

PRECISE MODELING OF THE INVOLUTE GEAR FOR EXTERNAL GEAR TEETH IN AUTOCAD ENVIRONMENT¹

Krasimir Kamenov, PhD

Department of Transport,
“Angel Kanchev” Univesity of Ruse
Phone: 082-888 564
E-mail: kkamenov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper reviews looks at tooth gearing with external teeth based on the crawling method. The aim is to obtain such an involutory profile that is as close as possible to a profile of a gear-gearing gear. The 3D gear models thus obtained will be used in simulating toothed joints in different gear types and determining strength and dynamic load through various strength calculation systems.*

***Keywords:** 3D model, Gear, AutoCAD, .NET API.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Цел на настоящата публикация е синтезът на достатъчно точен еволвентен профил на цилиндрично зъбно колело, който да се реализира в среда на AutoCAD. Необходимостта от разработката се дължи на това, че системите за симулация изискват предварително да бъде синтезиран профилът на зъбното зацепване, след което да се направи 3D моделът на зъбните колела и едва след това да се подложи на съответните симулации на натоварване. Синтезирането на еволвентен профил може да се осъществи аналитично и геометрично. По-близо до практическата изработка на зъбни колела е геометричния метод, при който синтезирането на профила става по метода на отъркалването. Произвеждащата повърхнина е оформена като зъбен гребен (метод на Маар) с праволинеен профил на зъбите.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Приложен програмен интерфейс (.NET API) на AutoCAD

AutoCAD е система за проектиране, превърнала се в стандарт при редица отрасли като машиностроене, уредостроене, архитектура и др. Едно от предимствата и важна причина за широкото и разпространение е форматът на файловете (DXF и DWG), които всички останали производители на CAD/CAM софтуер използват за пренос на данни от една система в друга. Тази универсалност дава възможност следващите обработки да бъдат реализирани посредством различаващи се по своята специфика софтуерни продукти. Приложният програмен интерфейс (API) на AutoCAD .NET ви позволява да манипулирате програмно приложението и чертожните файлове чрез голям набор от библиотеки. Създадените обекти могат да бъдат достъпни от много различни програмни езици и среди. Всеки обект е част от приложението или чертежа. Обектите са групирани по различни признаци в различни именни пространства. Основните обекти, които се използват при работа с чертежи са:

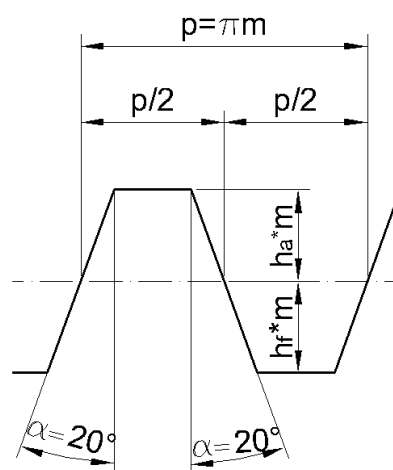
- графични обекти – линии, полилинии, дъги, окръжности, размери и др.;
- структури – блокове, групи, слоеве;
- стилове – на текст и на оразмеряване;
- чертежът и приложението.

¹ Докладът е представен на пленарната сесия на 27 октомври 2017 с оригинално заглавие на български език: ПРЕЦИЗНО МОДЕЛИРАНЕ НА ЕВОЛВЕНТЕН ПРОФИЛ ЗА ЗЪБНО КОЛЕЛО С ВЪНШНИ ЗЪБИ В СРЕДА НА AUTOCAD

За целите на настоящата работа се използват обекти от по- сложен тип: блокове и региони. Регион (Region) в средата на AutoCAD се нарича затворен контур, съставен от различни видове линии, като за тази цел могат да се използват отсечки, дъги, полилинии, окръжности и др. Регионите, въпреки че са двумерни обекти, имат едно особено свойство- могат да бъдат разглеждани и като тримерни с нулева дебелина. Това дава възможност върху тях да се прилагат логическите операции обединение, изваждане и сечение.

