

РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ “Ангел Кънчев”
UNIVERSITY OF RUSE “Angel Kanchev”

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том 51, серия 2

Механика и машиностроителни технологии

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

Том 51, серия 2

Механика и машиностроительные технологии

PROCEEDINGS

Volume 51, book 2

**Mechanics, Mechanical
and Manufacturing Engineering**

**Русе
Ruse
2012**

Профилиране на центроидни ножове за нарязване на винтове чрез използване на CAD системи

Велико Иванов, Александър Иванов

***Profiling of Centroidal Wheel Cutters for Thread Turning, Using CAD System:** This article introduces a graphic method for determining the profile of the centroidal turning tool for thread and worm production. A CAD method has been used for determining the tool profile.*

Key words: Worm, Thread, Helical Surface, Centroid Turning, Centroidal Wheel Cutter, CAD Profiling.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съществува голямо разнообразие от методи за формообразуване на различни видове външни резби, червяци и винтове чрез стружкоотнемане. В зависимост от размерите на винтовите повърхнини се използват няколко метода реализирани посредством различни инструменти – стругарски ножове, дискови фрези с ос на ротация успоредна или кръстосана с оста на резбата, палцеви фрези, гребеновидни фрези и специални челно – цилиндрични фрези.

Най-разпространеният метод - многопроходното струговане - се реализира най-често на стругове с ЦПУ при оптимални режими на рязане. Въпреки че се осъществява при автоматичен цикъл на работа, производителността е ниска.

Фрезоването на червяци с многозъбови дискови фрези се прилага основно за предварително обработване на червяци с големи стъпки и дължини над 100 mm.

За нарязване на червяци с големи стъпки се използват и палцеви фрези [2]. Методът е с ниска производителност, а и при презаточването на инструментите се променят параметрите на червяка.

Фрезоването на цилиндрични резби с гребеновидни фрези е един от бързо развиващите се методи за формообразуването на външни и вътрешни резби. Доскоро използван за формиране на вътрешни резби с номинални диаметри над 20mm [4, 7], с развитието на високоскоростните цифрови машини [6, 8], вече е възможно да се фрезоват и резби с номинални диаметри $D < 1$ mm [1, 5].

Фрезоване на червяци с висока производителност може да се реализира и на фрезови машини със специални многозъбови челни фрези [3, 9].

Един от най-ефективни методи за формообразуване на винтови повърхнини, в това число и резби със сложен профил, е струговането с използване на центроидни ножове. Центроидните ножове се използват при нарязване на резби, червяци и винтове в едросерийното и масовото производство, със стъпки P до 24mm и максимален външен диаметър d_{max} до 100mm.

Сред основните предимства на този метод са:

- Висока производителност – от 2 до 3 пъти по висока от многопроходното нарязване с нож;
- Висока точност на обработения профил – от 9 до 7 степен на точност;
- Повторяемост на обработвания профил;
- Изрязването на прибавката може да се осъществи на един проход – отнемат се тънки стружки.

Недостатъци:

- Висока цена на инструмента;
- Сложно и трудоемко проектиране и профилиране;
- Нужда от специализирани металорежещи машини.

В специализираната литература не е открита информация за профилирането на инструменталната екипировка с помощта на съвременни CAD системи. С

