

FRI-1.317-1-MEMBT-01

TWIST DRILL GEOMETRY AND TERMINOLOGY: A REVIEW OF STANDARDS AND COMMON PRACTICES

Anton Grozev, PhD student

Dept. of Machine Tools & Manufacturing Department

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: +359 885515204

E-mail: agrozev@uni-ruse.bg

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

Abstract: This article examines two key aspects – the geometry and terminology of twist drills. The first part is devoted to the definition and measurement of the side clearance angle α_f in accordance with ISO 3002-1:1982 and ISO 5419:1982 standards. The relationship among the planes P_f , P_r and P_p is described, along with the limitations of the physical measurement of α_f at the periphery of the tool. The need to use digital methods such as CAD modeling and 3D scanning is emphasized. The second part of the article emphasizes the problems arising from the widespread neglect of the terminology regulated in ISO 5419:1982 in scientific publications. Angle values without clarity about the plane in which they're measured, the method or the source of the data is often encountered. This leads to difficulties in the interpretation and comparison of results, as well as to limited applicability in engineering practice. In conclusion, the paper highlights the need for stricter adherence to standardized terminology and for greater transparency in defining parameters and their origin.

Keywords: Twist drill geometry, twist drill terminology, ISO 3002-1, ISO 5419, side clearance of the major cutting edge

ВЪВЕДЕНИЕ

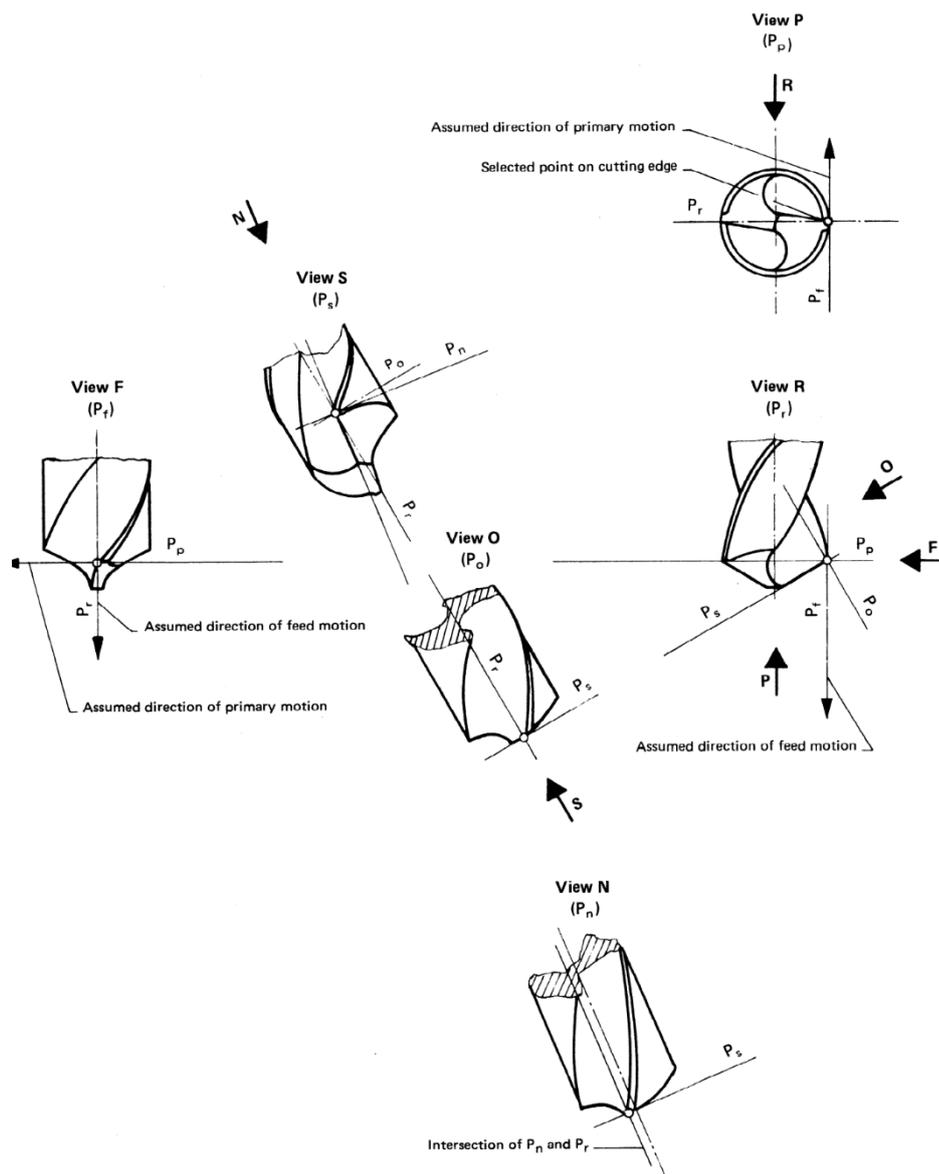
Геометрията на режещите инструменти играе ключова роля в ефективността на процеса рязане, особено при инструменти като винтовите свредла, които се използват широко в машиностроенето и производството. Сред основните геометрични параметри, задният ъгъл на режещия ръб има пряко влияние върху надеждността и дълготрайността на инструмента, както и върху качеството на обработваната повърхнина. Въпреки това, в научната литература и практиката често се наблюдава нееднозначност при дефинирането и измерването на този ъгъл.

