

**ISCAR — ваш надійний партнер у галузі металообробки,  
що пропонує високотехнологічні рішення, які допомагають знижувати витрати,  
підвищувати якість обробки та оптимізувати виробничі процеси.**



**ТОВ «ІСКАР Україна»**  
тел. +380 50 440 23 91  
info@iscar.com.ua | www.iscar.com.ua



# Відрізка та точіння канавок

## ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ ДО СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ РІШЕНЬ

Операції відрізки та точіння канавок часто залишаються в тіні інших токарних процесів, хоча саме вони нерідко визначають стабільність обробки, продуктивність і собівартість виготовлення деталей. Сучасні інструментальні системи, серед яких важливе місце посідають рішення компанії ISCAR, дозволяють ефективно вирішувати основні технологічні завдання цього типу обробки. Це досягається завдяки підвищенню жорсткості інструментальної системи, оптимізації процесу стружкоутворення та евакуації стружки, а також ефективному охолодженню зони різання.

Коли йдеться про токарну обробку на універсальних, автоматичних або токарних верстатах із ЧПК, основну увагу приділяють базовим технологічним операціям: зовнішньому та внутрішньому поздовжньому точінню, конічному точінню, профільному точінню, торцюванню, а також обробці фасок і канавок. Саме ці операції формують основу більшості технологічних процесів механічної обробки деталей тіл обертання та визначають вимоги до вибору різального інструменту, режимів різання та стабільності процесу.

Натомість операції відрізки та точіння канавок часто помилково вважають відносно простими допоміжними процесами, які рідко отримують належну увагу. Проте саме вони, особливо відрізка, здатні створювати серйозні технологічні труднощі та потребують ретельного підходу до вибору інструмента й режимів обробки.

Умови даної операції від початку є досить складними. З одного боку, зменшення ширини різку дає змогу мінімізувати втрати матеріалу та знизити витрати на обробку. З іншого — зі збільшенням діаметра заготовки необхідно збільшувати виліт інструмента. Тонкий інструмент із великим вильотом має недостатню жорсткість, що негативно впливає на стабільність процесу.

Ще одним важливим завданням під час операцій відрізання та обробки канавок є забезпечення ефективної евакуації стружки. Вона повинна вільно виходити з вузької та глибокої зони різання, не пошкоджуючи оброблену поверхню, різальну пластину й державку. Саме тому оптимізація геометрії передньої поверхні пластини та стружколомальних елементів є одним із ключових інженерних завдань, від якого залежать стабільність процесу різання, стійкість інструмента та якість обробки.

Під час операцій відрізання та обробки глибоких канавок за один прохід різальна пластина працює в умовах обмеженого простору, оскільки матеріал заготовки охоплює її з обох боків. У таких умовах істотно зростають сили тертя, ускладнюється евакуація стружки та погіршується відведення тепла із зони різання, що висуває підвищені вимоги до конструкції інструмента та геометрії різальної пластини. Водночас специфіка процесу ускладнює ефективну подачу мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання, що знижує ефективність охолодження та змащування.

У міру наближення інструмента до осі обертання діаметр обробки зменшується. Якщо частота обертання шпинделя залишається сталою, швидкість різання також зменшується, досягаючи нуля в центрі заготовки, що погіршує умови різання. Оскільки під час відрізання та обробки канавок діаметр різання безперервно змінюється, змінюється і фактична швидкість різання. На сучасних верстатах із ЧПК ця проблема вирішується використанням режиму постійної швидкості різання (CSS), за якого система автоматично коригує частоту обертання шпинделя відповідно до поточного діаметра. На верстатах без такої функції оператору доводиться працювати з фіксованою частотою обертання, що не завжди забезпечує оптимальні умови різання.

На завершальній стадії відрізки, коли різальна пластина наближається до осі заготовки, жорсткість залишкової перемички матеріалу різко зменшується. Під дією сил різання вона руйнується, унаслідок чого на торцевій поверхні відрізаної деталі формується характерний центральний залишковий виступ. Його утворення є типовим явищем під час операцій відрізання, а форма та розміри визначаються геометрією різальної пластини, режимами різання, властивостями матеріалу заготовки та стабільністю технологічної системи.

