

ПРОФИЛИРАНЕ НА ЧЕЛНО-ЦИЛИНДРИЧНИ ФРЕЗИ ЗА ФРЕЗОВАНЕ НА ЧЕРВЯЦИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА CAD СИСТЕМИ

Велико Иванов
Александър Иванов

Abstract: *This article introduces a graphic method for determining the profile of the face mill for warm production, as well as determines the parameters of the face mill orientation towards the warm, which insure minimal mill diameter.*

Key words: *warm, face mill, helical surface.*

Резюме: *В статията е представен графичен метод за определяне на инструменталната повърхнина на челно-цилиндрични фрези за фрезование на червяци и са определени параметрите на ориентацията им спряно червяка, осигуряващи минимален диаметър на инструмента.*

Ключови думи: *червяк, челно-цилиндрична фреза, винтова повърхнина.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Предварителното нарязване на червяците е трудоемък процес. В специализираната литература [1,2,3] са приведени няколко метода, всеки от които намира приложение при конкретни технологични условия и има определени предимства и недостатъци.

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. Процесът се реализира на фрезови машини. Използват се специални дискови фрези с острозаточени зъби, оформени така, че всеки зъб е с върхов и с един страничен режещ ръб. Така се осигурява по - голям брой едновременно режещи зъби и по-голяма дебелина на срязвания слой за страничните ръбове, което повишава равномерността на фрезование и понижава специфичната сила на рязане.

За нарязване на червяци с големи размери се използват и палцеви фрези. Методът е с ниска производителност, а и при презаточването им се променят параметрите на червяка.

Скоростта на рязане и на двата метода на фрезование е в диапазона $V=15-30m/min$.

Един производителен метод е вихровото фрезование на червяци, реализиращ се при скорости на рязане в диапазона $V=120-180m/min$ със специални приспособления на универсални стругове [4]. Използват се специални инструменти - многоножови глави, работещи с вътрешно и външно докосване. Вторият вариант се реализира с по-технологични решения, но процесът на рязане не е плавен и обработваната повърхнина се получава с по-висока грапавост. Ефективно вихрово фрезование се извършва и на специализираните машини на фирмата „Валдрих Кобург“ [5].

Фрезование на червяци с висока производителност може да се реализира и на фрезови машини със специални многозъбови челни фрези [6]. В специализираната литература не е открита информация за конструирането на инструменталната екипировка, няма и разработени конструкции на този тип инструменти. С настоящата работа се предлага конструкция на такъв инструмент и метод за профилиране на инструментална повърхнина чрез използване на CAD системата SOLIDWORKS.

