

METHOD FOR MEASURING THE RELIEF ANGLES OF TWIST DRILLS USING CAD SYSTEMS⁴

Assoc. Prof. Aleksandar Ivanov, PhD

Dept. of Machine Tools & Manufacturing Department

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: +359 82-888 714

E-mail: akivanov@uni-ruse.bg

Anton Grozev, PhD student

Dept. of Machine Tools & Manufacturing Department

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: +359 885515204

E-mail: agrozev@uni-ruse.bg

Abstract: *The classical method for rapid measurement of the relief angles α_f of twist drills, widely used in enterprises and applied in the exercises of the Cutting Tools course, is compared with a modern measurement method using a CAD system. For this purpose, a device for twist drills sharpening was considered, the action of the device was simulated and analogously modeled with a CAD system. In the SolidWorks CAD system, the action of the sharpening device was simulated, and its kinematic scheme of shape forming was modeled. By using this kinematic model, the relief surface of the twist drill is modeled, while at the same time is firmly proved whether the relief surface is part of a cylindrical, or part of a conical surface. For the thus modeled relief surfaces, the obtained relief angles α_f were measured in the CAD system using the classical methodology for their determination. The publication introduces an original method for determining the actual relief angles α_f . A comparison of the results of the classical methodology and the proposed by the authors' measurement method is presented, and the obtained results are compared, proving the existence of a difference between the two methods.*

Keywords: twist drills, sharpening, relief surfaces, relief angles, measuring, simulation

JEL Codes: N/A

ВЪВЕДЕНИЕ

Винтовите свредла са едни от най-често използваните инструменти в машиностроенето. Въпреки, че това са познати инструменти дори на хора, които не са специалисти, измерването на техните геометрични параметри е сравнително труден процес (Ivanova, G., Ivanov, A., Kolarov, K. 2013).

Геометричните характеристики до голяма степен зависят от конструкцията на винтовите свредла и характеристиките дадени им от производителя. Един от малкото геометрични параметри, на които потребителите могат да влияят е формата и геометрията на главните задни повърхнини (когато инструментите биват презаточвани) (Rusev, K., Ivanov, V., 1988; Ivanov, V., Ivanov, A., 2011; Lefterov, E., 2007; Sabchev, P., et al. 1992).

Измерването на геометрията на главните задни ъгли е трудна задача и има няколко познати, но трудно приложими метода. По дисциплината Режещи инструменти за измерването на задните ъгли се използва координатен метод на измерване (Ivanova, G., Ivanov, A. 2011), чрез универсално измерващо устройство (фиг.1). Използвайки тази установка, чрез координатни измервания се определя задния ъгъл на винтовите свредла.

Измерването свредло се закрепва в приспособлението за измерване (Ivanov, V., Ivanov, A., 2011). Върху контролираната точка от режещия ръб се опира измервателен часовник, създава се начален натиск и скалата се настройва в нулево положение. След това свредлото се

