

**Ключевые слова:** *механизм повышения трещиностойкости, высокоскоростная наплавка на низкой погонной энергии, ударная вязкость, микронапряжения, сварочные напряжения, измельчение микроструктуры, бандажированные опорные валки.*

**Shchetinina V. I., Koval A. V., Elsaed Khaled**

## **THE BANDED SUPPORT ROLLS CRACK RESISTANCE INCREASE MECHANISM**

*Crack resistance largely determines the weld metal wear resistance, especially when surfacing banded support rolls, which are operated at high specific pressures, which leads to the bands breakage. The main characteristic of the weld metal crack resistance is the welded joints impact toughness, which is largely determined by the interatomic compression bonds. The weld metal crack resistance is determined by the weld stresses and interatomic bonds. The mechanism of crack resistance increase of banded support rolls at high-speed surfacing at low heat input, deformations and welding stresses reduction is established. It is established that crack resistance qualitatively characterizes impact toughness, which increases with increasing surfacing speed and decreasing heat input. As the welding speed increases to 0.021 m / s and the heat input decreases to 2.7 MJ / m, the impact toughness increases sharply and then remains almost unchanged. The increase in impact toughness with increasing welding speed is the result of the microstructure grinding and reduction of the crystal lattice microdistortions, microstresses and dislocation density, which are associated with the cracks formation. Similarly, the impact toughness changes, with increasing welding speed, the tensile strength, elongation and narrowing. The high values of impact toughness, elongation and narrowing indicate an increase in weld metal crack resistance. An energy-saving high-speed surfacing at low heat input process has been developed, which reduces heat input, deformations, welding stresses, provides microstructure crushing, interatomic compression bonds increase, banded support rolls crack resistance and wear resistance increase and bandage breakages absence.*

**Keywords:** *The crack resistance increase mechanism, high-speed surfacing at low heat input, impact toughness, microstresses, welding stresses, microstructure grinding, banded support rolls*

*Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» Самотугін С.С.  
Стаття надійшла 19.09.2020 р.*

**УДК 621.9**

**Манойлов О. В., Гагарін В. О., Кудінова К. В.**

## **ЗДОБУТКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТИВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБРОБЛЕННЯ РІЗАННЯМ**

*Розглянуто проблему впровадження міжнародних стандартів у промисловості та технічній освіті України. Перед фахівцями з технологій металообробки, логістики і*

## *Машинобудування і зварювальне виробництво*

*оперативного керування виробництвом постала проблема адаптувати технічну документацію до вимог нових стандартів і до сумісності з сучасними інтегрованими системами обміну технічною інформацією. Більшість провідних виробників різального інструменту надають інформацію про свою продукцію з дотриманням вимог комплексу стандартів ISO 13399. Внаслідок домінування на вітчизняному ринку продукції імпортного виробництва фахівці інженерних і логістичних підрозділів підприємств стикаються з певними складнощами стосовно інструментального забезпечення металообробки. Не останнє місце у створенні зазначених складнощів посідає неузгодженість вітчизняних систем позначення інструментів, матеріалів, величин та параметрів з міжнародними стандартами. За результатами аналізу змісту національних і міжнародних стандартів виявлено, що при відсутності принципових відмінностей у поняттях і термінах існують розбіжності у системах позначення величин і параметрів різальних інструментів, а також параметрів, що характеризують процеси оброблення різанням. Рекомендовано прийняття національних стандартів, ідентичних стандартам комплексу ISO 13399, а також перегляд національних стандартів, які суперечать усталеній у світовій практиці системі позначень. Зазначено позитивне значення впровадження стандарту DCTV ISO 513:2015, яким було узгоджено з міжнародними нормами класифікацію та систему позначення твердих інструментальних матеріалів. Зазначено існування певних розбіжностей у правилах оформлення конструкторських документів за альтернативними системами стандартів ЄСКД і ISO 128. Рекомендовано активізувати інформаційний і методичний супровід стандартів серії ISO 128. Наведено рекомендації з вибору програмного забезпечення, сумісного з форматами графічного подання даних обміну інформацією стосовно інструментальних систем за ISO 13399. Запропоновано активізувати адаптацію до нових стандартів навчальні процеси підготовки здобувачів вищої, післядипломної та професійної освіти, а також активніше залучати до розроблення національних стандартів науковців і компетентних фахівців з виробництва.*

**Ключові слова:** міжнародні стандарти, обмін інформацією, інструментальні системи, різальний інструмент, оброблення різанням, класифікація, логістика інструментального забезпечення.