1. СХЕМА НА ФРЕЗОВАНЕ НА ЧЕРВЯЦИ С ЧЕЛНИ ФРЕЗИ

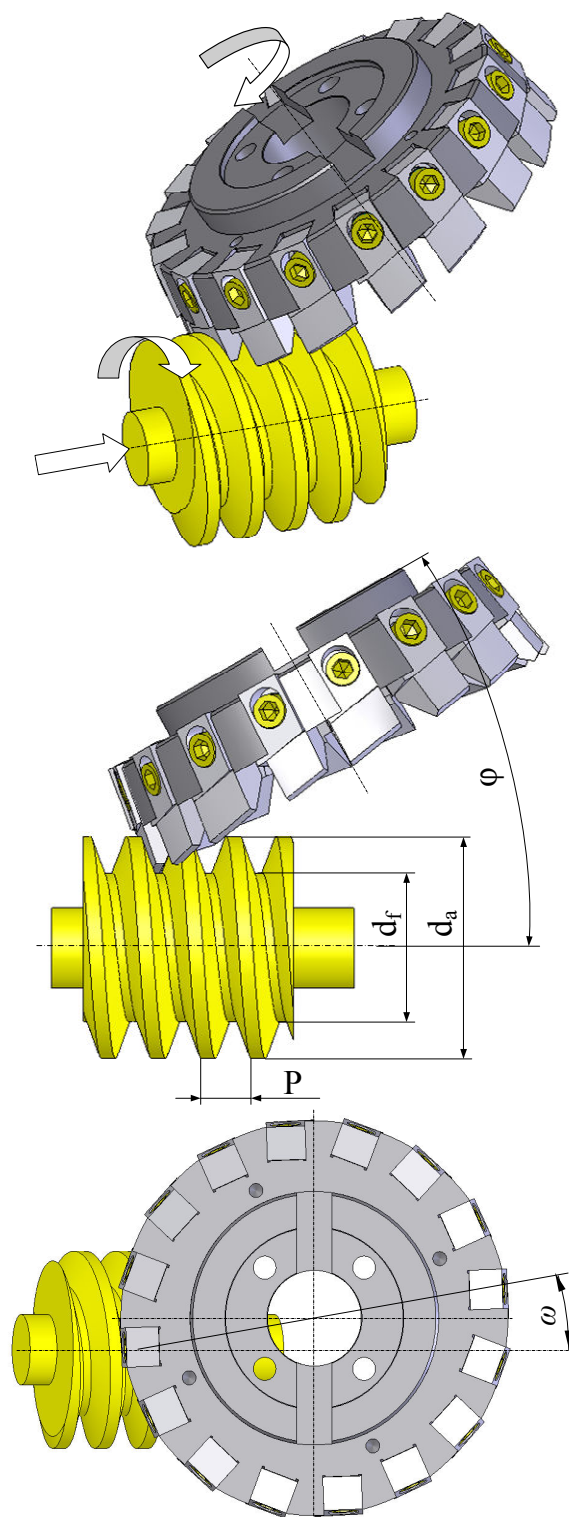
Методът за фрезование на червяци на фрезова машина с челно-цилиндрични фрези се реализира по схемата от фиг. 1.

Инструментът се установява на вертикалното вретено на машината и се ориентира спрямо червяка така, че осите им да се кръстосват в хоризонталната равнина под ъгъл ω , а във вертикалната равнина - под ъгъл φ . Изследванията ни показват, че ъгълът φ трябва да варира в диапазона 30° - 45° . Избора на стойностите на ъгъла в този диапазон предопределят фрезовия инструмент да се оформи с номинални диаметри не по-големи от 300 mm при гарантиране на рационални задни ъгли за всички точки от режещите ръбове. Стойностите на ъгъла ω се определят от условието за избраната стойност на ъгъла φ номиналният диаметър на инструмента да е минимален и да не подрязва формообразуването на червяка (Фиг.2).

За определяне на профила на челно-цилиндрична фреза е необходимо да се решат следните основни задачи:

- Да се определи ъгълът на завъртането в хоризонталната равнина ω ;
- Да се определи минималният диаметър d_{min} на инструменталната повърхнина, при който може да се реализира фрезование на повърхнините на червяка без подрязване;
- Да се определи профила на инструменталната повърхнина и оформяне предните и задните повърхнини на режещите зъби.

Всички поставени задачи, включително и цялостното разработване на конструкцията на разработвания инструмент са решени по-долу графично чрез използването на CAD системата Solid Works.



Фиг. 1. Схема на нарязване на червяк с челно-цилиндрична фреза.

2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА d_{0min} И ЪГЪЛ ω

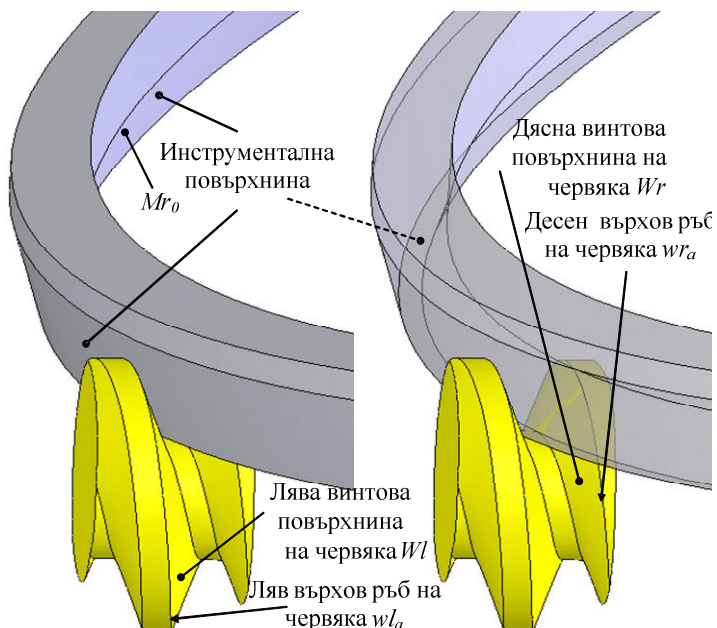
Определянето на минималния диаметър на участъка Mr_0 се извършва чрез определяне диаметра на частта от инструмента, обработваща външния диаметър d_a на червяка и се реализира в следната последователност:

2.1. Изгражда се работен теоретичен 3D модел (фиг.3.б) на нарязвания червяк (фиг.3.а). Височината на навивката на работния модел на червяк е определена от пресичането на лявата и дясната винтови повърхнини;

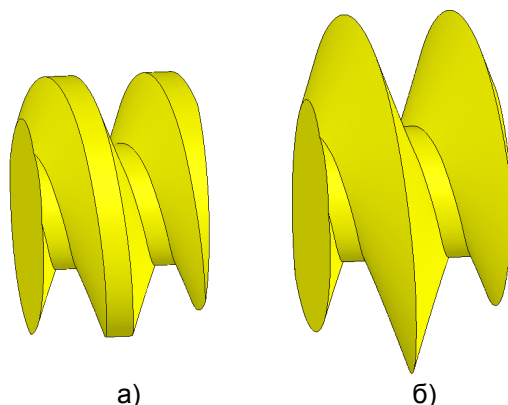
2.2. В осевата равнина на червяка се построява т. А (фиг.4), лежаща върху десния винтов профил на червяка Wr с диаметър d_a . През точката се начертава права линия $a-a$, съдържаща ъгъл φ с оста на червяка. Теоретично е доказано, че рационални параметри на разработвания инструмент се получават при стойности на ъгъла в диапазона $30^\circ - 45^\circ$;

2.3. Построява се наклонената равнина P_f (фиг.5), която е перпендикулярна на осевата равнина и в която лежи правата $a-a$;

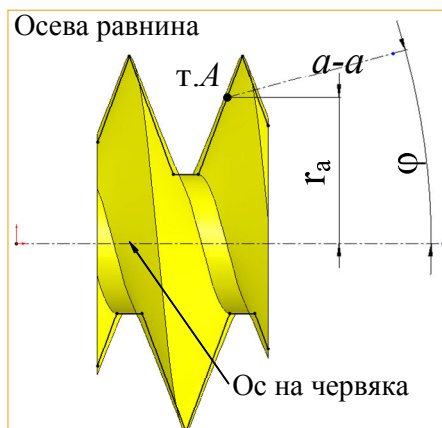
2.4. В равнина P_f (фиг.6) се построява пресечницата pw_r на наклонената равнина P_f с десния винтов профил Wr на червяка и се дефинират точките А, В и С;



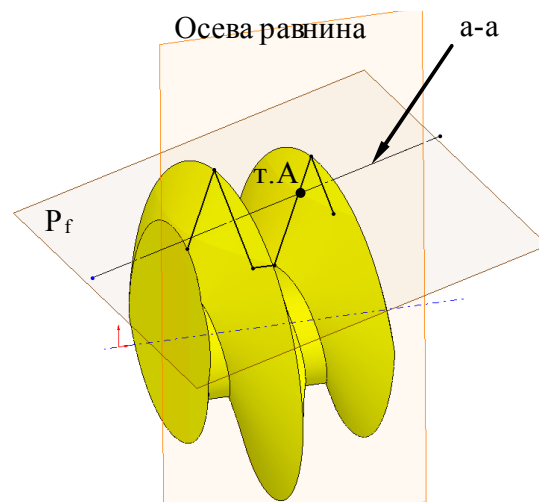
Фиг.2. Разположение на инструменталната спрямо номиналната повърхнина на червяка



