

ISSN 1311-3321

РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Ангел Кънчев“
UNIVERSITY OF ROUSSE „Angel Kanchev“

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том 46, серия 1

**Земеделска техника и технологии. Аграрни науки
и ветеринарна медицина. Ремонт и надеждност.**

Топлотехника, хидро и пневмотехника.

Екология и опазване на околната среда.

Промишлен дизайн. Машиностроителни технологии.

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

Том 46, серия 1

Сельскохозяйственная техника и технологии.

**Аграрные науки и ветеринарная медицина. Ремонт и
надежность Теплотехника, гидро и пневмотехника.**

**Экология и охрана окружающей среды. Промышленны
дизайн. Машиностроительные технологии.**

PROCEEDINGS

Volume 46, book 1

**Agricultural machinery and technologies. Agricultural
sciences and veterinary medicine. Repair and reliability.**

Heat transfer, hydraulics and pneumatic engineering.

Ecology and environmental protection. Industrial design.

Machine-building technologies.

**Русе
Rousse
2007**

Профилиране на гребеновидни фрези

Велико Иванов, Николай Станков, Александър Иванов

Abstract

Method for shaping of thread milling cutting part of thread milling cutters for shape forming of internal threads by using possibilities of the contemporary CAD systems is developed. Shaping provides profile of the tool surface, in which the helix surface of forming thread is not undercut.

Key Words: *shaping, thread milling cutters, internal thread, CAD system, tool surface, helix surface.*

Резюме

Разработен е метод за профилиране на фрезевата резбонарезна част на гребеновидни фрези за формообразуване на вътрешни резби чрез използване възможностите на съвременните CAD системи. Профилирането осигурява профил на инструменталната повърхнина, при който не се подрязват винтовите повърхнини на формираната резба.

Ключови думи: профилиране, гребеновидни фрези, вътрешна резба, CAD система, инструментална повърхнина, винтова повърхнина.

1. ВЪВЕДЕНИЕ.

Един от разпространените методи за формообразуване на вътрешни резби е фрезването с гребеновидни фрези. С развитието на цифровите технологии този тип инструменти намира все по-широко приложение за формиране на вътрешни резби с диаметри до 2 mm [1, 6]. Тези инструменти в определени случаи успешно заменят резбонарезните метчици, особено при нарязване на резби в корпусни детайли, поради обстоятелството, че при разрушаване на инструмента не се нарушават геометричните характеристики на обработваните резбови повърхнини [2, 3].

Като недостатъци на този тип инструменти се посочват получаваните отклонения в профила на формираната резба, дължащи се на схемата на формообразуване на резбата и конструктивните особености на инструментите [3, 4, 5]. Тези отклонения се намаляват с реализиране на нов работен профил на фрезите, определян чрез профилиране.

В настоящата работа се предлага графичен CAD-ориентиран метод за профилиране и оценяване на отклоненията на профила на инструмента, дефинирани като разлика между теоретичната и реалната инструментални повърхнини на инструмента.

2. МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ПРОФИЛА НА ФРЕЗОВАТА РЕЗБОНАРЕЗНА ЧАСТ НА ГРЕБЕНОВИДНИ ФРЕЗИ.

За определяне на отклоненията в профила на инструмента е необходимо чрез профилиране да се определи теоретичния профил на инструменталната повърхнина, която при реализиране на кинематичните движения на фрезване [2], да формира такива обвиващи винтови повърхнини, които са идентични с винтовите повърхнини на впадината на резбата.