**Постановка проблеми.** Характерними рисами сучасних тенденцій розвитку технологій металообробки є впровадження інноваційних високотехнологічних методів, глибока модернізація концепцій оброблення традиційними методами, а також широко-інтегроване впровадження у виробничі процеси цифрових і інформаційних технологій. Успішне ведення бізнесу у сфері машинобудування і металообробки вже неможливе в умовах нехтування світовими інтеграційними процесами, які підпорядковані усталеним принципам, правилам і стандартам. Попри певним досягненням вітчизняної стандартизації на сьогодні становище з переходом на міжнародні стандарти ще далеке від довершеності. Зокрема, щодо процесів і засобів технологічного оснащення оброблення різанням, а також загально-технічних норм оформлення документації на сьогодні в Україні використовуються стандарти, які певною мірою суперечать між собою і не у повній мірі відповідають нормам, які використовуються у більшості розвинених країн. Попри наявність напряму щодо переходу на міжнародні стандарти, алгоритми такого переходу не зовсім зрозумілі пересічному споживачеві. Аналіз публікацій показує, що найбільш активно використовується лише

стандарт ISO 9001 [1, 2]. Між тим існують значні резерви поліпшення інформаційного супроводу і популяризації впроваджених національних стандартів за рахунок державної підтримки і мотивації закладів освіти, зокрема за технічними напрямками підготовки.

Жорстка конкуренція на вітчизняному ринку продукції машинобудування та металообробки за умов поточного зниження попиту на неї мотивує інженерні служби підприємств до скорочення термінів технологічного підготовлення та освоєння виробництва нової продукції. Відчутну складову витрат часу на технічне підготовлення виробництва становлять проектні, виробничі і логістичні витрати часу на організацію інструментального забезпечення. Виклики сучасності мотивують підприємства до активнішого впровадження інтегрованих автоматизованих систем з функціями PDM, CAPP, CAM, CAD, CAE, використання яких сприяє значному скороченню тривалості циклу технологічного підготовлення виробництва. За таких умов значної актуальності набуває забезпечення сумісності і уніфікації інформаційних моделей різальних інструментів і засобів оснащення процесів оброблення різанням. На сьогодні у більшості індустріально розвинених країн впроваджено комплекс міжнародних стандартів серії ISO 13399 щодо обміну інформацією про різальні інструменти та інструментальні системи [4]. Стандарти цього комплексу систематизують і уніфікують параметри і споживчі характеристики інструментальних виробів, що і суттєво прискорює пошук і логістику інструментального забезпечення металообробних виробництв. Більшість провідних світових і регіональних виробників різального інструменту і засобів оснащення металообробки надають супровідну інформацію про свою продукцію саме з дотриманням вимог цього комплексу стандартів.

**Мета статті** – аналіз ситуації з переходом на нові стандарти та підготовки уніфікації національних стандартів до міжнародних аналогів.

**Виклад основного матеріалу.** За умов домінування продукції іноземних компаній на вітчизняному ринку постачання різального інструменту і засобів оснащення металообробки певних складнощів у формуванні логістики інструменту для оброблення різанням надає недостатня обізнаність фахівців відповідних структурних підрозділів підприємств-споживачів з діючими принципами міжнародної класифікації та позначення різальних інструментів, їхніх геометричних параметрів та параметрів режимів різання, класифікації та призначення інструментальних матеріалів та зносостійких покривів, а також певна неузгодженість діючих норм національних стандартів з міжнародною практикою.

У вітчизняній металообробці і профільній фаховій освіті становище ускладнюється тим, що практично усі видані на сьогодні в Україні довідково-нормативні матеріали і навчальні видання з оброблення різанням використовують понятійний апарат і систему позначень, регламентовані національним стандартом ДСТУ 2249–93 [3], який у свою чергу є ідентичним за змістом українським перекладом радянського ДСТУ 25762–83 і успадкував від нього термінологію і систему позначення величин і параметрів. На думку авторів цей стандарт (ДСТУ 2249–93) потребує термінового перегляду з метою уніфікації понятійного апарату і системи позначення геометричних параметрів функціональних частин різальних інструментів зі стандартами ISO 3002 та ISO 13399 (рис. 1; табл. 1), а також усунення семантичної неузгодженості у викладенні низки термінів з іншими діючими національними стандартами України.