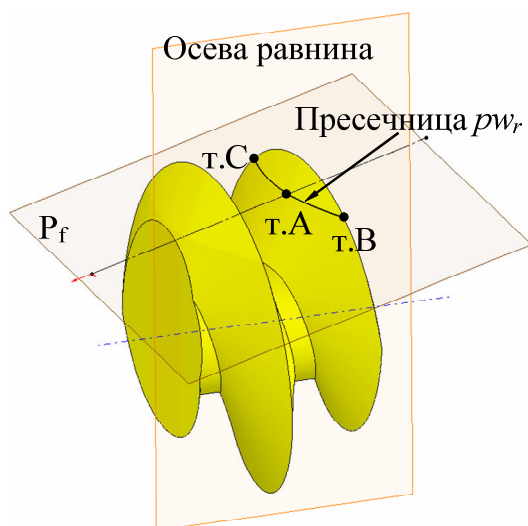
Фиг.3. 3D модел на червяк
а) обработан червяк с външен диаметър d_a ;
б) работен модел на червяк.



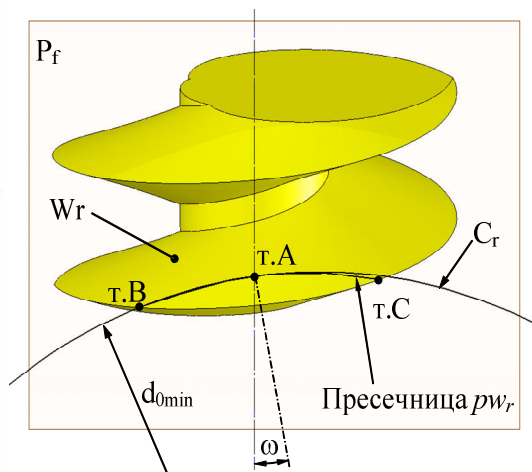
Фиг.4. Дефиниране на т.А



Фиг.5. Построяване на наклонената равнина P_f



Фиг.6. Построяване на пресечницата pw_r



Фиг.7. Определяне минималния диаметър d_{0min} и ъгъла на изместване ω .

2.5. В равнина P_f (фиг.7) се построява окръжност C_r , която да е тангентна в т.А с вече построената линия pw_r , и да преминава през и т.В. При тези ограничения, диаметърът и местоположението на центъра на окръжността C_r са напълно дефинирани.

Точката на допиране между окръжността C_r и линия pw_r - т.А принадлежи и е обща за окръжност C_r , линия pw_r , повърхнина W_r , ръбът на червяка wr_a и наклонената равнина P_f .

Окръжност C_r лежи в инструменталната повърхнина и се явява траектория на точка от режещия ръб, която обработва т.В от винтовата повърхнина. Точка В се явява критична за подрязването. Определяният диаметър на окръжността C_r е диаметъра d_{0min} на инструменталната повърхнина Mr_0 , който обработва повърхнина W_r на червяка, а чрез центърът на окръжността еднозначно се дефинира стойността на ъгъл ω .

3. ПРОФИЛИРАНЕ НА ИНСТРУМЕНТАЛНАТА ПОВЪРХНИНА НА ЧЕЛНО-ЦИЛИНДРИЧНА ФРЕЗА ЗА ВИХРОВО ФРЕЗОВАНЕ НА ЧЕРВЯЦИ.

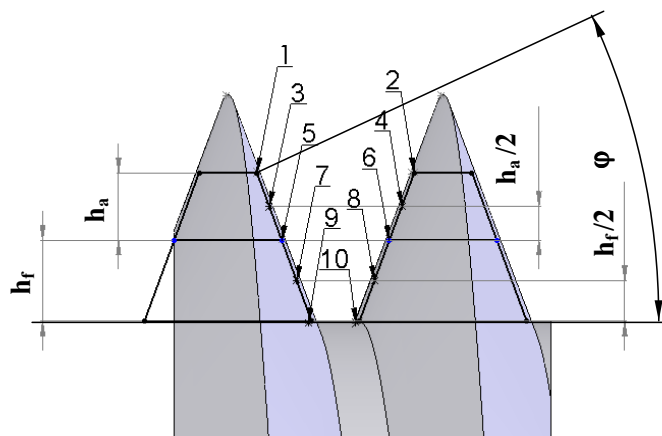
Методът за профилиране е представен чрез графично определяне на профила на инструменталната повърхнина на челно-цилиндрична фреза за вихрово фрезование на червяк с модул $m=7$, коефициент на диаметъра $q=12$ и ъгъл $\varphi=45^\circ$. Профилирането се извършва в следната последователност:

3.1. Построява се 3D модела на изходната произвеждаща повърхнина на нарязвания червяк (фиг.36);

3.2. Изпълняват се стъпки 2.2 и 2.3 от представените по-горе етапи за определянето на d_{0min} , като в етап 2.2, ъгъл $\varphi=45^\circ$. Както е показано на фиг.8, в осевата равнина на модела се построяват по пет точки за всяка винтова повърхнина на червяка и точка 2 съвпада с т.А от фиг.4;

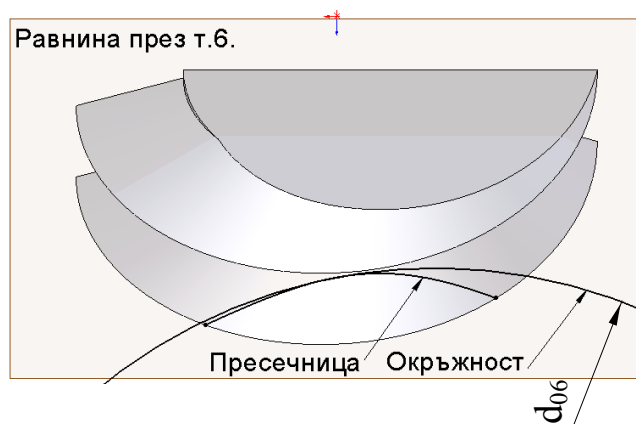
3.3. Изпълняват се стъпки 2.4 и 2.5 от представените по-горе етапи за определянето на d_0 . В стъпка 2.5 през т.А се построява окръжност с диаметър d_0 по-голям или равен на d_{0min} и център лежащ на правата, свързваща т.А и центъра на окръжност C_r ;

3.4. През всяка една от точките от 1 до 10 (фиг.8) се построяват равнини успоредни на равнина P_{fi} . Във всяка от равнините се построява пресечницата на равнината с лявата Wl или дясната Wr винтова повърхнина на канала на червяка към които принадлежи съответната точка (фиг.9). (На фиг.9 е показана само пресечницата между дясната винтова повърхнина Wr и равнината, минаваща през т.6);



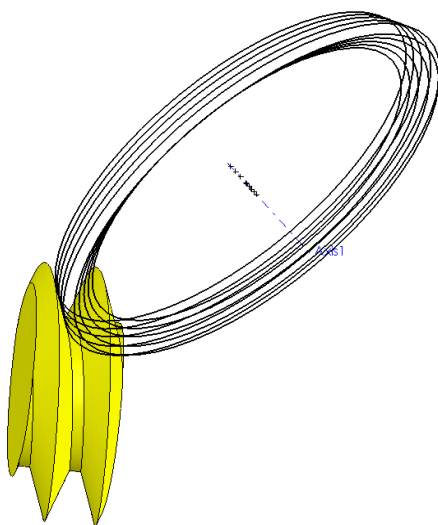
фиг.8. Възлови точки от винтовата повърхнина

3.5. Във всяка от равнините се построяват окръжности, съосни с окръжността с диаметър d_0 и тангентни към съответната пресечница. На фиг.9 е показана само построената окръжност в равнината, минаваща през т.6, а на фиг.10 – всичките десет окръжности, които определят инструменталната повърхнина (фиг.12).