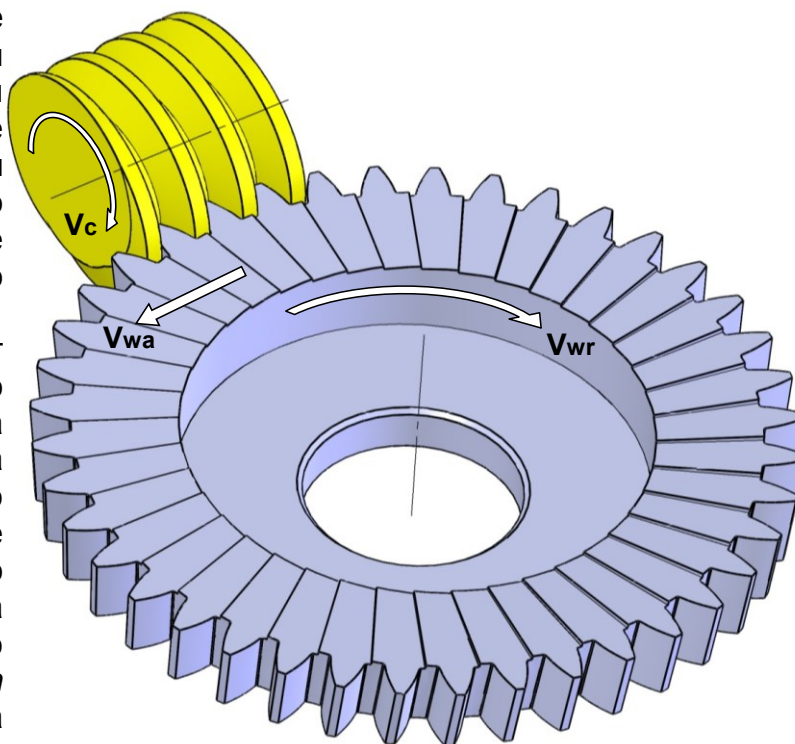
настоящата работа се предлага метод за профилиране на центроиден инструмент за обработване на резби, червяци и винтови повърхнини чрез използване на CAD системата *SolidWorks*.

СХЕМА НА ОБРАБОТВАНЕ НА ВИНТОВИ ПОВЪРХНИНИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЦЕНТРОИДНИ НОЖОВЕ

Методът за струговане на винтови повърхнини, чрез използване на центроидни ножове, се реализира на специални стругови машини или на универсални стругови машини чрез използване на специално проектирано за целта приспособление, по кинематичната схема представена на фиг.1.

Главното движение V_c се изпълнява от обработвания винт. Подавателните движения V_{wa} и V_{wr} са съгласувани и се изпълняват от центроидния инструмент. Резултантното подавателно движение е съгласувано с главното движение на заготовката.

Съществува възможност стойността на надлъжното подавателно движение на инструмента V_{wa} да е равна на 0. В този частен случай, ако винтовата повърхнина е едноходова при всяко завъртане на заготовката инструментът се завърта около оста си на един зъб. При n ходова винтова повърхнина инструментът се завърта на централен ъгъл съответстващ на n режещи зъба.



Фиг.1. Кинематична схема на нарязване на винтове с центроиден нож

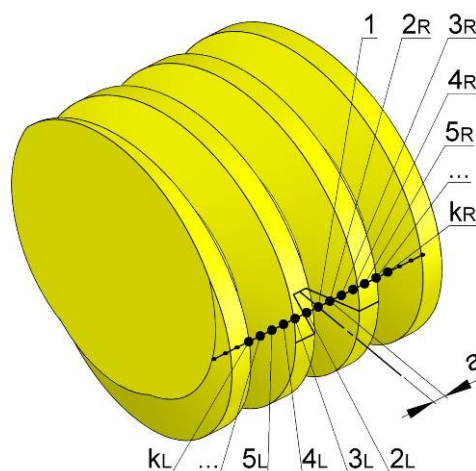
При обработване на винтова повърхнина

При тази схема на работа се формообразуват глобоидни червячни повърхнини.

ПРОФИЛИРАНЕ НА ЦЕНТРОИДНИ НОЖОВЕ ЗА НАРЯЗВАНЕ НА РЕЗБИ

3.1. Изгражда се тримерен модел с реални размери (фиг.2) на обработвания червяк с тази разлика, че профилът е с по-голяма дълбочина, съответстваща на височината на зъбите на инструмента.

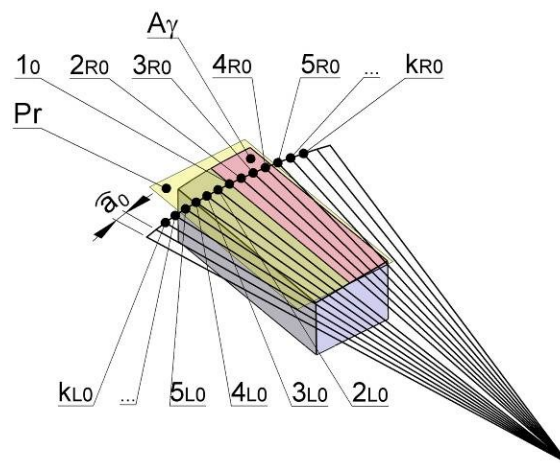
3.2. В осовата равнина на детайла се създава скица, в която се построява линия съвпадаща с центроидната линия (фиг.2). По дължината на линията, на равно разстояние a една от друга се поставят точки 1, 2, 3... k . Централната точка 1 съвпада с оста пресичаща средата на канала на обработваната винтова повърхнина.