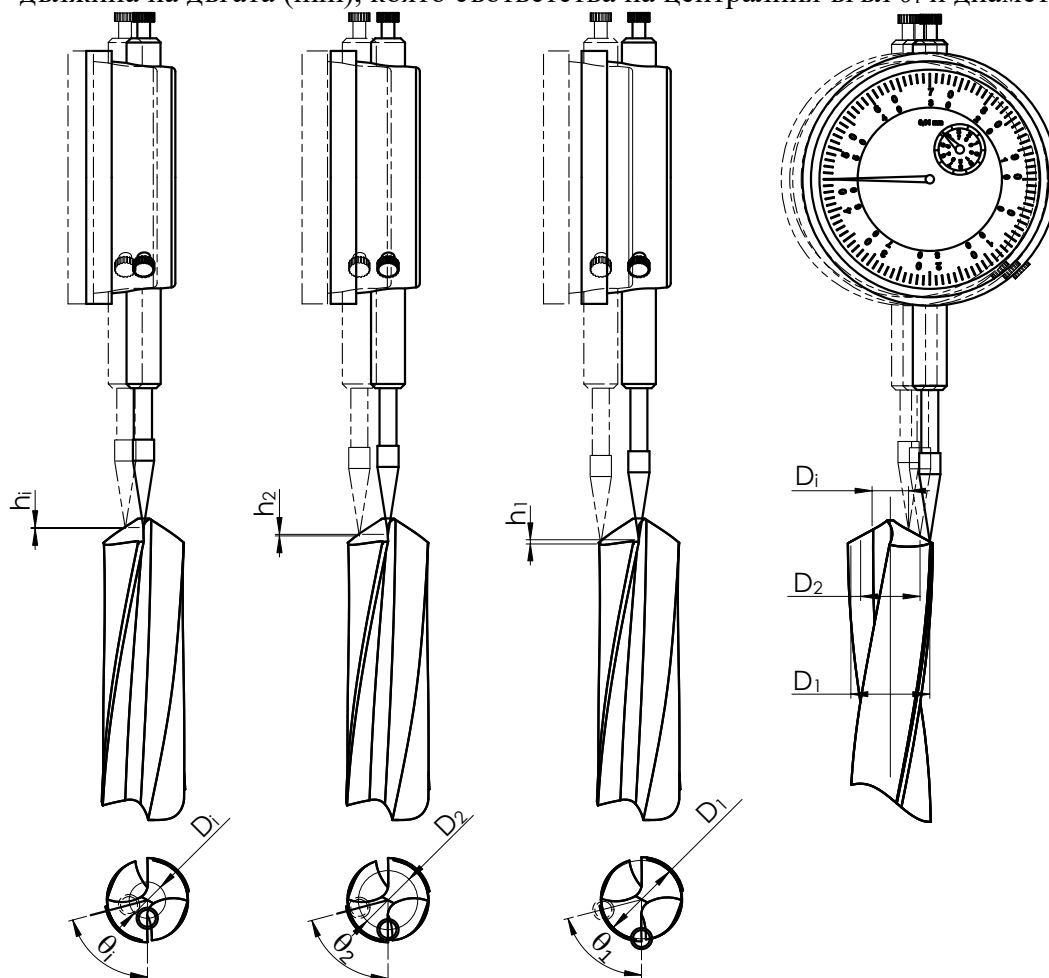
⁴ Докладът е представен на заседание на секция „Механика и машиностроителни технологии“ на 27 октомври 2023 с оригинално заглавие на български език: МЕТОД НА ИЗМЕРВАНЕ НА ЗАДНИТЕ ЪГЛИ НА СВРЕДЛА С ИЗПОЛЗВАНЕТО НА CAD-СИСТЕМА

завърта около оста си на ъгъл θ_i и се отчита изменението на показаниято на измервателния часовник. С данните от измерването задният ъгъл α_{fi} се изчислява по формулата:

$$\alpha_i = \arctg(h_i/S_i),$$

където h_i е изменението на показанията на измервателния часовник в mm;

S_i – дължина на дъгата (mm), която съответства на централния ъгъл θ_i и диаметра D_i .



Фиг.1. Определяне на задните ъгли чрез координатни измервания

Дължината на дъгата S_i се изчислява по формулата:

$$S_i = \pi \cdot D_i \theta_i / 360^\circ,$$

където θ_i е ъгъл на завъртане на свредлото.

Един от проблемите, който съществува при този метод е, че при него се предполага, че разгвката (на траекторията на движение на опипвача на индикаторния часовник) е права линия. Подобно опростяване при измерванията оказва влияние върху получените резултати.

Вторият проблем, е че този начин на измерване напълно не съответства схемата на измерване на работните задните ъгли α_f на свредла предявени в ISO 3002-1.

В тази статия е направено сравнение на четири различни метода за измерване на работните задните ъгли α_f на винтови свредла. За целта е използвана CAD система, където първоначално е направено точно оформяне на задните повърхнини на измерваното свредло. За целта в CAD системата е симулирана работа на специализирано устройство за заточване на винтови свредла.