## Машинобудування і зварювальне виробництво

Таблиця 1 – Відповідність познач величин і параметрів різальних інструментів і процесів оброблення різанням за національними і міжнародними стандартами

Величина або параметр	Позначка		
	За ДСТУ 2249–93	За ISO 3002- 1:1982	За ISO 13399
Глибина різання	$t$	$a_p$	APMX
Подача	$S$	$f$	
Подача на оберт	$S_o$	$f_n$	
Подача на зубець	$S_z$	$f_z$	
Швидкість подачі	$v_s$	$v_f$	
Швидкість різання	$v$	$v_c$	
Передній кут	$\gamma$	$\gamma_o$	GAMO
Нормальний передній кут	$\gamma_n$	$\gamma_n$	GAMN
Боковий передній кут*	—	$\gamma_f$	GAMF
Осьовий передній кут*	—	$\gamma_p$	GAMP
Головний задній кут	$\alpha$	$\alpha_o$	ALO
Нормальний задній кут	$\alpha_n$	$\alpha_n$	ALN
Боковий задній кут*	—	$\alpha_f$	ALF
Осьовий задній кут*	—	$\alpha_p$	ALP
Кут загострення; головний кут загострення	$\beta$	$\beta_o$	
Нормальний кут загострення	$\beta_n$	$\beta_n$	
Боковий кут загострення*	—	$\beta_f$	
Осьовий кут загострення*	—	$\beta_p$	
Головний кут в плані	$\varphi$	$\kappa_r$	KAPR
Допоміжний кут в плані	$\varphi'$	$\kappa'_r$	
Кут (в плані) при вершині	$\varepsilon$	$\varepsilon_r$	EPSR
Кут нахилу різальної кромки	$\lambda$	$\lambda_s$	LAMS
Кут швидкості різання	$\eta$	$\eta$	
Кут подачі	$\mu$	$\varphi$	

Примітка: \*для даних параметрів в ДСТУ 2249–93 визначень та познач не встановлено.

Певні зрушення в національній стандартизації спостерігаються щодо уніфікації з міжнародними стандартами системи класифікації інструментальних матеріалів. З прийняттям ДСТУ ISO 513:2015 в Україні було уніфіковано класифікацію твердих сплавів, керамічних інструментальних матеріалів, а також надтвердих інструментальних матеріалів на основі алмазу та кубічного нітриду бору. Згідно з цим стандартом пріоритети у позначенні інструментального матеріалу надаються насамперед його застосуванню і споживчим властивостям, без детальної регламентації його хімічного складу. Тобто, з прийняттям ДСТУ ISO 513:2015 звичні принципи класифікації та формування структури позначення марок твердих сплавів, в основу яких було покладено хімічний склад, — з поділом на одно-, дво-, трьохкарбідні та безвольфрамкові, — втратили актуальність. Певною мірою цьому сприяло розширення впровадження інновацій у технологіях нанесення на різальні інструменти або на їхні змінні робочі частини надтвердих, зносостійких, антифрикційних та композитних покривів, які здатні значно змінити механічні, фізичні і експлуатаційні властивості різальних лез у порівнянні з вихідним інструментальним матеріалом.

Варто зауважити, що подробиці рецептури і тонкощі технології отримання інструментального матеріалу певної марки нерідко становлять фірмове ноу-хау і, відверто кажучи, мало цікавлять споживача. На відміну від попередньої класифікації позначки груп застосування твердих інструментальних матеріалів за ДСТУ ISO 513:2015 не є ідентичними позначками певних марок інструментальних матеріалів, і між ними існує лише орієнтовна відповідність. Тобто одній групі застосування може відповідати декілька марок інструментальних матеріалів від різних брендів, і навпаки: певна марка інструментального матеріалу нерідко виявляється рекомендованою виробником для застосування у декількох групах. На сьогодні у практиці вітчизняній металообробки використовуються сотні марок твердих сплавів та інших інструментальних матеріалів і зносостійких покривів виробництва десятків компаній з власними внутрішньо-корпоративними системами позначення. Втім переважна більшість асортименту змінних непереточуваних пластин, вставок і подібних виробів, пропонованих постачальниками на вітчизняному ринку, має систему маркування, побудовану з урахуванням принципів, викладених у ДСТУ ISO 513:2015, — тобто у тій чи іншій мірі відображає саме призначення і споживчі властивості інструментального матеріалу, а не його рецептуру (рис. 2). Означена обставина є вагомим аргументом на користь популяризації системи класифікації твердих інструментальних матеріалів за ДСТУ ISO 513:2015.