Настоящата статия има за цел да анализира дефиницията на задния ъгъл α_f според международните стандарти ISO 3002-1:1982 (ISO 3002-1, 1982) и ISO 5419:1982 (ISO 5419, 1982), като се обърне внимание на геометричните ограничения за неговото физическо измерване. Освен това се разглежда проблемът с недостатъчното използване на стандартизирана терминология в научните публикации, както и липсата на яснота относно методите за измерване на задните ъгли. Чрез този анализ се цели да се подчертае необходимостта от по-строго придържане към утвърдените стандарти и по-прозрачно представяне на подходите при определянето му в академичната и инженерната практика.

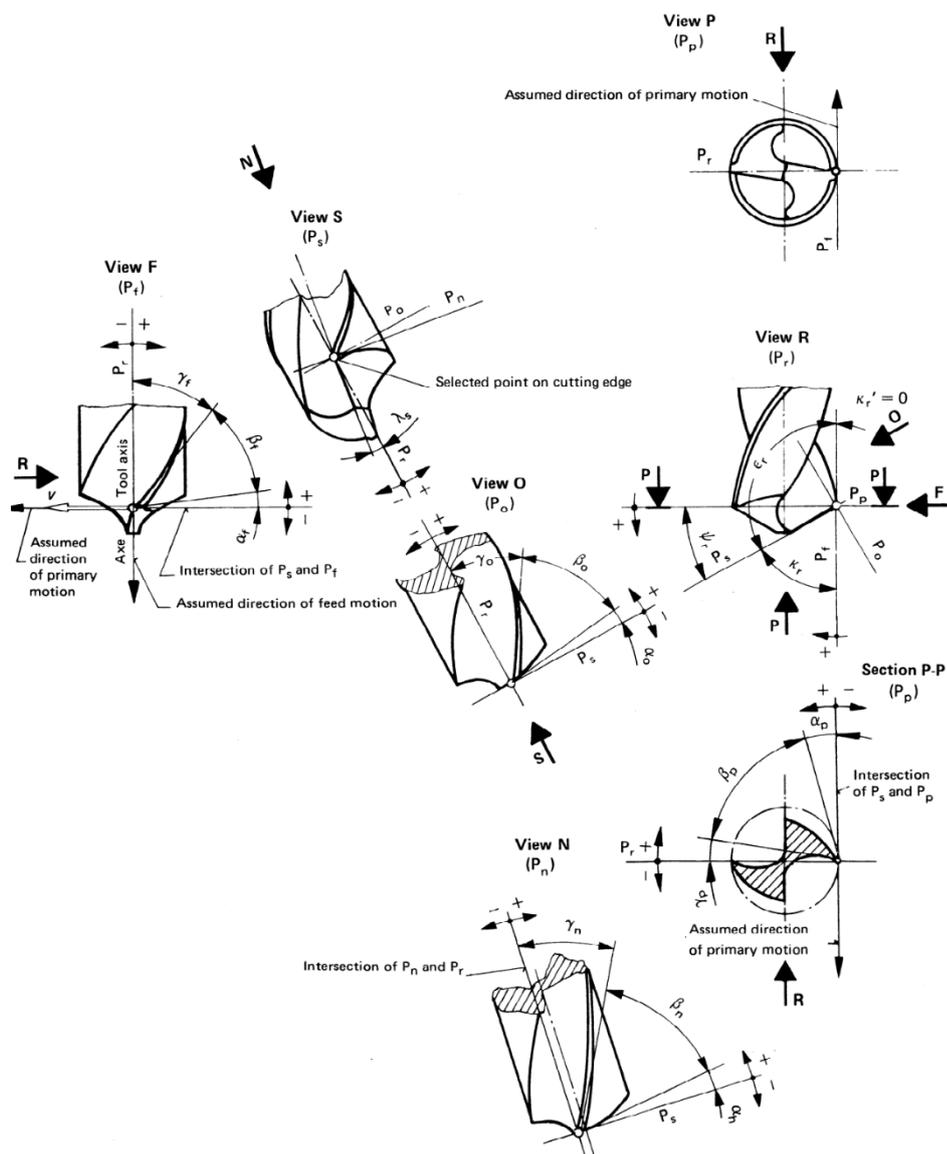
ИЗЛОЖЕНИЕ

Какво представлява работният заден ъгъл α_f и защо е труден за измерване?

При описанието на геометрията на винтовите свредла, стандартът ISO 3002-1:1982 (ISO 3002-1, 1982) въвежда система от статични и работни инструментални равнини, чрез които се дефинират