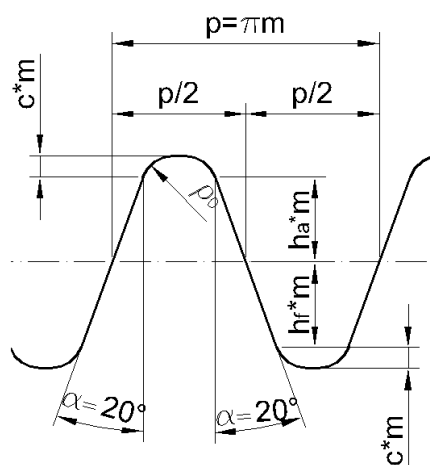
Исходен контур

Методът на отъркаването е основният метод за нарязване на цилиндрични зъбни колела. За да се осигури пълна повторяемост на произведените чрез него зъбни колела и тяхната взаимозаменяемост е въведено понятието *изходен контур*, който служи за определяне профила на зъбните колела и на зъбонарязващите инструменти. Представлява праволинеен зъбен гребен с трапецовидна форма на зъбите (Фиг.1).



Фиг. 1. Исходен контур на зъбния гребен

За получаване на зъбния гребен като режещ инструмент е необходимо да се направят някои модификации на изходния контур. Височината на основата на зъба се увеличава с c^*m за да се предотврати допиране на върха на зъбите на нарязваното колело до основата на междузъбието на зъбния гребен. Височината на главата на зъба се увеличава със същото разстояние c^*m , което ще осигури радиалната хлабина при задружна работа на две зъбни колела. Тези промени водят до значителна промяна в профила на изходния контур на инструменталния зъбен гребен, който придобива вида, показан на фиг.2.



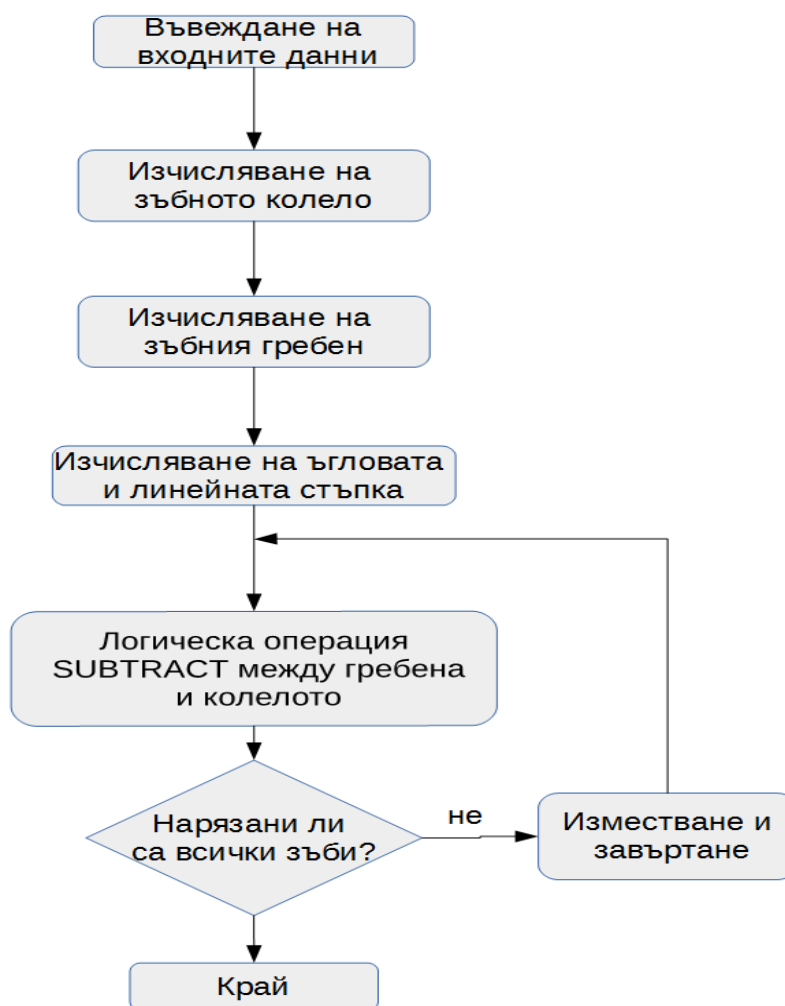
Фиг. 2. Исходен контур на инструменталния зъбен гребен

NET. приложение в средата на AutoCAD

Обобщеният алгоритъм на разработеното приложение за AutoCAD е даден на фиг. 3. Входните данни, необходими за геометричното построяване на профила на зъбно колело с еволвентни зъби са модулът m , броят зъби z , коефициентът на изместване x , коефициентът на височина на зъба h_a^* и коефициентът на радиална хлабина c^* . Въвеждането на данните става посредством диалогов прозорец. След това се стартира процеса на изчисление, който първоначално определя параметрите на зъбното колело като външен диаметър, делителен диаметър и др. В резултат се получава един регион, представляващ кръг с диаметър външния диаметър на зъбното колело.