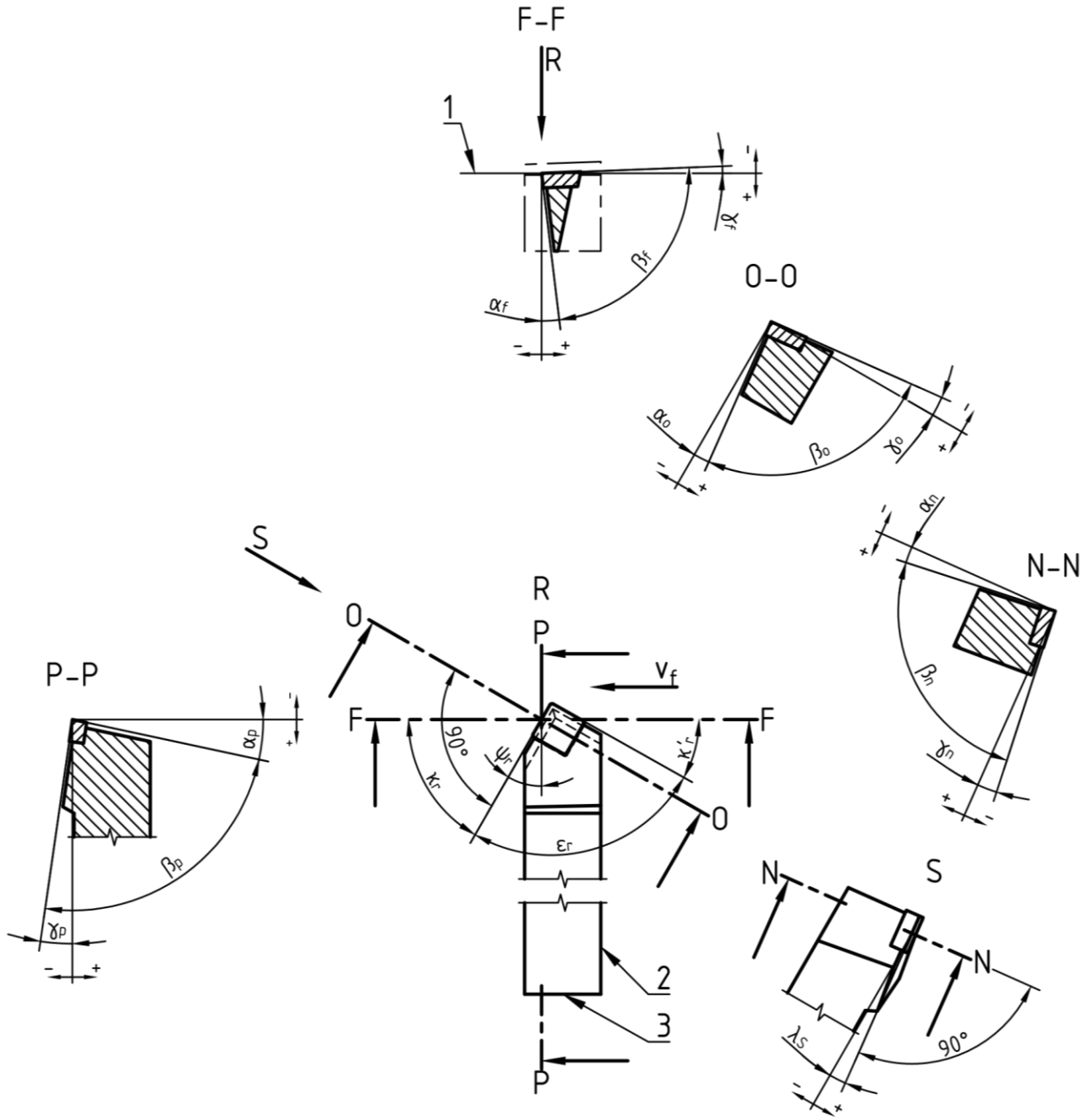


Рисунок 1 – Система позначення геометричних параметрів різальних інструментів за ISO 3002

Провідні компанії з виробництва різального інструменту надають потенціальному споживачеві вичерпну супровідну інформацію щодо своєї продукції, аж до надання у вільне поширення геометричних 3d моделей і 2d креслеників пропонуваніх виробів інструментального призначення (рис. 3). Це надає споживачеві можливість не тільки природніше сприймати інформацію виробника про певний виріб, але й оперативно і

оптимально адаптувати його до заданих технологічних потреб, а також до спроможностей і розмірного інтерфейсу наявного устаткування та адапційних засобів технологічного оснащення і у підсумку суттєво скоротити терміни виконання робіт з підготовки виробництва, пов'язані з інструментальним забезпеченням. Зазвичай супровід інформаційних моделей інструменту за ISO 13399 графічною інформацією передбачає подання її у двох стандартних форматах файлів — DXF для 2d креслеників і STEP для 3d моделей [6]. Відповідно, для оброблення завантажених файлів у даних форматах споживачеві потрібно подбати про придбання сумісного з ними програмного забезпечення і про опанування персоналом навичок користування таким програмним забезпеченням. Слід зауважити, що якщо перший з вказаних форматів дозволяє імпортувати та експортувати практично все програмне забезпечення, поширене в Україні, то STEP на сьогодні (2020 р.) експортується лише вибірково програмними продуктами та їхніми версіями, як от SolidWorks, Autodesk Inventor, AutoCAD Mechanical, Autodesk Fusion 360, Creo тощо. STEP відомий, як формат стандарту ISO 10303 для комп'ютерного подання і обміну індустріальними даними між CAD-, CAM-, CAE- та PDM-системами.