различните ъгли на режещия инструмент. Работния заден ъгъл α_f на винтово свредло се разглежда в статичната работна равнина P_f – тя е перпендикулярна на основната равнина P_r и съдържа вектора на главното движение – Фигура 1 (View P). На Фигура 2 са изобразени съответните ъгли.



Фигура 1 – Инструментални равнини в статична координатна система – винтово свредло (ISO 3002-1, 1982)



Фигура 2 – Ъгли в статична координатна система – винтово свредло (ISO 3002-1, 1982)

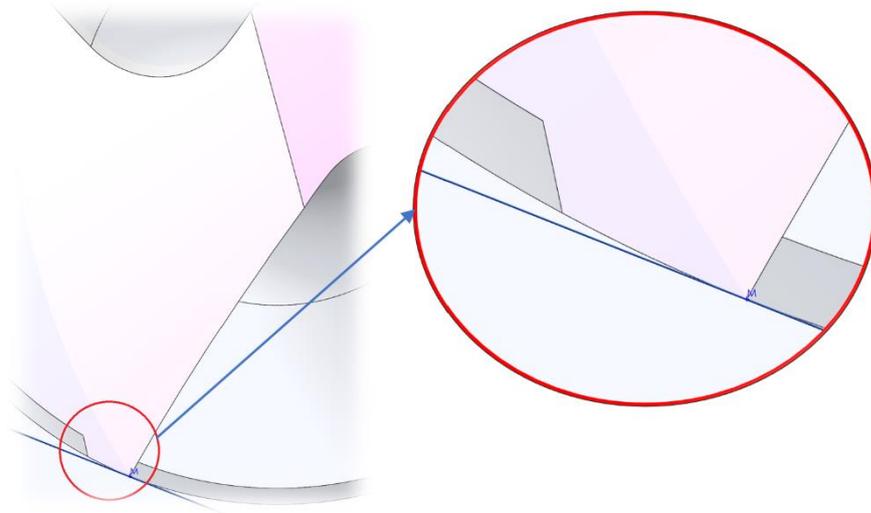
Статичната работна равнина P_f се дефинира като равнина, преминаваща през раглежданата точка, лежаща върху векторите на главното движение на рязане и подавателното движение (когато имаме подавателно движение и работна координатна система – P_{fc}).

След като P_f е дефинирана, към системата се добавя и осовата инструментална равнина P_p , която е перпендикулярна както на P_f , така и на P_r , и служи като референтна при определяне на работните задни ъгли.