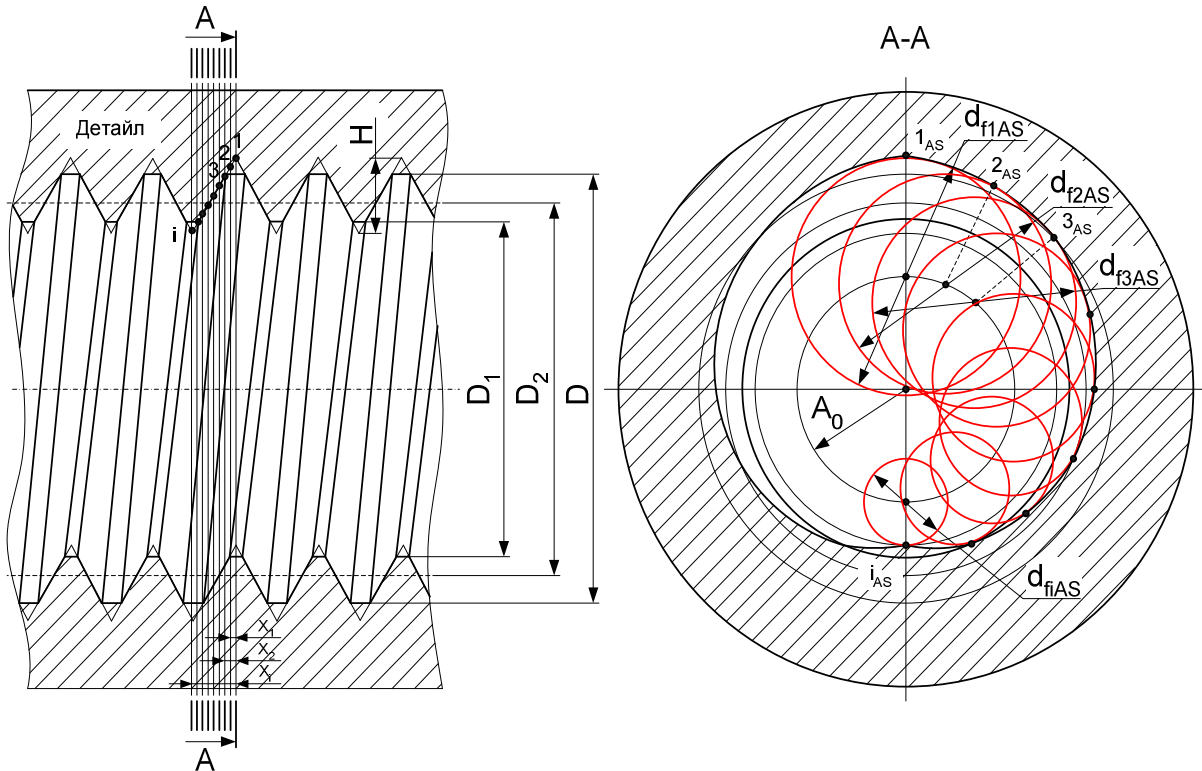
За целта е разработен CAD-ориентиран графичен метод на профилиране с използване на CAD системата SolidWorks. Това профилиране се изпълнява в следната последователност:

- Дефиниране на основните параметри D , D_2 , D_1 , P и α на формираната резба, и на основните конструктивни параметри d_{f0} , d_{f20} , d_{f10} , P_{f0} на фрезевата част на инструмента;
- Построяване на тримерен модел на фрезованата вътрешна резба;
- Определяне радиуса A_0 на окръжността, която описва центъра на фрезевата част при фрезване, по зависимостта [6]:

$$A_0 = \frac{D - d_{f0}}{2}, \text{ mm} \quad (1)$$

където D е външен диаметър на формираната резба в mm ;
 d_{f0} – външен диаметър на фрезовата част на инструмента, mm .

Построяване на секущи равнини, пресичащи теоретичния профил на резбата с височина H от точка 1 до точка i на разстояния от x_1 до x_i по оста на резбата (фиг. 1);



Фиг. 1. Определяне на диаметрите формиращи инструменталната повърхнина.

По-малките стойности на разстоянието между тези равнини предопределя по-големия брой точки за описване на профила на инструменталната повърхнина.