Стосовно сумісності стандартів оформлення технічних креслеників слід зазначити існування певних розбіжностей у правилах їхнього оформлення між ЄСКД і міжнародними стандартами. У певних випадках подібні розбіжності мають принциповий характер і за контекстом не можуть сприйматись без неоднозначностей і помилок. Слід зазначити, що в Україні ще з 2005 року на альтернативних засадах зі стандартами ЄСКД було започатковано впровадження стандартів графічного оформлення технічних креслеників, ідентичні стандартам серій ISO 128 та ISO 129. Автори змушені констатувати, що попри те, що з прийняття стандартів цих серій для них було встановлено рівну юридичну силу зі стандартами ЄСКД, навіть дотепер дотримання цих стандартів значного поширення серед пересічної інженерної спільноти не набуло. Серед причин такого становища не останнє місце посідають недостатні інформаційний супровід і популяризація стандартів цієї серії, а також нехтування ними при викладанні технічних дисциплін у закладах освіти.

На останок наведемо декілька реплік стосовно значення діяльності закладів освіти у популяризації національних і міжнародних стандартів. Протягом останніх років вимоги до змісту і якості підготовки фахівців з вищою освітою за інженерними напрямками зазнали відчутних змін, значною мірою пов'язаних із забезпеченням перспектив мобільності освіти і адаптації випускника до професійної діяльності в умовах інтеграції до міжнародних економічних відносин. Знання міжнародних стандартів подання і обміну даними про різальні інструменти, володіння ефективними навичками використання їх у професійній діяльності сприяють конкурентоспроможності майбутнього фахівця з механічної інженерії за спеціалізаціями, пов'язаними з обробленням різанням. Відповідно, нагальною потребою є внесення певних коректив у викладання низки інженерних дисциплін і зміст навчальних видань з них.