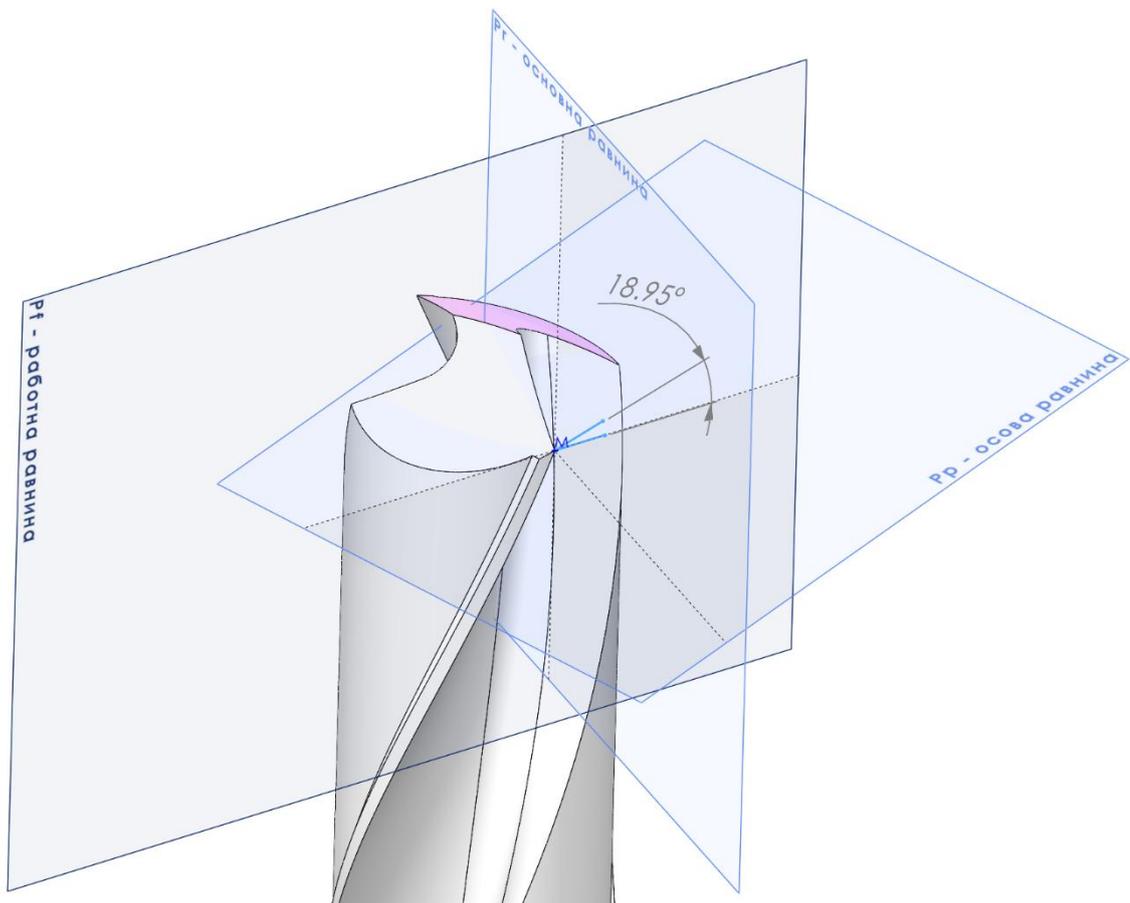
Работният заден ъгъл α_f се формира между допирателната към главната задна повърхнина на режещия ръб в точка, лежаща в P_f и P_p . В ISO 5419 (ISO 5419, 1982) този ъгъл е описан под точка 3.42 като *side clearance of the major cutting edge* (Фигура 8) и се посочва, че по принцип се измерва в периферията на инструмента. В тази точка ъгловата скорост е най-висока и геометрията е най-показателна за работата на свредлото.

На практика обаче възниква проблем: в периферията на свредлото, в равнината P_f съществува само една точка (Фигура 3) и липсва реална главна задна повърхнина, което прави директното измерване невъзможно използвайки познатите методи. В този случай се използва теоретичен работен заден ъгъл, определен чрез геометричен модел (Фигура 4), базиран на

референтните равнини според ISO 3002-1, или чрез 3D сканиране на истинско, заточено свредло.