Фиг.2. Инструмент от втори род и линия съвпадаща с центроидната линия

3.3. Спрямо инструмента от втори род се ориентира призматично тяло изпълняващо ролята на един от режещите зъби на инструмента (фиг.3). Предната повърхнина A_γ е перпендикулярна на винтова линия по средния диаметър на резбата. В установъчната равнина P_r на инструмента, която съвпада с осовата равнина на детайла, през точка 1_0 се построява скица, в която се начертава дъга от окръжност съвпадаща с центроидната линия на инструмента.

Върху дъгата се поставят точки $1_{R0}, 1_{L0}, 2_{R0}, 2_{L0}, 3_{R0}, 3_{L0}, \dots, k_{R0}$ и k_{L0} , разделящи я на равни части (с дължина на дъгата $\hat{a}_0$) равни на разстоянията между точките а представени на фиг.2.

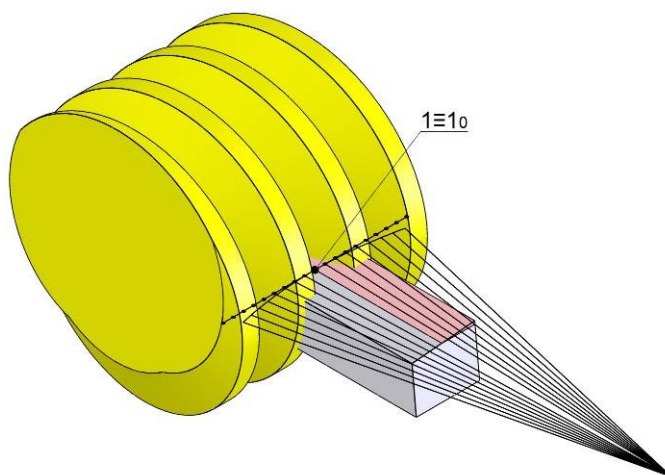


Фиг.3. Непрофилиран режещ зъб

3.4. Сдружаването на двете тела (фиг.4) се реализира при:

- съвпадане на осовата равнина от т.3.2 и установъчната равнина P_r през базовата точка 1_0 на инструмента;
- съвпадане на точка 1 с точка 1_0 ;
- съвпадане на оста пресичаща средата на канала с линията свързваща т.1₀ с центъра на центроидната окръжност.

Тази ориентация напълно дефинира положението на непрофилирания зъб спрямо винтовата повърхнина.



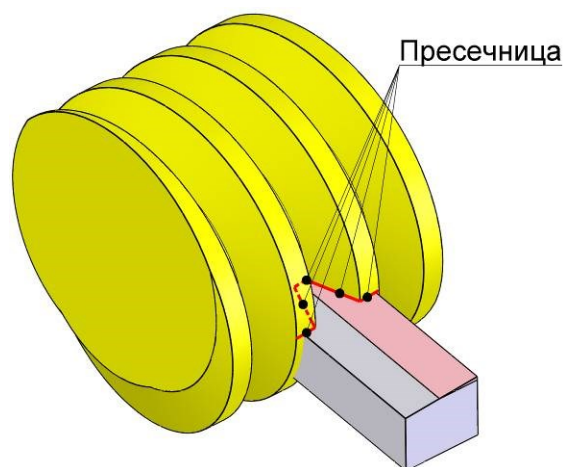
Фиг.4. Сдружаване на инструмента от втори род с профилирания зъб

3.5. В предната повърхнина на инструмента се създава скица, в която се построява пресечницата на установъчната равнина с винтовата повърхнина на червяка (фиг.5).