## Машинобудування і зварювальне виробництво

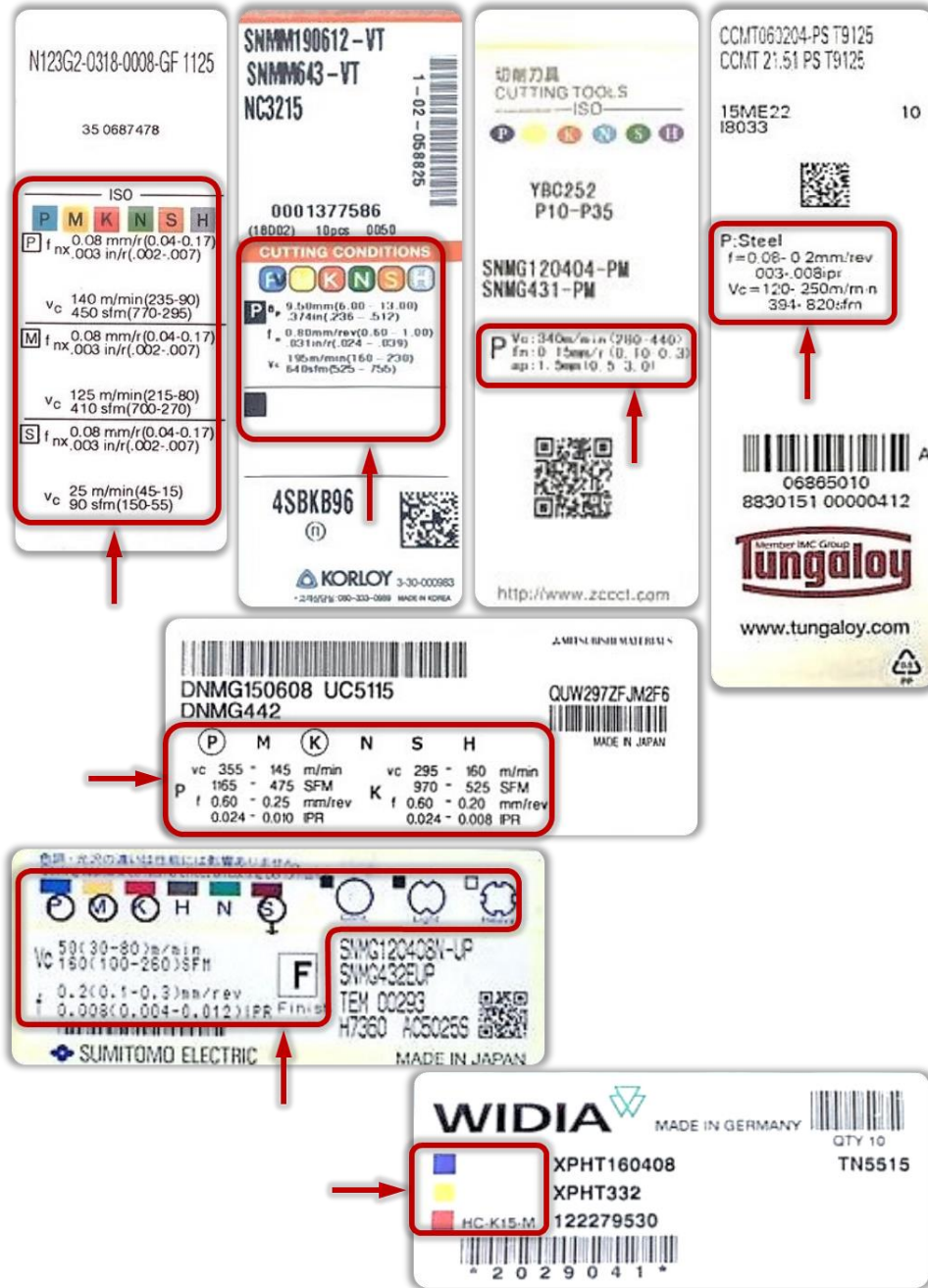


Рисунок 2 – Приклади позначення на етикетках виробників призначення і галузей застосування змінних непереточуваних пластин



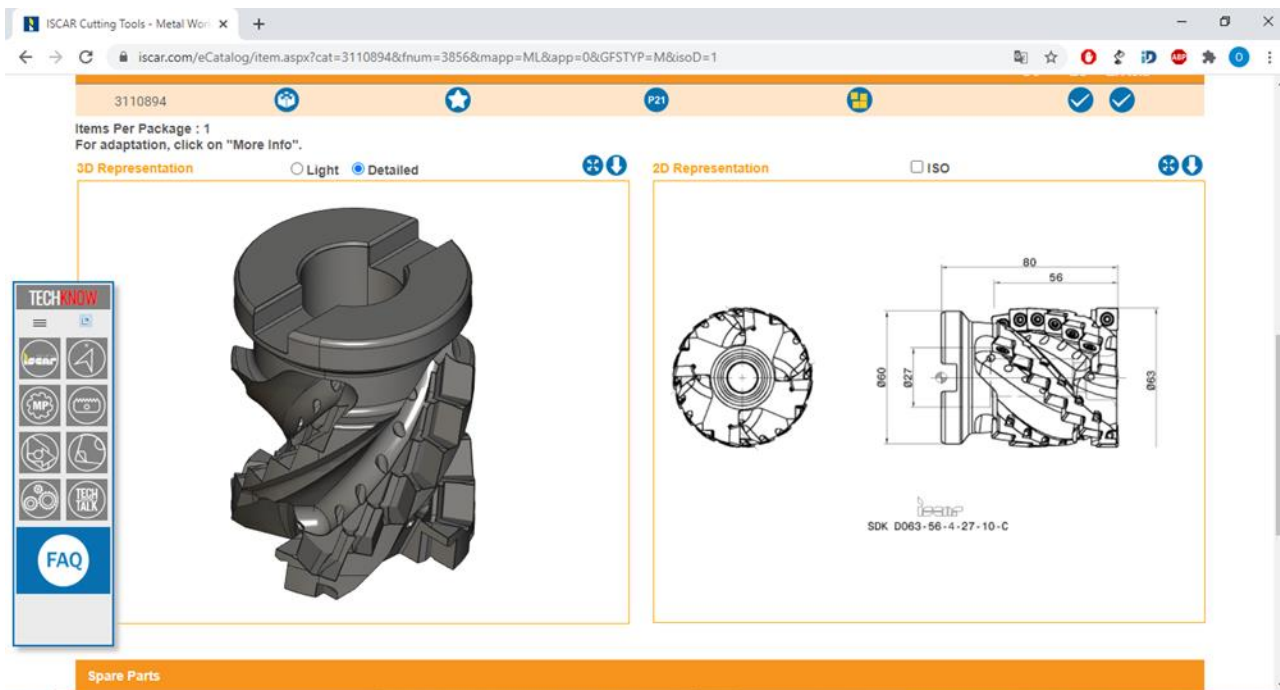


Рисунок 3 – Вільно поширювані 3d модель і 2d кресленник збірної торцево-циліндричної фрези SDK D063-56-04-27-10-C у вікні перегляду сайту компанії Iscar