Фигура 3 – Инструментална равнина P_f в периферията



Фигура 4 – CAD модел на винтово свредло с дефинирани равнини и измерен заден ъгъл в периферията

Проблеми с терминологията и липсата на яснота при дефиницията на геометрията в научни публикации

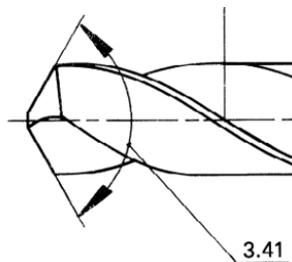
Наблюдава се тенденция в научната литература, свързана с геометрията на режещите инструменти – авторите често посочват конкретни стойности на различни геометрични

параметри, но не уточняват как точно са получени тези стойности. В много случаи липса информация за кой ъгъл става въпрос и дали данните са резултат от физическо измерване или теоретичен модел.

На Фигура 5 е даден пример с резюме от изследване (Saputro et al., 2020), свързано с ъглите на винтово свредло. Терминът, използван за ъгълът, като входен параметър е *twist drill angle*, което е крайно недостатъчно. Читателя може да се ориентира, че става въпрос за главният установъчен ъгъл K_r (Фигура 6) единствено по посочените стойности.

Abstract. The purpose of this research is to determine the effect of *twist drill angle* variations and spindle rotational speed on the surface roughness of S45C steel in the drilling process. The method used in this research is the experimental method. The independent variables used in this study are variations in *twist drill angle* (118° , 122° , 125°) and spindle rotational speed variations (1036 rpm, 1340 rpm, 1630 rpm). The dependent variable used is the result of surface roughness in S45C steel. While the control variable used is a feed rate of 0.18 mm/round. The results showed the highest surface roughness was obtained at 125° *twist drill angle* variation and spindle rotational speed of 1630 rpm with a roughness value of $8.590 \mu\text{m}$, while the lowest surface roughness value was obtained at 118° *twist drill angle* variation and spindle rotational speed of 1036 rpm with a roughness value of $2.898 \mu\text{m}$. This research can be developed to find standards from other aspects that affect the results of the drilling process.

Фигура 5 – Резюме с нееднозначна терминология (Saputro et al., 2020)



Фигура 6 – Главен установъчен ъгъл K_r 3.41 (ISO 5419, 1982)

Едни от важните ъгли при режещите инструменти са тези, които отвеждат стружката. Тези ъгли са познати като *ъгли на стружкоотвеждане* или най-често срещано – *предни ъгли*. В ISO 3002-1 са дефинирани 4 основни вида – *tool side rake* γ_f (Фигура 8), *tool normal rake* γ_n (Фигура 9), *tool back rake* γ_p и *tool orthogonal rake* γ_o , в зависимост от равнината, в която се разглеждат. При винтовите свредла те могат да се разглеждат в ортогоналната равнина P_0 , работната равнина P_f и нормалната равнина P_n .

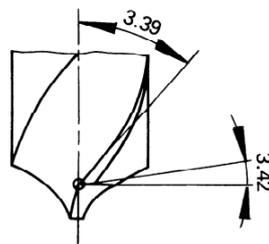
На Фигура 7 е посочен пример с използването на *rake angle*, като фактор намаляващ размера на чепака. В случая не се дефинира в коя равнина се разглежда и колко е упоменатия ъгъл, как е измерен и как се стига до извода, че той влияе на размера на чепака.

reduced remarkably.

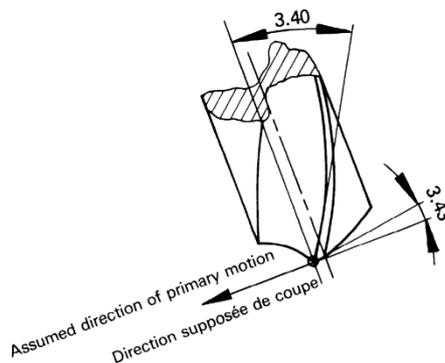
Tool angle, workpiece angle and other cutting conditions were found [12] to influence on burr dimensions while drilling aluminium alloy Al6061-T6. Increase in rake angle reduced burr dimension. Many researchers explored different ways to reduce burr size in drilling and also effects of various cutting conditions of drilling burr size [13-15].

From literature survey, it was found that

Фигура 7 – Част от абзац от статия относно влиянието на *rake angle* (Saha, n.d.)