3.6. Описаната последователност от действия в точка 3.4 и точка 3.5 се повтаря за всяка една от двойките възлови точки: т.2_R-т.2_{R0}; т.3_R-т.3_{R0}; ...; т.к_R-т.к_{R0}, а резултатите са представени на фиг.6. При тази последователност се имитира отъркаване на двете центроидни криви без приплъзване, като неподвижна остава обработваната винтова повърхнина, а всички необходими движения се изпълняват от инструмента.

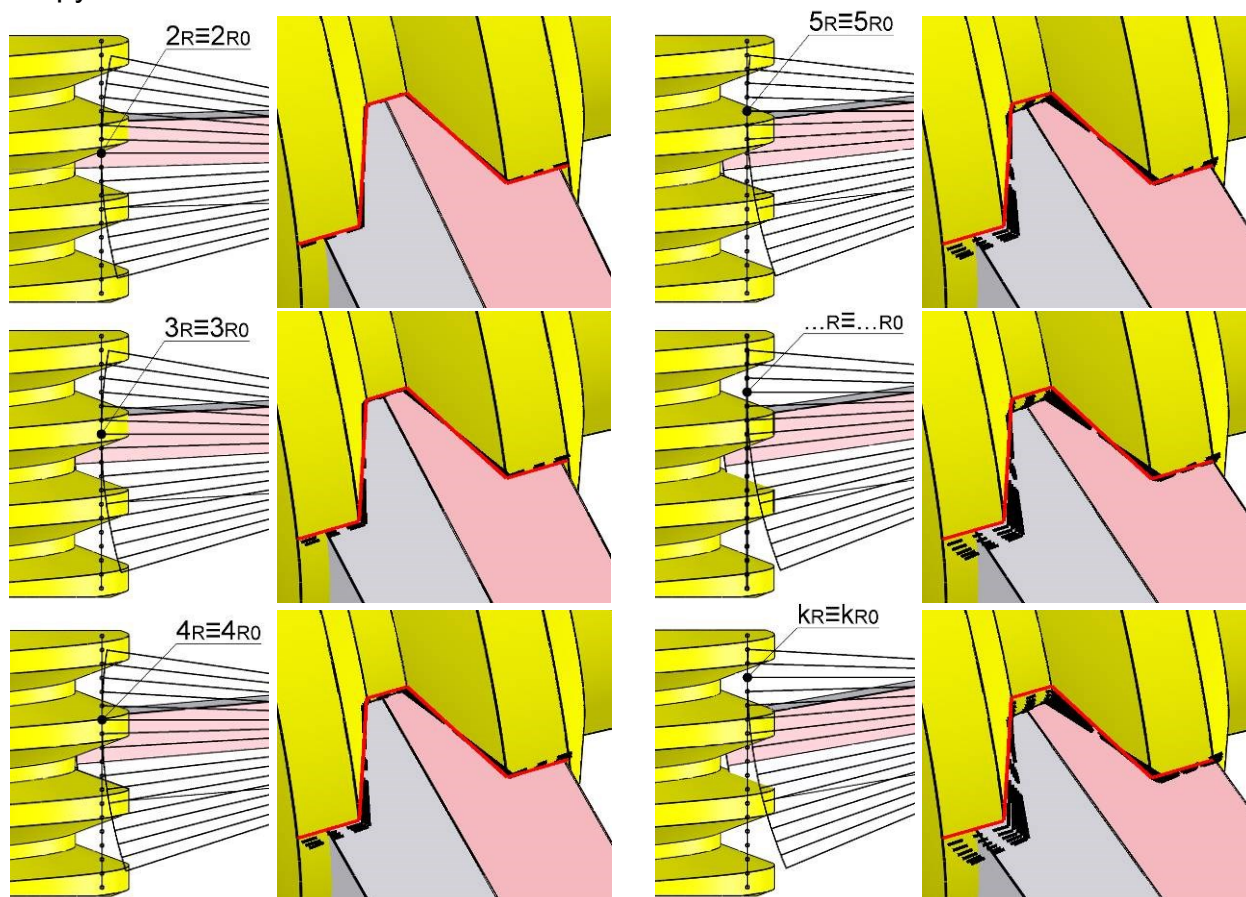
Взаимното разположение на пресечниците при сдружаването на отделните двойки точки се записва в отделни скици, което улеснява по-нататъшното им използване.