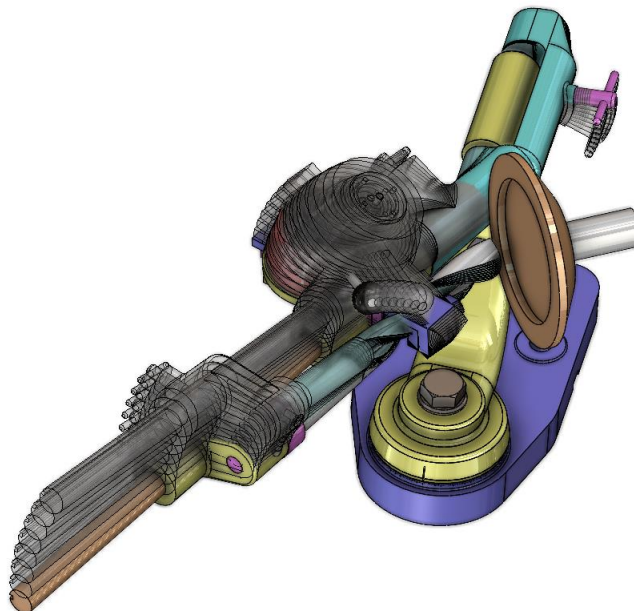
Първия метод на измерване, чрез CAD система е именно симулиращ измерванията, използващи координатно измерващото устройство (фиг.2), след това са представени още три други метода на измерване чрез CAD, а резултатите са оценени и сравнени.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Симулация на заточването на задните повърхнини, използвайки CAD система:

- За да се симулират различните методи на измерване е нужно да се направи точен модел на заточването на винтовото свредло, аналогичен на реалното заточване.

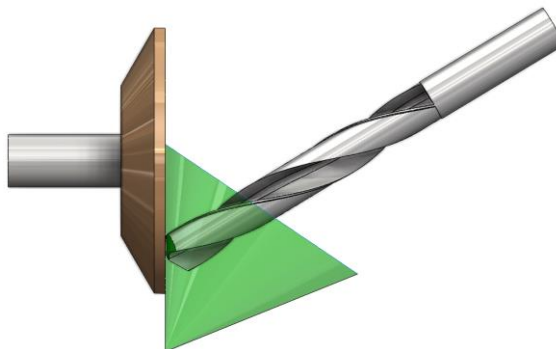
За целта се използва CAD модел на винтово свредло, както и модел на устройство за заточване на винтови свредла, като се симулира траекторията на свредлото по време на заточване (SolidWorks Web Help).



Фиг. 2. Устройство за заточване на винтови свредла

- Дефиниране формата и размерите инструменталната повърхнина образуваща на задните повърхнини на винтовото свредло.

В конкретния пример, получената с помощта на заточващото устройство главна задна повърхнина е част от конусна повърхнина.



Фиг. 3. Виртуално изобразяване на конусната повърхнина, реализирана от кинематиката на задочната машина при заточването на винтовото свредло

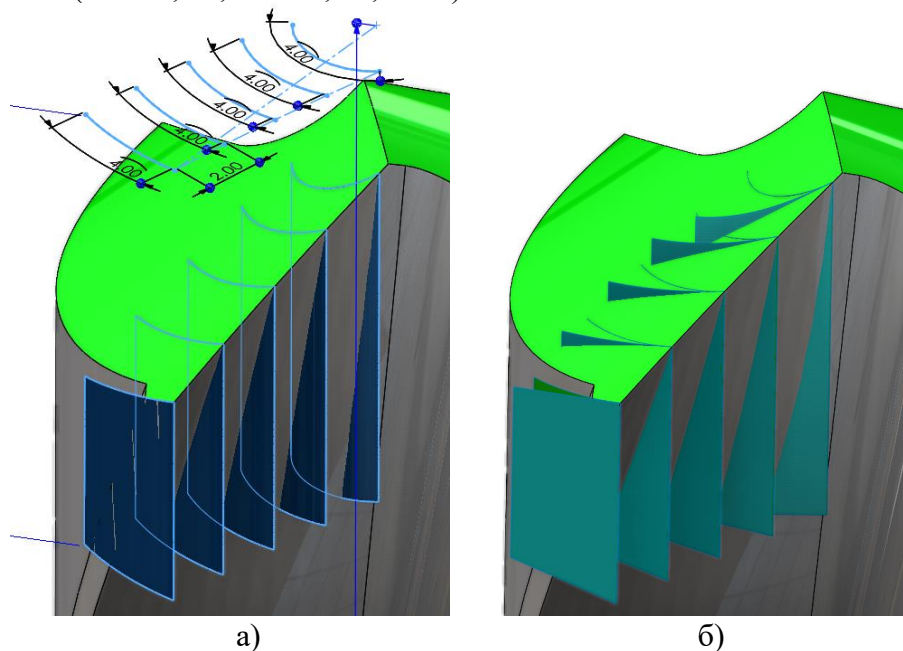
Измерване задни ъгли с CAD система.