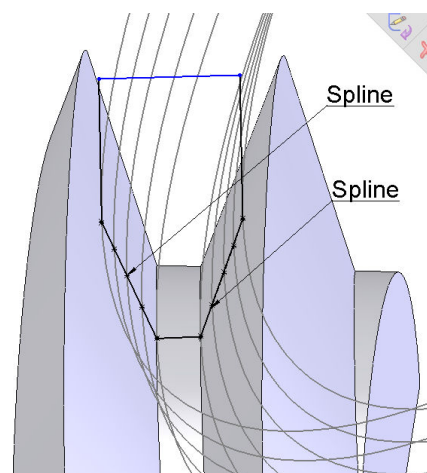


Фиг.9 Пресечницата между дясната винтова повърхнина Wr и равнината минаваща през т.6.

Тези окръжности определят нормалния ѝ профил, очертан от две *Spline* линии и една свързваща ги отсечка, както е показано на фиг.11



Фиг.10. Семейство окръжности определящи инструменталната повърхнина

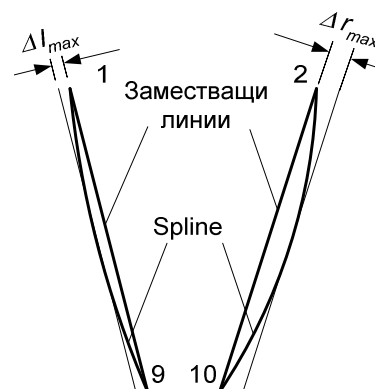
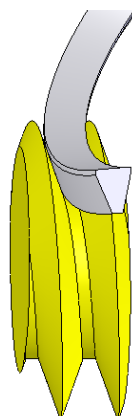


Фиг.11. Spline линии определящи нормалния профил на инструменталната повърхнина

В табл.1 са представени данни за нормалния профил на инструменталната повърхнина, където l_i е разстоянието от равнината през т.1 до равнина през точка i .

Табл.1. Параметри на инструменталната повърхнина

Равнина през т.і	$l_i [mm]$	$d_{0i} [mm]$
1	0	272,207
2	11,378	250
3	3,376	275,393
4	12,952	256,704
5	6,751	278,576
6	14,526	263,464
7	10,802	282,389
8	16,415	271,645
9	14,729	286,075
10	18,180	279,359



Фиг.12. Инструментална повърхнина

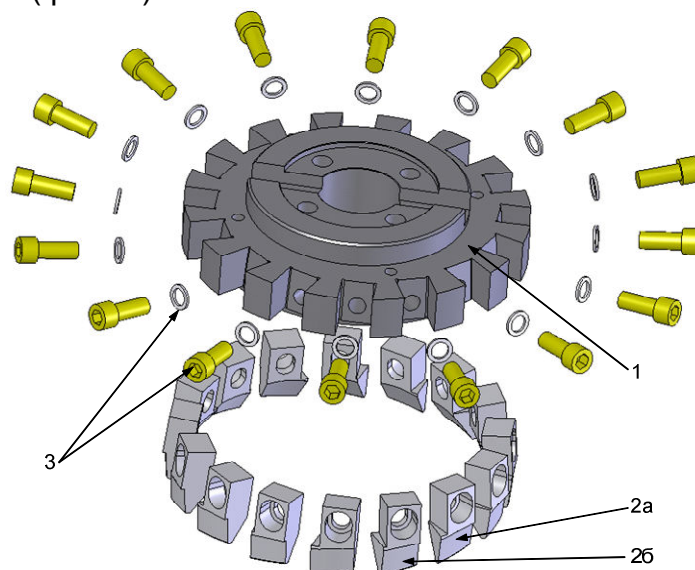
Фиг.13. Замяна на Spline с отсечки

Получените данните са за осевото сечение на профилираната инструментална повърхнина при диаметър $d_0=250mm$, ъгъл на странично завъртане $\omega=8^\circ46'$ и ъгъл $\varphi=45^\circ$, и изходна червячна повърхнина с модул $m=7mm$ и $q=12$.

Тъй като реализирането на *Spline* линиите, описващи осевото сечение на инструменталната повърхнина, е трудоемко, за предпочитане е те да бъдат заменени с прави линии. Най-проста за реализиране е замяната на *Spline* линиите с отсечки свързващи съответно точки 1 и 9, и точки 2 и 10, както е показано на фиг.13. Максималните отклонения от теоретичния профил са $\Delta l_{max} \leq 0,03mm$ и $\Delta r_{max} \leq 0,05mm$.