Безперечно, у викладанні фахових дисциплін потрібен розумний баланс між фундаментальними теоретичними основами і революційними змінами і інноваційними досягненнями. На сьогодні між ними немає якихось принципових розбіжностей. Проте подання навчального матеріалу, термінологію і систему позначень величин і параметрів і вимоги до оформлення технічних документів слід привести до максимальної відповідності діючим міжнародним стандартам і сучасним тенденціям. Адже складно уявити, щоб у XXI столітті хтось викладав географію за трактатами і картами, складеними до Колумба, а граматику – за дореформеною абеткою.

## ВИСНОВКИ

Перехід на стандарти аналогічні ISO в Україні відбувається, але цей процес повільний і викликає багато незручностей у користувачів.

Необхідна популяризація сучасних методів обміну інформацією щодо інструментальних матеріалів та інструменту, що полегшить роботу інструментальних служб та дадуть поштовх розвитку галузі.

Потрібне узгодження та уніфікація термінології при прийнятті нових стандартів.

Нагальною потребою є внесення певних коректив у викладання низки інженерних дисциплін і зміст навчальних видань з них. Знання міжнародних стандартів обміну даними про різальні інструменти, сприяють конкурентоспроможності майбутнього фахівця.

### Список використаних джерел:

1. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. – К.: УкрНДНЦ, 2016. – 22 с.
2. ДСТУ 2233–93. Інструменти різальні. Терміни та визначення. – Введ. 1994–07–01. – К.: Держстандарт України, 1993. – 43 с.
3. ДСТУ 2249–93. Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення. – Чинний від 1995–01–01. – К.: Держстандарт України, 1994. – 63 с.
4. ДСТУ ISO 513:2015 (ISO 513:2012, IDT) Матеріали тверді різальні для зняття стружки з певними різальними крайками. Класифікація та застосування. Позначення основних груп щодо зняття стружки і груп щодо застосування. – Чинний від 2016–01–01. – К.: УкрНДНЦ, 2015. – 42 с.
5. ISO 3002-1:1982. Basic quantities in cutting and grinding. Part 1 : Geometry of the active part of cutting tools – General terms, reference systems, tool and working angles, chip breakers. – Geneva, Switzerland: ISO, 1992. – 52 p.
6. ISO 13399-3:2014. Cutting tool data representation and exchange. Part 3 : Reference dictionary for tool items. – Geneva, Switzerland: ISO, 2014. – 140 p.
7. Манойлов, О. В. Перспективи адаптації національних стандартів України до стандартів серії ISO 128 та проблеми інформаційного забезпечення їхнього впровадження / О. В. Манойлов, В. О. Гагарін, К. В. Кудинова // Університетська наука - 2020 : тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. (Маріуполь, 20–21 травня 2020 р.): в 4 т. / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2020. – Т. 2. – С. 64–68.
8. Роз'яснення щодо дії міждержавних стандартів (ГОСТ) в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://quality.ua/roz-yasnennya-shhodo-diyi-mizhderzhavnih-standartiv-gost-v-ukrayini/>
9. ДП «УкрНДНЦ». Послуги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uas.org.ua/ua/services/>
10. Mastercam інтегрує бібліотеку інструментів Adveon™ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/news/press\\_releases/pages/mastercam-and-adveon.aspx](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/news/press_releases/pages/mastercam-and-adveon.aspx)
11. Catalog ISCAR [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.iscar.com/eCatalog/Index.aspx>

**Манойлов О. В., Гагарін В. А., Кудинова К. В.**

### **ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ**

*Рассмотрена проблема внедрения международных стандартов в промышленности и техническом образовании Украины. Перед специалистами по технологиям металлообработки, логистике и оперативному управлению производством стоит проблема адаптации технической документации к требованиям новых стандартов и к совместимости с современными интегрированными системами обмена технической информацией. Большинство ведущих производителей режущего инструмента*

