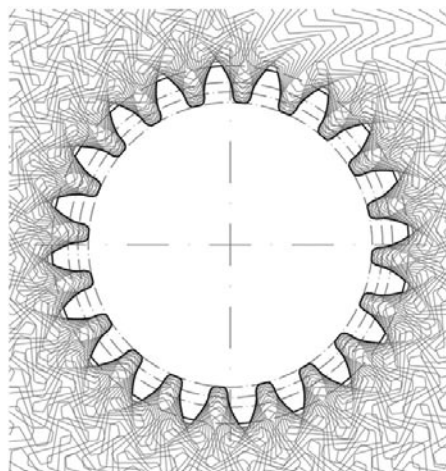
Фиг. 2. Алгоритъм за визуализиране на зъбофрезование на цилиндрични зъбни колела с прави зъби

При визуализиране на траекторията на инструмента (зъбната рейка), в програмата е заложена опция за избор на изходния производящ контур (ИПК). Това е направено с цел да се онагледят разликите в профила на зъбните козела, нарязвани с различен изходен производящ контур. Тъй като основните геометрични параметри на ИПК не се променят, то тази разлика се изразява в промяна на формата на преходната крива в основата на зъба на зъбните козела. Тази промяна оказва влияние върху кинематиката на зъбната предавка и върху нейната товароносимост [1,4, 5]. На фиг. 3 са показани типовете ИПК, използвани при обработване на дадено зъбно колело



Фиг. 3. Типове ИПК използвани при визуализацията

Визуализирането на процеса става в графичната среда на програмата AutoCAD и дава възможност да се проследи траекторията на инструмента при обработка на зъбното колело. На фиг. 4 е показан пример за визуализация на процеса зъбофрезване по метода на обхождане на зъбно колело с $m = 1 \text{ mm}$ и $z = 20$ зъба. При визуализирането е използван инструмент с **ИПК тип 1** и е зададена стъпка на развъртане 5° . За по-добра прегледност профилът на зъбното колело е показан с удебелената черна линия.

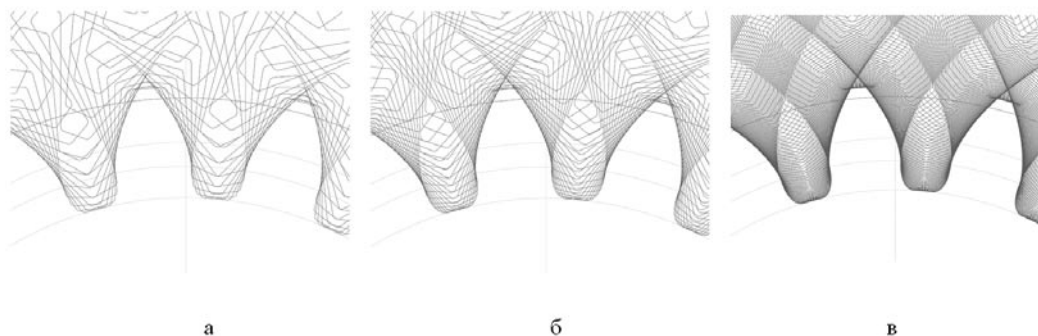


Фиг. 4. Пример за визуализация на процеса зъбофрезване, по метода на обхождане, на зъбно колело с модул 1 mm и 20 зъба

Точността на визуализацията, зависи от два основни фактора:

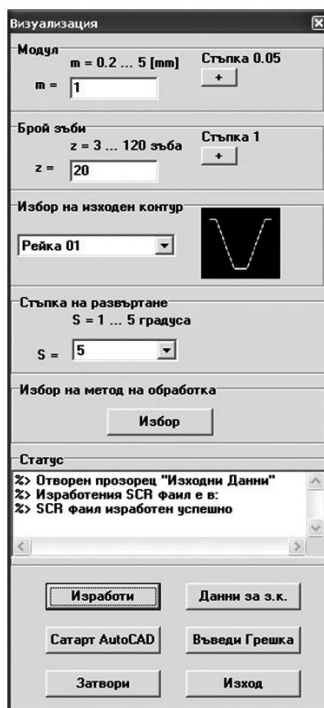
- -точността на изчертаване с която **AutoCAD** е настроен да работи. От тук се определя точността на позициониране на обработващия инструмент спрямо заготовката.
- -стъпката на развъртане на инструмента. От нея зависи точността (детайлността) на профила на зъба.

В програмата са пердвидени пет стъпки на развъртане – през 5°, през 4°, през 3°, през 2° и през 1°, като развъртане през 1° осигурява най – високата точност, която може да се осъществи от програмата. На фиг.5. е показана нагледно разликата в точността на профила при различна стъпка на развъртане:



Фиг. 5. Детайлност на профила на зъба при различна стъпка на развъртане

На фиг. 6. е показан диалоговият прозорец, който се появява при стартиране на модула за визуализация. От него се въвеждат изходните данни (модул и брой зъби на колелото); избира се типа на ИПК, и стъпката на неговото развъртане. При натискане на бутон **Изработи** се извършва автоматично пресмятане на геометричните размери на конкретното зъбно колело и на зъбната рейка. При натискане на бутона **Start Auto CAD** се визуализира процеса на обработване.



Фиг.6 Визуализация

Заклучение

Модулът за визуализиране на процеса на зъбофрезване позволява да се симулира процеса на зъбофрезване по метода на обхождане за конкретно зъбно колело. Като изходни данни се явяват модула и броя на зъбите

на зъбното колело. Автоматично се пресмятат всички геометрични размери и при желание се визуализира процеса като се изчертава зъбното колело. Има възможност за избор на различни типове ИПК. Може да се види вида на получавания профил при обработване с тях. Разработеният алгоритъм и програмно осигуряване намират приложение при обучението на студентите от специалност ” Прецизна техника и уредостроене” в ТУ – Габрово.

Литература

1. Арнаудов К., Димитров И. , Машинни елементи, София, Техника, 1980.
2. Георгиев Х., Вълчев И. , Пашов И. , Наръчник на фрезиста, София, Техника, 1982
3. Зирбел Дж. , Комбс С. , AutoCAD Release 13 for Windows, София, Софтпрес, 1995
4. Илиев И.К., Основи на проектирането на уреди, Габрово, Издателство ВМЕИ, 1988.
5. Калашников А. С., Технология изготовление зубчатых колес, Москва, Машиностроение, 2004.