Класически метод, приложен в CAD система.

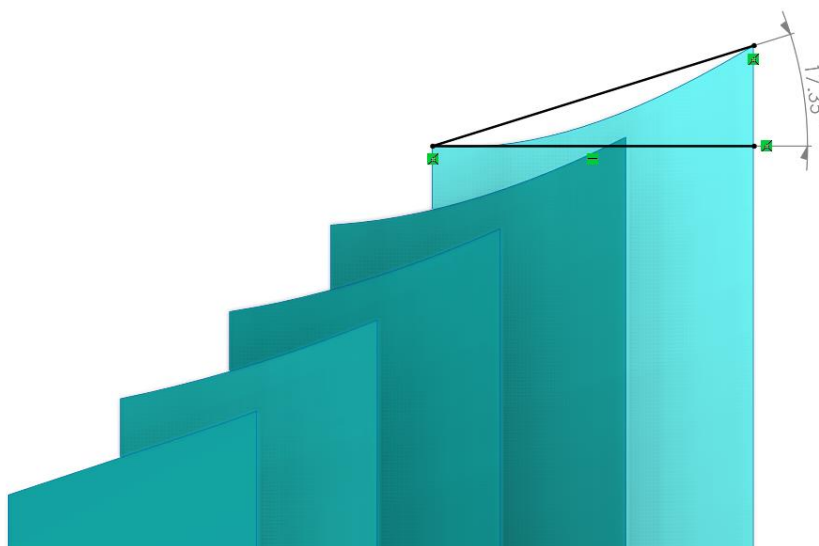
Класическият метод за измерване, симулиран в CAD системата.

В равнина перпендикулярна на оста на ротация на винтовото свредло (успоредна на осовата равнина P_p) се построяват концентрични дъги от окръжности. За целта на измерването, всички дъги са с еднаква дължина (различен централен ъгъл). В изглед по оста дъгите започват от режещия ръб, втората точка на всяка от дъгите се намира в зоната на задната повърхнина на съответния режещ ръб. Центъра на семейството дъги лежи върху оста на инструмента. Дъгите се изтеглят в повърхнини докато докоснат задната повърхнина на свредлото (фиг.4.а). Изтеглената повърхнина се разгъва (фиг.4.б) и с помощта на 2-те крайни точки се построява

правоъгълен триъгълник, с помощта на който се измерва задният работен ъгъл α_{fi} (фиг. 5) в съответната равнина (Ivanov, V., Ivanov, A., 2011).