Както ясно се вижда от фиг.6, пресечницата получава при сдружаването на всяка една от двойките точки е изместена спрямо останалите пресечници. По този



Фиг.5. Построяване на пресечницата между предната повърхнина A_γ и винтовата повърхнина на червяка

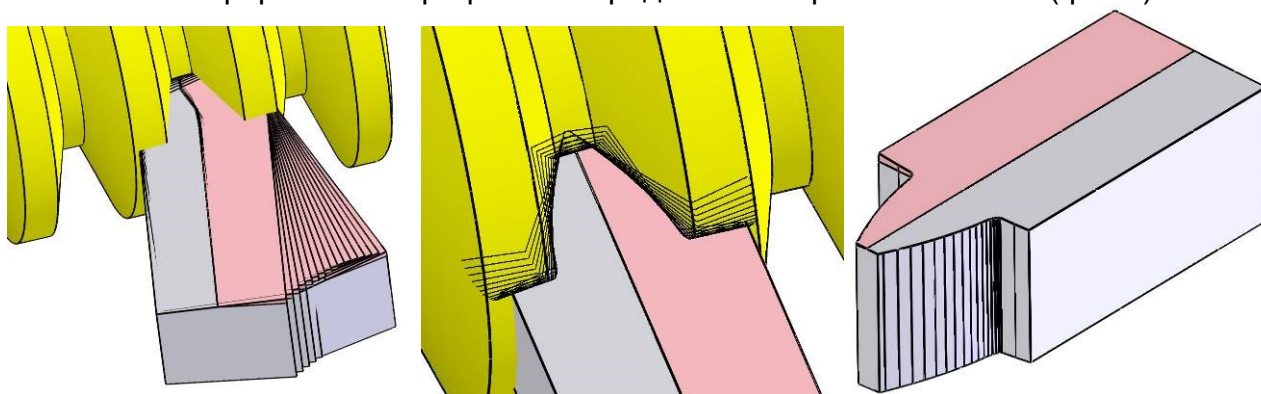
начин се описва половината от профила по предната повърхнина на режещия зъб на инструмента.



Фиг.6. Семейство пресечници при сдружаване на двойките възлови точки: $T.2-T.2R_0$; $T.3-T.3R_0$; ...; $T.k-T.kR_0$

3.7. Идентично на действия описани в точка 3.6 се извършва сдружаване на всяка една от двойките възлови точки: $T.2L-T.2L_0$; $T.3L-T.3L_0$; ...; $T.kL-T.kL_0$. При тази последователност отново се имитира отъркаване на двете центроидни криви без приплъзване, но в посока обратна на представената на фиг.6.

3.8. Крайният резултат от отъркаването без приплъзване на инструмента около неподвижната винтова повърхнина, описан в т. 3.6 и т.3.7, е представен на фиг.7. Семейство пресечници се използва за премахване на излишния материал и окончателно оформяне на профила на предната повърхнина на зъба (фиг.7).

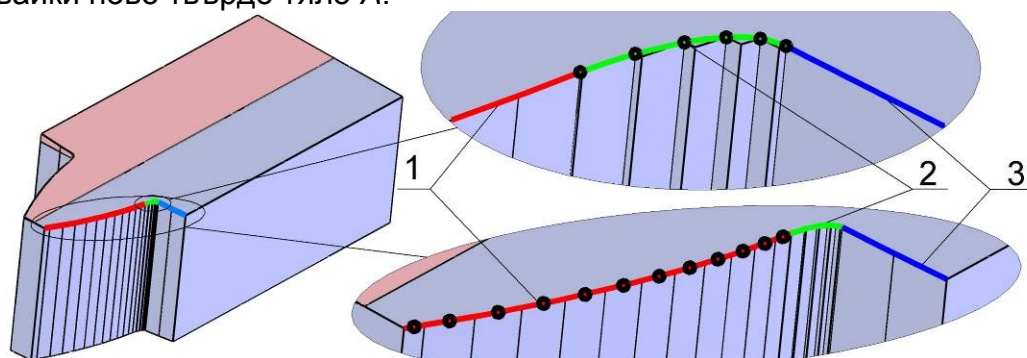


Фиг.7. Профил на режещия зъб по предната повърхнина

Ясно се вижда многостенността на профила, зависеща от стойността на разстоянието $a \approx a_0$ между отделните възлови точки. При намаляване на това разстояние броят на стените нараства, което води до увеличаване точността на