- Построяване на окръжности с диаметри d_{f1AS} , d_{f2AS} , ... d_{fiAS} от инструменталната повърхнина във всяка равнина, които да са допирателни в точки 1_{AS} , 2_{AS} , ... i_{AS} към Архимедовата спирала на получените сечения на резбата и които да са с център, лежащ на окръжността с радиус A_0 ;

На фиг. 1 тези окръжности са начертани само върху сечение A-A, поради което са завъртяни на определен ъгъл, пропорционален на разстоянията x_i . Окръжностите, определящи новата ротационна инструментална повърхнина, която би формирала теоретичната винтова повърхнина, са визуализирани на фиг. 2.

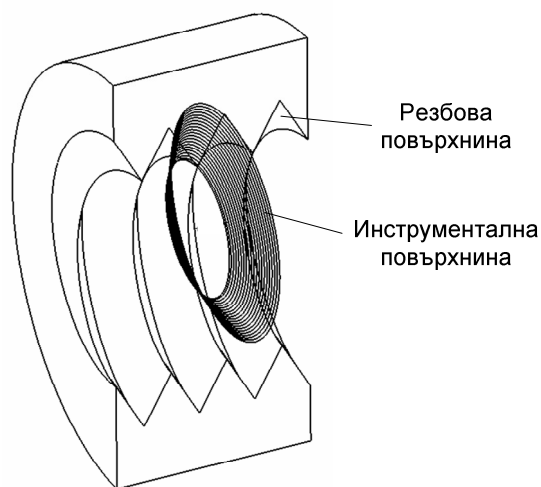
- Определяне на координатите на точки 1_{AS} , 2_{AS} , ... i_{AS} (фиг. 3), получени в различните сечения и съответстващи на диаметрите d_{f1AS} , d_{f2AS} , ... d_{fiAS} ;

След свързване на точките с обвиваща линия (*Spline*) се получава теоретичната инструментална повърхнина на фрезовата част на инструмента, която не подрязва профила на резбата. Полученият профил е с изпъкнала форма.

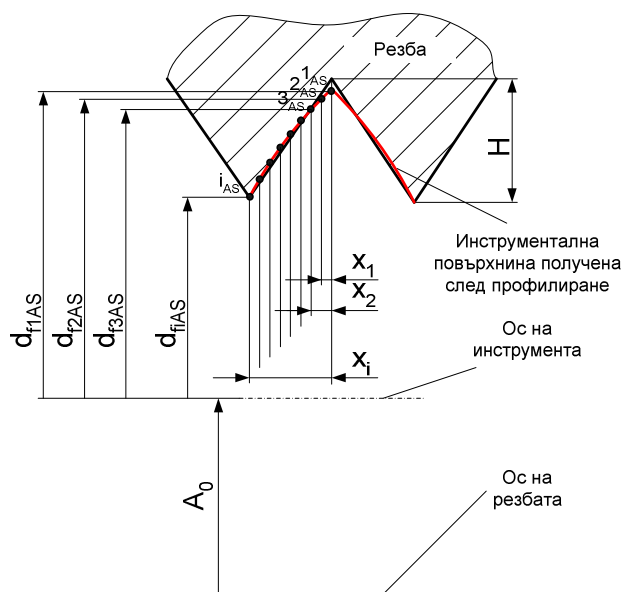
- Определяне координатите на точките от инструменталната повърхнина, съответстващи на основните диаметри от профила на инструмента;

При известен радиус на окръжността A_0 , която описва фрезовата част, се определя и положението на диаметрите на инструмента d_{f0} , d_{f20} и d_{f10} в секущите равнини в точки 1_b , 2_b , и 3_b на разстояния x_{1b} до x_{3b} по оста на резбата и допирателни към Архимедовата спирала в точки 1_{bAS} , 2_{bAS} и 3_{bAS} върху теоретичната