Фиг. 4.а) Изтеглени повърхнини, б) Разгънати повърхнини

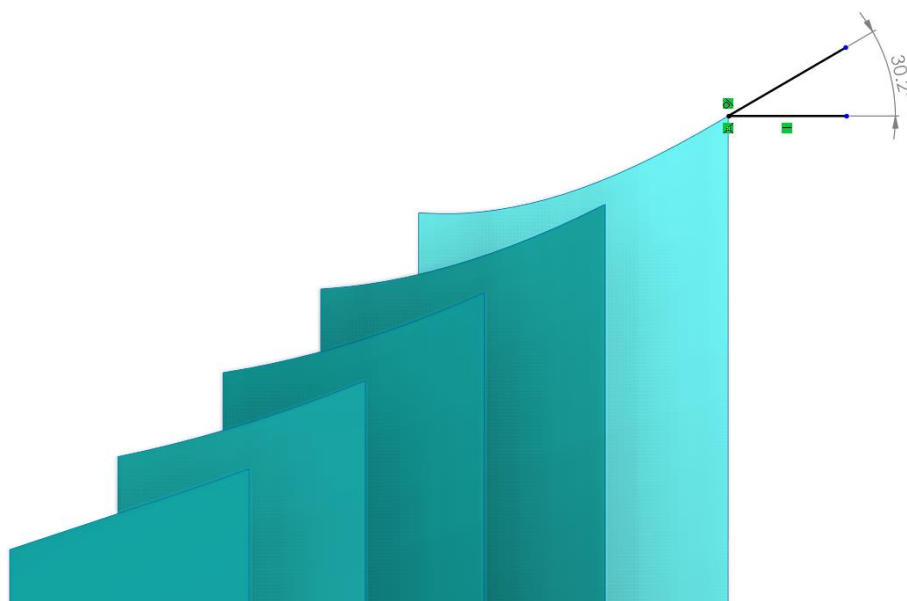


Фиг. 5. Измерване задни ъгли – класически метод

С допирателна права.

Методът използва допирателни прави (фиг. 6) към задната повърхнина, използвайки вече разгънатите повърхнини от фиг.5.

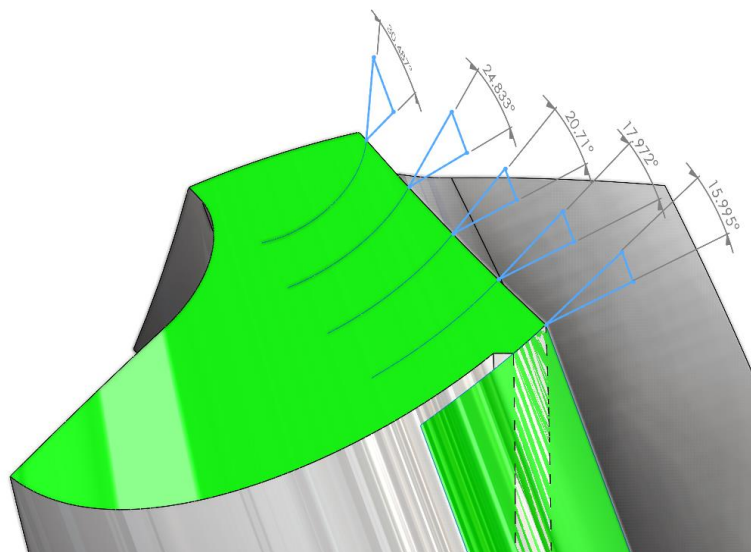
При използването на този метод измереният работен заден ъгъл е спрямо разгънатите пресечници (фиг.4.а) , получени при пресичането на цилиндричните повърхнини и задната повърхнина



Фиг. 6. Измерване задни ъгли – с допирателна права

Директно измерване в 3D пространството.

При този метод, към пресечниците представени на фиг.4.a, в точките от режещия ръб се построяват допирателни прави линии, без да има разгъване на повърхнините както е при класическия метод от т.2.2.1.