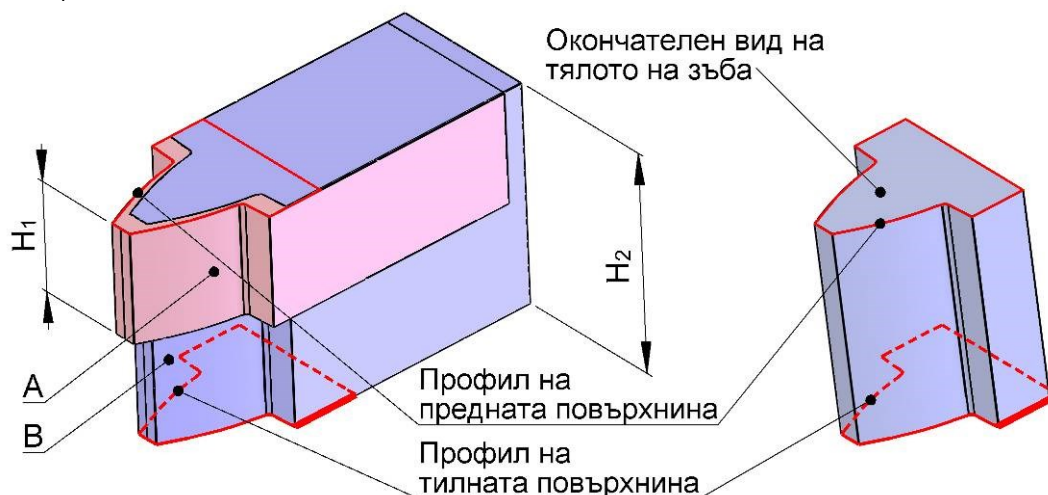
профила на инструмента, за по-нататъшното профилиране, многостенния на профил е заменен от *Spline* линии (фиг.8).

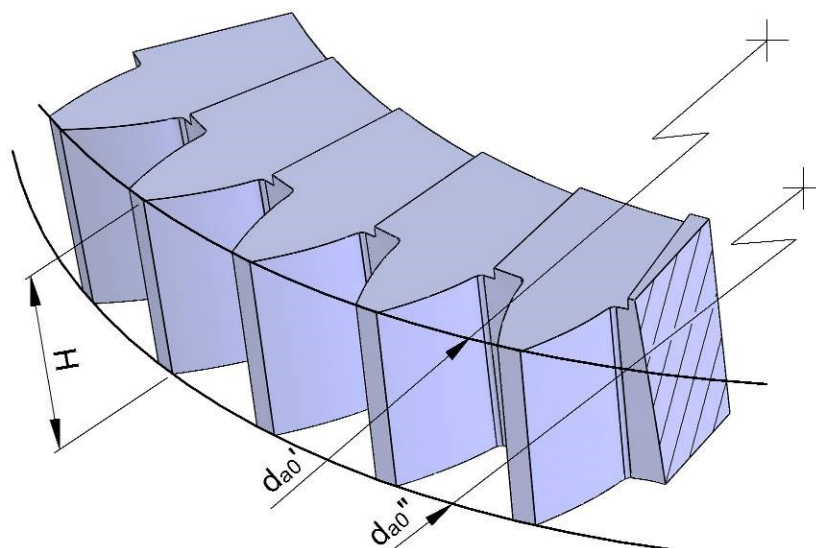
3.9. Върху предната повърхнина се създава скица, в която участък 1 от профила се заменя с една *Spline* линия, преминаваща през средите на отделните линии. Участък 2, формиран като преходна крива, се заменя със *Spline* линия, преминаваща през вътрешните точки от профила. Участък 3 се формира идентично на участък 1 (фиг.8). Скицата се оформя като затворен контур и се изтегля на разстояние H_1 , в направление перпендикулярно на предната повърхнина, създавайки ново твърдо тяло А.