Таким чином, операції, які часто вважаються другорядними, насправді не такі прості, як може здатися на перший погляд, і вимагають належного інструментального забезпечення для досягнення високої продуктивності.

Для вирішення цих завдань виробники різального інструменту постійно вдосконалюють існуючі конструкції та створюють нові. Основна мета — підвищення продуктивності, надійності та економічної ефективності відрізки та точіння канавок.

Розробки охоплюють як традиційні напрямки — підвищення жорсткості інструменту, покращення його динамічних характеристик, використання нових інструментальних матеріалів і покриттів, — так і нові підходи, спрямовані на оптимізацію контролю стружки, подачі ЗОР і зниження теплового навантаження.

Водночас широкий спектр сучасних конструкційних матеріалів змушує переглядати баланс між універсальністю інструменту та його спеціалізацією для певних груп матеріалів. Додатковим фактором є постійне зростання вартості вольфраму — основного компонента твердих сплавів, що робить ефективне використання інструментального матеріалу дедалі важливішим.

## SELF-GRIP — ВІДПРАВНА ТОЧКА РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВІДРІЗКИ

Одним із визначальних етапів розвитку відрізного інструменту стало впровадження компанією ISCAR у 1970-х роках системи **SELF-GRIP** — сімейства інструментів зі змінними багатогранними пластинами (рис. 1). Запропонована конструкція поєднала високу надійність кріплення пластини, точність її позиціонування та можливість швидкої заміни, що стало значним технологічним кроком порівняно з традиційними цільними відрізними різцями. Багато технічних рішень, реалізованих у SELF-GRIP, згодом були розвинені в подальших поколіннях інструментальних систем ISCAR для відрізки та точіння канавок. З'явилися такі відомі лінійки, як DO-GRIP, TANG-GRIP, PENTA-CUT та інші, що стали надзвичайно популярними в металообробній промисловості. Тому кожна нова розробка компанії в цьому сегменті викликає значний інтерес серед фахівців.



**Рис. 1.** SELF-GRIP — система, з якої розпочалася історія успіху ISCAR у сегменті відрізного інструменту

Останні роки не стали винятком. Портфель нових рішень ISCAR для відрізки та точіння канавок наочно демонструє, як сучасні виробники інструменту успішно відповідають на виклики галузі та знаходять ефективні рішення для складних виробничих завдань.

## PENTA-CUT | QUICK-PENTA — ПІДВИЩУЮЧИ РЕСУРС І ЗНИЖУЮЧИ СОБІВАРТІСТЬ

Важливим кроком у розвитку інструментів для відрізки та точіння канавок стала система **PENTA-CUT**, у якій компанія ISCAR реалізувала концепцію змінної твердосплавної пластини п'ятикутної форми. Наявність п'яти різальних кромок дає змогу максимально ефективно використовувати ресурс пластини, зменшувати витрати на інструмент і знижувати собівартість обробки за збереження високої продуктивності та стабільності процесу різання.

Широка номенклатура різальних пластин, різних форм стружколамів і марок твердого сплаву дає змогу підібрати оптимальний інструмент для обробки конструкційних і нержавіючих сталей, чавунів, жароміцних і титанових сплавів, а також кольорових металів. Різноманітність типорозмірів пластин і державок забезпечує ефективне виконання операцій відрізки та точіння канавок на деталях різної конфігурації, включно з трубами, тонкостінними заготовками та деталями з недостатньою жорсткістю.

Нова серія **QUICK-PENTA** (рис. 2) стала черговим етапом розвитку системи PENTA-CUT. Особливістю даної конструкції є можливість виконувати індексацію різальної пластини без повного викручування затискного гвинта. Завдяки цьому скорочується час переналагодження інструмента, підвищується зручність роботи оператора та зменшуються прості обладнання.

Новий механізм кріплення забезпечує вищу жорсткість фіксації пластини, що позитивно впливає на стабільність обробки. Завдяки цьому інструмент QUICK-PENTA може використовуватися не лише для відрізки та точіння канавок, а й для інших токарних операцій.