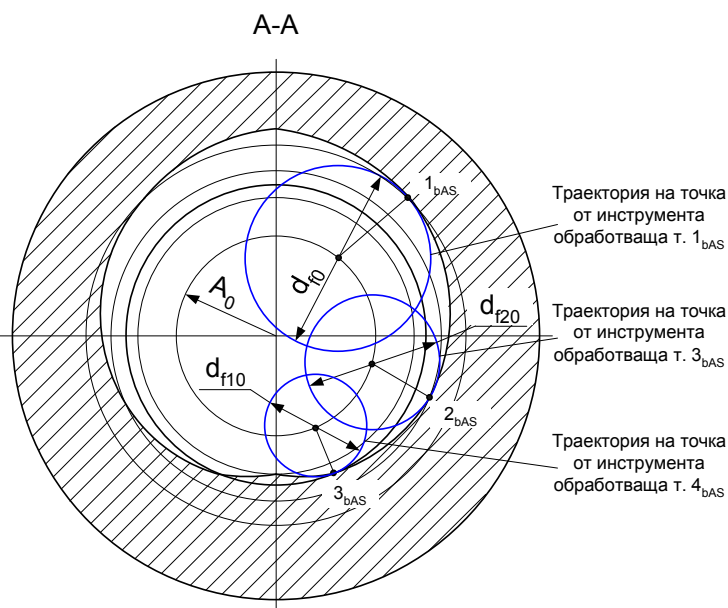
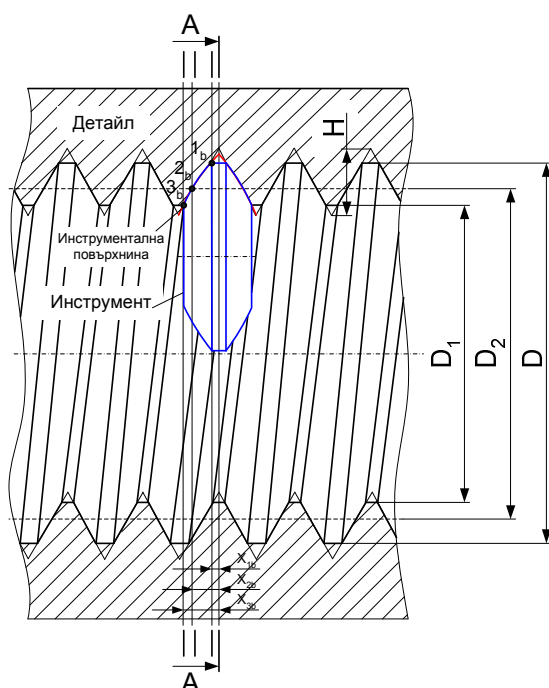
инструментална повърхнина (фиг. 4).



Фиг. 2. Инструментална повърхнина на инструмента.



Фиг. 3. Образуване на теоретичната инструментална повърхнина на инструмента.

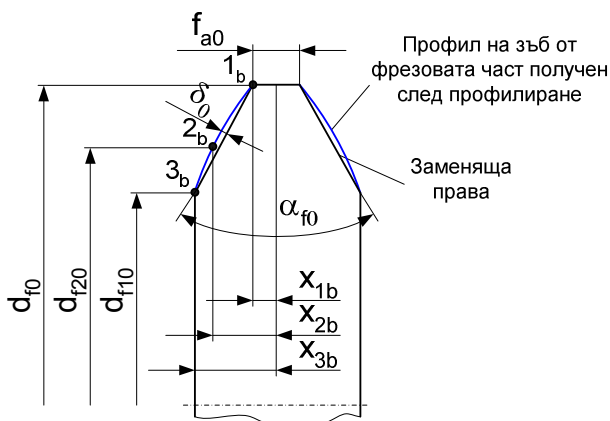


Фиг. 4. Определяне на точките от инструменталната повърхнина, съответстващи на основните диаметри от профила на инструмента.

- Замяна на теоретичния профил на инструмента.

Профилът на инструмента, който се получава е с криволинейни образуващи. От технологична гледна точка той може да се замени с права линия от точка 1_b до точка 3_b . В резултат на замяната се получава максимална грешка на профила δ_0 .