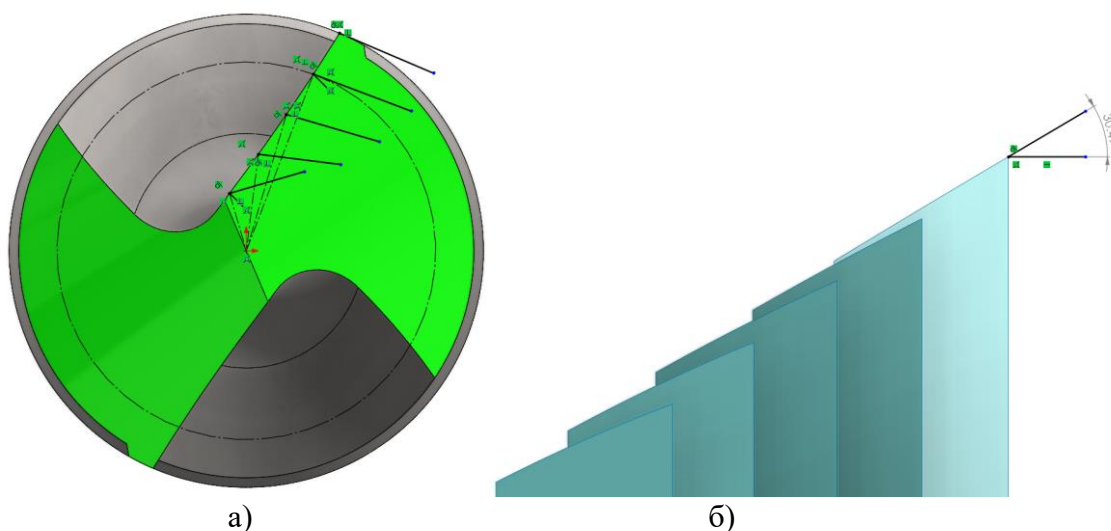


Фиг. 7. Измерване задни ъгли – директно с 3D скица

Измерване на работните задни ъгли съгласно ISO 3002-1 (ISO 3002-1:1982).

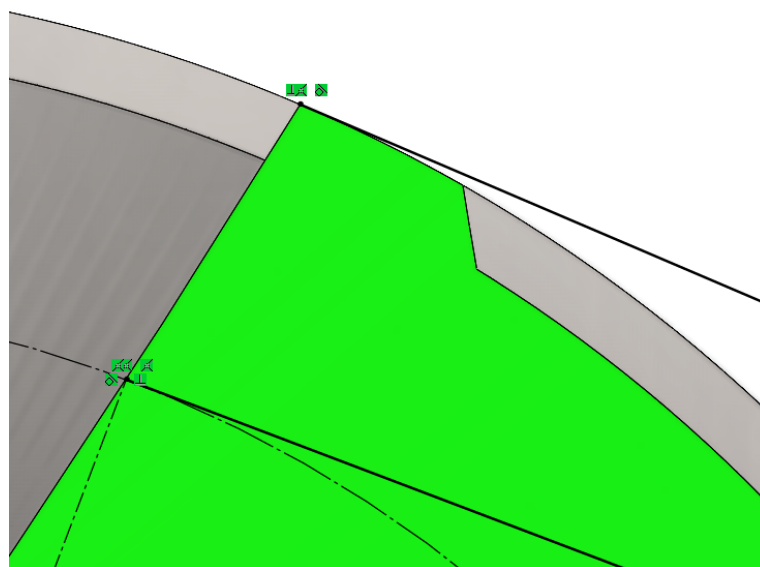
Стандартът ISO 3002-1 регламентира еднозначно разположението на равнините на режещата част на винтовите свредла, а така също и съответстващите им ъгли.

За целта в CAD системата, в равнина перпендикулярна на оста на ротация на винтовото свредло (успоредна на осовата равнина P_p) се построяват прави линии (отсечки), явяващи се образуващи на секущите работни равнини P_{fi} . Всяка една от отсечките преминава през разглежданата точка от режещия ръб и е перпендикулярна на линията преминаваща през разглежданата точка и центъра на свредлото (тангираща към окръжността с център, лежащ върху оста на свредлото и пресичаща разглежданата точка от режещия ръб, представено на фиг.8.a).



а)
б)
Фиг. 8. а) Построени образуващи линии съгласно ISO 3002-1,
б) Равнинни сечения на режещата част според ISO 3002-1

Недостатък на регламентирания от ISO 3002-1 метод е невъзможността физически да се измери задният ъгъл в периферията на свредлото. Причината да не може да се направи това измерване е факта, че тангиращата към свредлото равнина P_f не пресича свредлото и реално няма сечение в което да се измерва ъгъла. По тази причина този метод е приложим само и единствено в CAD система с налични размери на образуващия главната задна повърхнина конус и разположението на свредлото в устройството за заточване.



Фиг. 9. Правата в периферията по ISO 3002-1

Резултати

Създадена е сравнителна таблица с получените резултати и отчитане на разликата в проценти, спрямо регламентираният метод по ISO 3002-1.

От таблицата се вижда, че при класическият метод с увеличаване разстоянието между избраните точки (увеличаване дължините на дъгите), стойностите значително се отклоняват спрямо измерените по ISO 3002-1.

С доближаване на измерените стойности към напречният режещ ръб (оста на свредлото), при дъги с дължина от 2 mm до 4 mm, разликата в измерената стойност по класическият метод спрямо ISO 3002-1 надхвърля 40%.