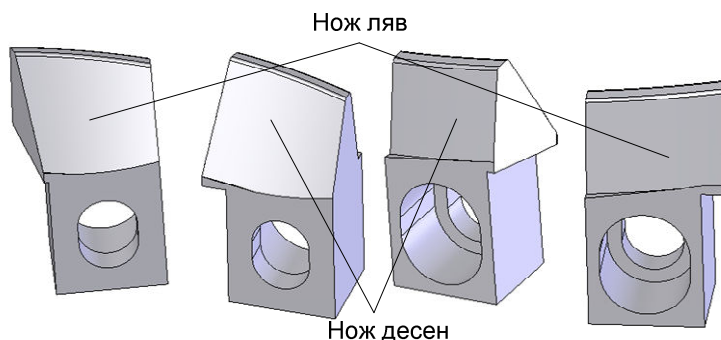
4. КОНСТРУКЦИЯ НА ЧЕЛНО-ЦИЛИНДРИЧНА ФРЕЗА

На фиг.14 е показана разработената сглобяема конструкция на челно-цилиндрична фреза. Специфично за конструкцията е използването на два режещи ножа – леви и десни (фиг.15).



Фиг.14. Конструкция на фреза за вихрово фрезование на червяци
1 – Корпус; 2а – Режещ нож ляв; 2б – Режещ нож десен;
3 – Скрепителни елементи.

Всяка група режещи ножове обработва само лявата Wl или само дясната Wr винтови повърхнини на червяка.



Фиг.15. Режещи елементи

Предният ъгъл в точки от главния режещ ръб на ножовете е от порядъка на 11° - 14° .

Задните повърхнини на ножовете са реализирани чрез косо затиловане осигуряващо 6° - 7° на задните ъгли както на главния режещ ръб, така и на режещия ръб обработващ дъното на червячната повърхнина.

Съединителната част на режещите елементи е призматична. Размерите на напречното ѝ сечение трябва да бъдат изпълнени с висока точност, а повърхнините да са с ниска грапавост, което позволява точно настройване, базиране и стабилно закрепване към корпуса на фрезата.

Корпусът на фрезата е ротационен детайл с изработени радиални канали в които се базират ножовете. Закрепването на режещите елементи се реализира чрез винтове, завиващи се в специално направени резбови отвори в дъното на всеки от радиалните канали (фиг.14).

Презаточването се извършва по предната повърхнина на режещите елементи до пълно изчезване на следите от износване на най-износения нож. За да се реализира презаточване на инструмента, не е необходимо той да се разглобява. След презаточване, фрезата не се нуждае от допълнително размерно настройване.

Когато ресурсът на работа поне на един от ножовете е напълно изчерпан, е необходима замяна на всички останали ножове с нови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство зубчатых колес. Справочник. Под редакцией д-ра техн. наук проф. Б.А.Тайца. Москва, „Машиностроение“, 1990.
2. Васильчиков М.В Поперечновинтовая прокатка изделий с винтовой поверхностью. Москва, „Машиностроение“, 1968.
3. Производство зубчатых колес. Справочник. Под редакцией д-ра техн. наук проф. Б.А.Тайца. Москва, „Машиностроение“, 1975.
4. Вискман Е.С. Скоростное нарезание резьб и червяков. Москва, „Машиностроение“, 1966.
5. <http://www.waldrich-coburg.de/Pages/Deutsch/Produkte.htm>
6. Enake Stefanuta, Vitalie Belousov. Proiectarea Skulelor aschietoare. Editura didaktika si pedagogika Bucuresti, 1983.
7. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. Москва, „Наука“ 1966.

За контакти:

Проф. д-р инж. Велико Иванов, катедра “ТММРМ”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Тел.: 082/ 888 714, E-mail: vivanov@uni-ruse.bg .

Гл. ас. д-р инж. Александър Иванов, катедра “ТММРМ”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Тел.: 082/ 888 714, E-mail: akivanov@uni-ruse.bg .