Това води до изменение на профилния ъгъл α_{f0} , както и на ширината при върха f_{a0} на всеки зъб от фрезовата част на инструмента (фиг. 5).



Фиг. 5. Максимална грешка на профила δ_0 за всеки зъб от фрезовата част на инструмента.

Върху големина на грешката влияние оказват стъпката P на формираната резба, външния диаметър на фрезовата част d_{f0} и съотношението между диаметрите на фрезовата част на инструмента и на външния диаметър на резбата d_{f0}/D , тоест максималния диаметър на вътрешната резба, който може да се обработи с даден диаметър на фрезовата част.

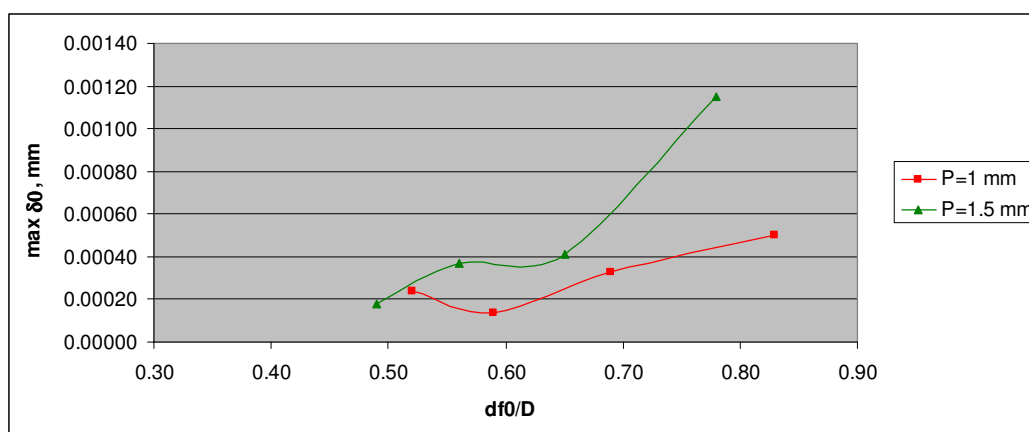
3. ГРЕШКИ, ПОЛУЧАВАНИ ОТ КИНЕМАТИКАТА НА ФРЕЗОВАНЕ.

За определяне на максималната грешка на профила δ_0 и изменението на профилния ъгъл на фрезовата част α_{f0} е проведен теоретичен експеримент на формиране с един и същ инструмент на резби с различни диаметри и еднаква стъпка P на резбата, т.е. при различни съотношения d_{f0}/D . Експериментът включва определяне по предложения метод на профила на инструменталната повърхнина за всеки един от случаите. Получените резултати при фрезоване на резби с инструменти $M10 \times 1$ и $M10 \times 1,5$ са дадени в табл. 1.

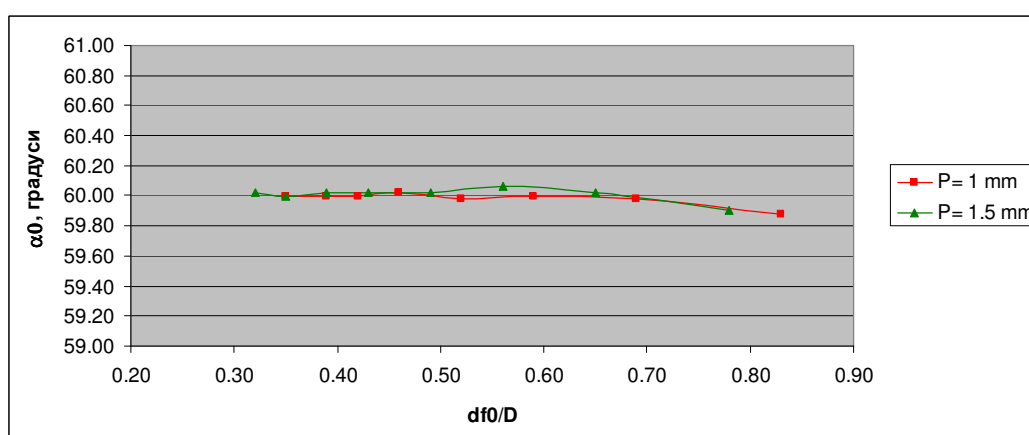
Табл. 1. Стойности на максималната грешка δ_0 и на профилния ъгъл α_{f0} в зависимост от изменението на стъпката P и съотношението на d_{f0}/D .