Таблица 1. Измерени ъгли,

Метод №	Класически метод ; дъга 2 mm, °	Класически метод ; дъга 3 mm, °	Класически метод ; дъга 4 mm, °	Метод с допирателна права, °	Метод с допирателна права в 3D простран- ството, °	ISO 3002-1, °
1-периферия	14.830	14.680	14.610	15.880	15.995	15.990
2	15.930	14.860	13.770	17.770	17.972	17.970
3	17.770	16.170	14.480	20.400	20.710	20.710
4	20.590	18.060	15.280	24.390	24.833	24.830
5	25.820	22.010	17.350	30.200	30.487	30.490

Таблица 2. Сравнение резултати

Δ №	Класически метод ; дъга 2 mm / ISO 3002-1, %	Класически метод ; дъга 3 mm / ISO 3002-1, %	Класически метод ; дъга 4 mm / ISO 3002-1, %	Метод с допирателна права / ISO 3002-1, %	Метод с допирателна права в 3D простран- ството / ISO 3002-1, %
1 -периферия	7.255	8.193	8.630	0.688	-0.031
2	11.352	17.307	23.372	1.113	-0.011
3	14.196	21.922	30.082	1.497	0.000
4	17.076	27.265	38.462	1.772	-0.012
5	15.316	27.812	43.096	0.951	0.010

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При наличието на CAD модел на винтово свредло, е възможно измерването на задните ъгли по няколко начина. Най-бързо и с най-малка грешка спрямо ISO 3002-1 е методът на измерване чрез права в 3D пространството. Разликата е в границите $0,01 \div 0,03\%$. При класическия метод, който се използва за бързо измерване и се прилага в упражненията по Режещи инструменти, разликата спрямо ISO 3002-1, в някои случаи надхвърля 40%. Ясно се вижда, че при класическия метод, колкото по-малка е дължината на измерваната крива, толкова точността на резултатите е по-висока.

Авторите предлагат методите за измерване в CAD система да се добавят в учебната програма по дисциплина Режещи инструменти, като моделирането и визуализацията на задните ъгли предполага по-лесното им разбиране и усвояване на материала.

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът отразява резултати от работата по проект No 2023 - МТФ - 01, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

Rusev, K., Ivanov, V., 1988. *Cutting tools – Guide for laboratory exercises – Fourth edition.* Ruse: VTU - RUSE (**Оригинално заглавие:** Русев, К., Иванов, В., 1988. *Металорежещи инструменти – Ръководство за лабораторни упражнения - Четвърто издание.* Русе: ВТУ – РУСЕ).

Ivanov, V., Ivanov, A., 2011. *Cutting tools – Guide for laboratory exercises.* University of Ruse (**Оригинално заглавие:** Иванов, В., Иванов, Ал., 2011. *Режещи инструменти – Ръководство за лабораторни упражнения - Русе: Русенски университет „Ангел Кънчев“*).

Lefterov, E., 2007. *Cutting tools – Guide for laboratory exercises.* TU - Varna (**Оригинално заглавие:** Лефтеров, Е., 2007. *Режещи инструменти – Ръководство за лабораторни упражнения.* ТУ – Варна).

Sabchev, P., et al. 1992. *Guide to Laboratory Exercises in Metal Cutting Tools*. TU - Sofia
(**Оригинално заглавие:** Събчев, П., et al. 1992. *Ръководство за лабораторни упражнения по металорежещи инструменти*. ТУ – София).

Ivanova, G., Ivanov, A. 2011. *3D Virtual Training Laboratory in Cutting Tools*. In International Conference on e-Learning and the Knowledge Society-e-Learning (Vol. 11, pp. 153-158).

Ivanova, G., Ivanov, A., Kolarov, K. 2013. *3D virtual learning and measuring drill tools*. In Proceedings of the 14th International Conference on Computer Systems and Technologies (pp. 337-343).

SolidWorks Web Help. (n.d.). URL: <https://help.solidworks.com/HelpProducts.aspx>.
(Accessed on 20.12.2023).

ISO 3002-1:1982. (n.d.). ISO. <https://www.iso.org/standard/8052.html>
(Accessed on 20.12.2023).