Фигура 8 – Ъгъл на стружкоотвеждане (страничен) 3.39; работен заден ъгъл 3.42 (ISO 5419, 1982)

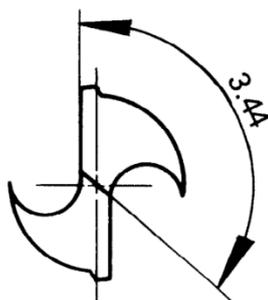


Фигура 9 – Нормален ъгъл на стружкоотвеждане 3.40 (ISO 5419, 1982)

На Фигура 10 е посочен пример от изследване (Nacer et al., 2023) с използването на *axial rake angle of the chisel edge*. Съгласно ISO 3002-1 и ISO 5419 такава дефиниция не съществува. Можем само да предположим, че става въпрос за предните ъгли на напречният режещ ръб, но по стандарт съществува само ъгъл на напречния режещ ръб (Фигура 11).

... can be used as a foundation for drill wear detection through their finite element simulations and small importance of the chisel edge axial rake angle when of the axial rake angle of the chisel edge, the c

Фигура 10 – Част от абзац от статия относно разглеждания ъгъл *axial rake angle of the chisel* (Nacer et al., 2023)



Фигура 11 – Ъгъл на напречния режещ ръб 3.44 (ISO 5419, 1982)

Това създава сериозни затруднения при интерпретация и сравнение между различни изследвания. Без яснота относно контекста на измерването, числата губят своята практическа стойност. Например, работният заден ъгъл може да варира значително в зависимост от това в коя точка от режещият ръб е измерен – но ако това не е посочено, стойността става нееднозначна.

Допълнително, терминологията, въведена в ISO 5419:1982, която предлага точни и последователни дефиниции за конструктивните елементи и геометричните характеристики на свередлата, рядко или въобще не се използва. Вместо това се срещат описания с общи термини като “*drill angle*”, “*relief angle*”, “*rake angle*”, без връзка с конкретна равнина или стандарт. Това води до размиване на значението и затруднява както научната комуникация, така и практическото приложение на резултатите.

За да се постигне по-голяма точност и съпоставимост, е необходимо авторите да посочват не само стойностите, но и правилно да дефинират разглежданите параметри.

Преглед на голяма част от стандартите, отнасящи се за винтови свередла

- **ISO 3002-1:1982** – Основни величини при рязане и шлифване – Част 1: Геометрия на активната част на режещите инструменти – общи термини, системи от равнини, ъгли на инструмента и работни ъгли. Стандартът дефинира универсална терминология и координатни системи за геометрията на всички видове режещи инструменти. Включва определения на повърхности, режещи ръбове, референтни равнини и ъгли. (ISO 3002-1, 1982)
- **ISO 3002-2:1982** – Основни величини при рязане и шлифване – Част 2: Геометрия на активната част на режещите инструменти – Общи формули за преобразуване между инструментални и работни ъгли. Съдържа математически зависимости за превръщане на ъглите на инструмента („в ръка“) в работни ъгли („в процеса на рязане“) и обратно. (ISO 3002-2, 1982)