По подобен начин се извършва и пресмятането на зъбния гребен. Тъй като построеният геометрично зъбен гребен не е предназначен за практическо производство, става възможно да се увеличи броят на зъбите му толкова, че да не се налага неколкостранно възвратно движение за попадане на зъбите върху нарязвания профил на зъбното колело. Зъбният гребен също се превръща в регион за да може да бъде подложен на логически операции по-нататък.

На следващият етап от алгоритъма се изчислява необходимите ъглова стъпка на въртене на зъбното колело и линейната стъпка на преместване на зъбния гребен в зависимост от желаната точност на построения профил. По- малките стойности на стъпките водят до по- продължителни изчисления.

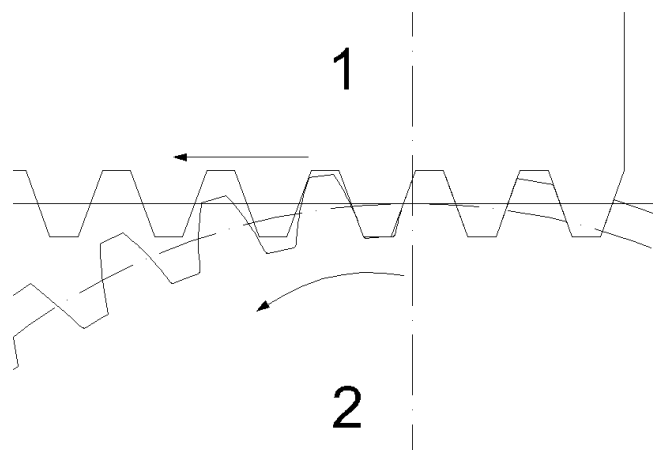


Фиг. 3. Алгоритъм на геометричното построяване на профил на зъбно колело с еволвентни зъби

На следващия етап от алгоритъма регионът на зъбния гребен се налага върху региона на зъбното колело като се съобразява с коефициента на изместване. Върху така препокрилите се два региона се осъществява логическа операция изваждане (Subtract). В резултат се получава начало на зъбонарязване на зъбното колело. Поради нематериалният характер на обектите, участващи в процеса, можем да си позволим да „врежем“ максимално зъбния гребен.

Регионът на зъбното колело се завърта на една ъглова стъпка. Следва ново налагане на региона на зъбния гребен върху така получения профил на зъбното колело, но на една линейна стъпка разстояние по посока на въртене на колелото. Отново се извършва логическа операция изваждане на двата региона. Този процес се повтаря в цикъл докато не се обходи цялото колело.

На фиг. 3 е показан междинен етап от процеса. Зъбното колело 2 се върти в посока обратна на часовниковата стрелка, а зъбният гребен 1 се измества синхронизирано наляво. Много добре се вижда както наличието на неокончателно нарязани зъби, така и на такива с напълно готов профил. Примерът е за зъбно колело с коефициент на изместване $x = 0$, а модулът $m = 2$. Фигурата е в увеличен мащаб за по-добра яснота.



Фиг. 4. Междинен етап от изпълнението на алгоритъма

Краен резултат от изпълнението на предложения алгоритъм е геометрично построен профил на зъбите на цилиндрично зъбно колело, изработен по метода на отъркаване. Геометричният модел на алгоритъма е сходен с практическото нарязване на зъбно колело с помощта на зъбен гребен.

ИЗВОДИ

Използването на приложния програмен интерфейс (.NET API) на AutoCAD за решаване на практически, учебни и научни задачи дава много големи възможности на програмисти, учени и инженери от практиката. Настоящата работа показва решение на задачата за построяване на точен профил на зъбен венец в средата на AutoCAD. Това от своя страна може да бъде използвано за създаване на 3D модел на зъбно зацепване, което да се подложи на якостно и динамично изследване в други програмни системи, базирани на метода на крайните елементи.

REFERENCES

AUTODESK Knowledge Network, 2017.

Managed .NET Developer's Guide (.NET), 2017.

Nenov, P., Andreev D. I dr. Kursovo proektirane po mashinni elementi, Sofia, Tehnika, 2007.

(*Оригинално заглавие: Ненов, П., Андреев Д. и др. Курсово проектиране по машинни елементи. София: Техника, 2007.*)