Фиг.8. Замяна на многостенния профил с плавна *Spline* линия

3.10. Оформянето на страничните задни повърхнини и на задната повърхнина при върха на инструмента определя големината на съответните задни ъгли. За целта, използвайки вече създадените файлове и взаимовръзки се създават техни копия, в които се повтарят всички описани до тук действия. Единствената разлика е, че при новото профилиране диаметра на центроидната окръжност е по-малък. Крайният новосъздаден файл съдържа тяло В с профилиран режещ зъб, който е с отрицателна корекция относно зъба А от фиг.8. Тялото В се вмъква във файла с изграденото тяло А, по този начин В се построява профила на сечение успоредно на предната повърхнина и отстоящо от нея на разстояние H_2 представено на фиг.9, като $H_2 > H_1$.





Фиг.9. Определяне профила на тилната повърхнина и окончателен вид на зъба след *Loft*

Чрез функцията *Lofted Boss/Base* се избират контурите на профилите на предната и тилната повърхнина на инструмента и се създава нова твърдо тяло, което представлява окончателния вид на тялото на профилирания зъб.

Задният ъгъл α_{B0} при върха на инструмента се определя по зависимостта:

$$\alpha_{B0} = \arcsin\left(\frac{d_{a0}' - d_{a0}''}{2H}\right),$$

където d_{a0}' и d_{a0}'' са съответно външният диаметър на инструмента и външния диаметър на инструмента по тилната повърхнина (фиг.9).

ИЗВОДИ

Представеният метод дава възможност за профилиране на центроидни ножове за нарязване на винтове. Ножовете са с прави зъби и нулев преден ъгъл. Методът може да бъде използван и за профилиране на инструменти нарязващи различни по профил винтови повърхнини.

Методът, въпреки че е реализиран посредством CAD системата SolidWorks, е универсален и може да се използва за профилиране на инструменти посредством различни CAD системи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дихтярь Ф.С. Профилирование металлорежущего инструмента. М., Машиностроение, 1965.
- [2] Иванов В., Ал. Иванов. Профилиране на палцеви фрези за формообразуване на винтови повърхнини. В: Сборник научни трудове, том 49, серия 2, „Машиностроителни технологии и механика“, Русе, стр. 103-107, 2010.
- [3] Иванов В., Ал. Иванов. Профилиране на челно-цилиндрични фрези за фрезозане на червяци чрез използване на CAD системи. В: Сборник научни трудове, том 46, серия 1, „Машиностроителни науки“, Русе, стр. 189-195, 2007.
- [4] Карцев С.П. Инструмент для изготовления резьб. М., Машиностроение, 1955.
- [5] Мальков О.В. Исследование точности резьбы при резьбофрезеровании сверло-резьбофрезой. М, Электронное научно-техническое издание „Наука и образование“, 2007.
- [6] Станков Н. Технология за обработване на резбови отвори с комбинирани инструменти и особености на програмното осигуряване при използването им. В: Сборник научни трудове, том 48, серия 2, „Машиностроителни технологии и механика“, Русе, стр. 52-57, 2009.

[7] Щегольков Н.Н. Алгоритм итерационного профилирования дисковых инструментов для обработки винтовых канавок / Н. Н. Щегольков. М, СТИН., № 6. 22-27, 2003.

[8] Юликов М.И., Б.И. Горбунов, Х.В. Колесов, Проектирование и производство режущего инструмента. М.,Машиностроение, 1987.

[9] Enake Stefanuta, Vitalie Belousov. Proiectarea Skulelor aschietoare. Editura didaktika si pedagogika Bucuresti, 1983.

За контакти:

проф. д-р Велико Колев Иванов, катедра “Технология на машиностроенето и металоурежещи машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/888 714, e-mail: vivanov@uni-ruse.bg, url: <http://rapidprototype.uni-ruse.bg>.

гл. ас. д-р инж. Александър Кирилов Иванов, катедра “Технология на машиностроенето и металоурежещи машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/888 714, e-mail: akivanov@uni-ruse.bg, url: <http://rapidprototype.uni-ruse.bg>.

Докладът е рецензиран