от диаметра на стъпката P и съответствието на d_{f0} в:				
D, mm	d_{f0}	d_{f0}/D	δ_0 , mm	α_{f0} , °
P=1 mm				
M10	8,317	0,83	0,00050	59,88
M12		0,69	0,00033	59,98
M14		0,59	0,00014	60,00
M16		0,52	0,00024	59,98
M18		0,46	-	60,02
M20		0,42	-	60,00
M22		0,39	-	60,00
M24		0,35	-	60,00
P=1,5 mm				
M10	7,776	0,78	0,00115	59,90
M12		0,65	0,00041	60,02
M14		0,56	0,00037	60,06
M16		0,49	0,00018	60,02
M18		0,43	-	60,02
M20		0,39	-	60,02
M22		0,35	-	60,00
M24		0,32	-	60,02

На фиг. 6 и фиг. 7 са показани графично изменението на получаваната максимална грешка на профила δ_0 и профилния ъгъл α_{f0} в зависимост от отношението d_{f0}/D и стъпката на резбата P .



Фиг. 6. Изменение на максималната грешката на профила δ_0 в зависимост от стъпката P и съотношението $d f_0/D$.



Фиг. 7. Изменение на профилния ъгъл α_{f_0} в зависимост от стъпката P и съотношението $d f_0/D$.

4. ИЗВОДИ.

1. Предложеният метод за определяне на профила на резбонарезната част на гребеновидни фрези чрез използване на *CAD* системата *SolidWorks* дава възможност за оценяване на получаващите отклонения на профила при фрезование на вътрешни резби с гребеновидни фрези.

2. Установено е, че с увеличаване на диаметъра на обработваната вътрешна резба с инструмент с постоянен външен диаметър на фрезовата част при една и съща стъпка на резбата, максималната грешката на профила δ_0 намалява.

3. Установено е, че увеличаването на стъпката на формираната резба P води до нарастване на максималната грешката на профила δ_0 .

4. Установено е, че замяната от технологична гледна точка на криволинейната образуваща на профила на инструменталната повърхнина с права линия може да се прави поради получаването на малки стойности на отклоненията на профила δ_0 .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Диновой Д., И. Майданом и колектив. Единая система допусков и посадок СИБ в машиностроении и приборостроении. Справочник. Издательство Стандартов. Москва, 1982.
- [2]. Иванов В., Н. Станков. Високопроизводително формообразуване на вътрешни резби с комбинирани инструменти. Сборник научни трудове, том 45, серия 2.1,

- „Машиностроителни технологии и механика”, Русе, 2006, стр. 115-120.
- [3]. Иванов В. Режещи инструменти. Русе, 1998.
- [4]. Родин П. Р. Режущий инструмент. Техника. Киев, 1966.
- [5]. Събчев П. Металорежещи инструменти. Техника. София, 1982.
- [6]. <http://www.s-t-group.com>. Режущий инструмент - резьбофрезерование.

За контакти:

проф. д-р инж. Велико Иванов, катедра “Технология на машиностроенето и металорежещи машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Тел.: 082/888 714,
E-mail: vivanov@uni-ruse.bg

маг. инж. Николай Станков, катедра “Технология на машиностроенето и металорежещи машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Тел.: 082/888 714,
E-mail: nstankov@uni-ruse.bg

гл. ас. д-р инж. Александър Иванов, катедра “Технология на машиностроенето и металорежещи машини”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Тел.: 082/888 714,
E-mail: akivanov@uni-ruse.bg