## Машинобудування і зварювальне виробництво

предоставляют информацию о своей продукции с соблюдением требований комплекса стандартов ISO 13399. Вследствие доминирования на отечественном рынке продукции импортного производства специалисты инженерных и логистических подразделений предприятий сталкиваются с определенными затруднениями в инструментальном обеспечении металлообработки. Не последнее место в создании отмеченных затруднений занимает несогласованность с международными стандартами отечественных систем обозначения инструментов, материалов, величин и параметров. По результатам анализа содержания национальных и международных стандартов установлено, что при отсутствии принципиальных различий в понятиях и терминах существуют расхождения в системах обозначения величин и параметров режущих инструментов, а также параметров, характеризующих процессы обработки резанием. Рекомендовано принятие национальных стандартов, идентичных стандартам комплекса ISO 13399, а также пересмотр национальных стандартов, которые противоречат сложившейся в мировой практике системе обозначений. Отмечено положительное значение принятия стандарта ДСТУ ISO 513:2015, согласовавшего с международными нормами классификацию и систему обозначения твердых инструментальных материалов. Отмечено существование определенных расхождений в правилах оформления конструкторских документов в альтернативных системах стандартов ЕСКД и ISO 128. Рекомендовано активизировать информационное и методическое сопровождение стандартов серии ISO 128. Приведены рекомендации по выбору программного обеспечения, совместимого с форматами графического представления данных обмена информацией об инструментальных системах по ISO 13399. Предложено активизировать адаптацию к новым стандартам учебных процессов подготовки соискателей высшего, последипломного и профессионального образования, а также активнее привлекать к разработке национальных стандартов ученых и компетентных специалистов с производства.

**Ключевые слова:** международные стандарты, обмен информацией, инструментальные системы, режущий инструмент, обработка резанием, классификация, логистика инструментального обеспечения.

**Manoilov O. V., Naharin V. O., Kudinova K. V.**

### ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL STANDARDS OF INFORMATION SUPPORT OF INSTRUMENTAL CUTTING PROCESSING SYSTEMS

*The problem of implementation of international standards in industry and technical education in Ukraine is considered. Specialists in metalworking, logistics and operational production management faced the problem of adapting technical documentation to the requirements of new standards and to compatibility with modern integrated technical information exchange systems. Most leading manufacturers of cutting tools provide information about their products in compliance with the requirements of ISO 13399. Due to the dominance of imported products in the domestic market, specialists in engineering and logistics departments of enterprises face certain difficulties in tooling metalworking. Not the last place in creation of the specified difficulties is occupied by inconsistency of domestic systems of designation of tools, materials, sizes and parameters with the international standards. According to the analysis of the content of national*

*and international standards, it was found that in the absence of fundamental differences in concepts and terms, there are differences in the systems of notation of values and parameters of cutting tools, as well as parameters that characterize cutting processes. It is recommended to adopt national standards identical to the standards of the ISO 13399 complex, as well as to revise national standards that contradict the established system of designations in world practice. The positive significance of the implementation of the standard DSTU ISO 513: 2015, which harmonized the classification and system of designation of solid tool materials with international standards, was noted. The existence of certain differences in the rules of design documents for alternative systems of ESCD and ISO 128 standards is recommended. It is recommended to intensify information and methodological support of ISO 128 series standards. It is proposed to intensify the adaptation to the new standards of educational processes for the preparation of applicants for higher, postgraduate and professional education, as well as to more actively involve scientists and competent specialists in the development of national standards.*

**Keywords:** *international standards, information exchange, tool systems, cutting tool, cutting processing, classification, tool logistics*

*Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» В. В. Суглобов  
Стаття надійшла 19.09.2020 р.*

**УДК 621.923**

**Сергєєв А. С.**

## **РОЗВИТОК ТЕОРЕТИКО-ІМОВІРНІСНОГО ПІДХОДУ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ПРИ ШЛІФУВАННІ**

*В роботі отримав подальший розвиток теоретико-імовірнісний підхід до визначення параметрів шорсткості поверхні при шліфуванні. На його основі встановлено аналітичні залежності для визначення висотних параметрів шорсткості поверхні при шліфуванні кругом, в якому ріжучі зерна змодельовані в формі сфери. Це нове теоретичне рішення, так як у відомих розрахунках параметрів шорсткості поверхні ріжучі зерна, як правило, приймаються в спрощеному вигляді в формі конуса або усіченого конуса. Безсумнівно, це дозволяє спростити розрахунки, однак при цьому має місце досить велика розбіжність теоретичних і експериментальних значень шорсткості поверхні. Тому уявлення в розрахунках ріжучих зерен в формі сфери дозволяє наблизити розрахункові значення параметрів шорсткості поверхні при шліфуванні до експериментальних даних, що підтверджується результатами експериментальних досліджень. Розрахунками встановлено, що при переході від конусоподібної до сферичної форми ріжучих зерен висотні параметри шорсткості поверхні зменшуються більш ніж в два рази, а це приводить у відповідність теорію і практику шліфування. Встановлено також, що з кінематики-геометричної точки зору глибина шліфування не входить в залежність для визначення висотних параметрів шорсткості поверхні. Однак, виходячи з експериментальних даних, зі збільшенням глибини шліфування збільшується параметр шорсткості поверхні  $R_a$ , що може*