- **ISO 5419:1982** – *Винтови свредла – Термини, дефиниции и типове.* Представя класификация на винтовите свредла по конструктивни типове и геометрични параметри. Включва терминология на шест езика и е тясно свързан с ISO 3002-1. (ISO 5419, 1982)
- **DIN 1414-1:2006** – *Технически изисквания за винтови свредла от бързореждаща стомана – Част 1: Изисквания.* Определя геометрични параметри, допуски, материали и твърдост за HSS свредла. Включва изисквания за симетрия на сърцевината, ъгли, повърхностна обработка и маркировка. (DIN 1414-1, 2006)
- **DIN 1414-2:1998** – *Технически изисквания – Част 2: Контрол и инспекция.* Допълва DIN 1414-1 с методи за проверка на съответствие, включително измерване на геометрия, твърдост и отклонения. (DIN 1414-2, 1998)
- **DIN 1412:2001** – *Форми на режещата част на винтови свредла.* Класифицира различни типове (Form A, B, C, D, E). (DIN 1412, 2001)
- **DIN 1836:1984** – *Групи на приложение на режещи инструменти.* Стандартът дефинира класификация на инструментите според тяхното предназначение, включително винтови свредла. (DIN 1836, 1984)
- **DIN 6581:1985** – *Терминология на стружкоотнемането – Референтни системи и ъгли на режещата част.* Разширява ISO 3002-1 с подробни дефиниции на равнини и ъгли, използвани при анализ на геометрията на режещия клин. Включва както „инструмент в ръка“, така и „инструмент в работа“ системи. (DIN 6581, 1985)
- **ISO 235:2016** – *Винтови свредла с цилиндрична или конусна опашка – Размери.* Определя размерите на винтови свредла от тип jobber, stub и morse taper – в mm и inch, с таблици за дължини спрямо диаметъра. (ISO 235, 2016)
- **DIN 338:2006** – *Винтови свредла с цилиндрична опашка – Къса серия.* Стандарт за най-разпространените jobber свредла, включващи точни допуски, дължини и геометрия на спиралните канали. (DIN 338, 2006)
- **DIN 340:2006** – *Винтови свредла с цилиндрична опашка – Дълга серия.* Предназначени за дълбоко пробиване, с изисквания за праволинейност и устойчивост. (DIN 340, 2006)
- **DIN 345** – *Свредла с конусна опашка – Morse taper.* Определя размери и допуски за свредла с конусна опашка (DIN 345, 2006)
- **ISO 3292:1995** – *Извънредно дълги винтови свредла с цилиндрична опашка.* Стандарт за свредла с дължина до 400 mm, използвани при дълбоко пробиване. (ISO 3292, 1995)
- **ISO 3438:1975** – *Свредла за предварително пробиване преди нарязване на резба.* Определя геометрията на свредла за отвори преди метчикови операции. (ISO 3438, 1975)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването на геометричните параметри на винтовите свредла и по-специално на работния заден ъгъл α_f , показва необходимостта от ясно дефинирани стандарти и методи за измерване. Стандартите ISO 3002-1:1982 и ISO 5419:1982 предоставят надеждна основа за геометрично описание, но в някои случаи тяхното практическо приложение изисква

използването на съвременни цифрови технологии, особено когато се търси теоретично определен работен заден ъгъл в периферията, който не може да бъде измерен физически поради липса на реална главна задна повърхност.

В същото време, анализът на научната литература разкрива сериозни пропуски в използването на стандартизирана терминология и методология. Липсата на яснота относно начина на измерване на конкретни ъгли води до затруднения при интерпретация и ограничава възможността за съпоставимост между различни изследвания. За да се преодолеят тези проблеми, е необходимо по-широко прилагане на регламентираната терминология и по-строго документиране на измервателните подходи в научните публикации.

REFERENCES

- DIN 338, 2006. Parallel shank twist drills, jobber series.
- DIN 340, 2006. Parallel shank twist drills, long series.
- DIN 345, 2006. Morse taper shank twist drills.
- DIN 1412, 2001. Special point geometry.
- DIN 1414-1, 2006. Technical specifications for twist drills of high-speed steel - Part1: Requirements.
- DIN 1414-2, 1998. Technical specifications for twist drills of high-speed steel - Part 2: Inspection.
- DIN 1836, 1984. Groups of tool application for chip removal.
- DIN 6581, 1985. Terminology of chip removing - reference systems and angles on the cutting part of the tool.
- ISO 235, 2016. Parallel shank jobber and stub series drills and Morse taper shank drills.
- ISO 3002-1, 1982. Basic quantities in cutting and grinding - Part 1: Geometry of the active part of the cutting tools - General terms, reference systems, tool and working angles, chip breakers.
- ISO 3002-2, 1982. Basic quantities in cutting and grinding - Part 2: Geometry of the active part of the cutting tools - General conversion formulae to relate tool and working angles.
- ISO 3292, 1995. Extra-long parallel shank twist drills.
- ISO 3438, 1975. Subland twist drills with Morse taper shanks for holes Prior to tapping screw threads.
- ISO 5419, 1982. Twist drills – Terms, definitions and types.
- Nacer, M., Sami, B., Abdelaziz, A., 2023. Contradictory effects of machining conditions on wear in the main cutting zones of the twist drill. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2592343/v1>
- Saha, P.P., n.d. REDUCTION OF DRILLING BURR BY EMPLOYING A STEP DRILL OVER USING A TWIST DRILL.
- Saputro, R.D.A., Sukardi, T., Wibowo, Y.E., Hardiyanta, R.A.P., 2020. The effect of twist drill angle and spindle speed on surface roughness in S45C steel drilling process. J. Phys. Conf. Ser. 1700, 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1700/1/012024>