Конструкція державки передбачає внутрішні канали для підведення ЗОР безпосередньо до зони різання, у тому числі з використанням систем високого тиску (HPC). Таке рішення забезпечує інтенсивне охолодження різальної кромки, полегшує евакуацію стружки з глибоких канавок і знижує ймовірність її повторного потраплення в зону різання.

Важливо також, що пластини QUICK-PENTA сумісні з уже наявними державками PENTA-CUT.



**Рис. 2.** Інструмент QUICK-PENTA з новим механізмом кріплення пластини для підвищення жорсткості та швидкого індексування різальних кромок

## СТАБІЛЬНІСТЬ І НАДІЙНІСТЬ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ В УМОВАХ ВИСОКИХ ПИТОМИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Операції відрізки на автоматах поздовжнього точіння та компактних токарних верстатах висувають особливі вимоги до інструмента. Для відрізки пруткових заготовок малого діаметра доцільно застосовувати інструмент із мінімальною шириною різальної пластини, що дає змогу зменшити втрати матеріалу. Водночас конструкція інструмента повинна забезпечувати достатню жорсткість різальної частини, необхідну для стабільного процесу різання та надійної роботи в умовах високих питомих навантажень.

Додатковою проблемою є ускладнене відведення стружки в умовах обмеженого робочого простору, що потребує спеціальних конструктивних рішень для забезпечення стабільності процесу різання. Одним із таких рішень стали інструменти **Mini QUICK-2-CUT**, розроблені компанією ISCAR.

У цих інструментах застосовуються високоточні двосторонні пластини з тангенціальним кріпленням, за якого пластина встановлюється в державці з опорою на бічні поверхні посадкового гнізда. Така конструкція підвищує жорсткість інструмента і дає змогу ефективно працювати в умовах обмеженої зони різання (рис. 3).

Задня неробоча частина пластини має V-подібну форму зі спеціальним виступом, який точно позиціонується у спеціальному посадковому гнізді. Завдяки цьому основні сили різання сприймаються базовими поверхнями державки, а навантаження на затискний гвинт істотно зменшується.

Результатом є висока жорсткість системи, що забезпечує плавне та безпечне різання з високою повторюваністю розмірів навіть при ширині різу в діапазоні 0,33–2,00 мм.

Точкова подача ЗОР безпосередньо в зону різання, у тому числі під високим тиском, додатково підвищує стійкість інструмента та покращує відведення стружки.



**Рис. 3.** Система Mini QUICK-2-CUT із тангенціальним кріпленням пластини для високоточного відрізання пруткових заготовок

## ВИСОКОШВИДКІСНА ОБРОБКА КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ

Для системи **DO-GRIP**, що широко застосовується в операціях відрізки та точіння канавок, компанія ISCAR представила нову версію різальної пластини із симетричною геометрією ріжучої кромки відносно напрямку подачі (рис. 4). Пластина виготовлена з полікристалічного алмазу (PCD) і призначена для високошвидкісної обробки заготовок із матеріалів групи ISO N — кольорових металів і сплавів, а також полімерів і композитів. Використання PCD забезпечує підвищену зносостійкість, стабільність різання та високу якість обробленої поверхні при роботі на підвищених швидкостях різання.



**Рис. 4.** PCD-пластина DO-GRIP з інтегрованим стружколомом для ефективної обробки кольорових металів та сплавів

PCD значно перевершує твердий сплав за твердістю та зносостійкістю, що забезпечує істотно більший ресурс інструмента, особливо під час обробки матеріалів групи ISO N, зокрема алюмінієвих сплавів з підвищеним вмістом кремнію та іншими твердими включеннями, що мають абразивний характер.

Висока теплопровідність і твердість PCD дозволяють працювати на значно більших швидкостях різання порівняно з твердосплавними пластинами, що безпосередньо впливає на зростання продуктивності.

Проте головною особливістю нової пластини стала наявність стружколома, сформованого безпосередньо на передній поверхні PCD.

Інтегрований стружколом суттєво покращує формування та відведення стружки, вирішуючи одну із основних проблем обробки кольорових металів, які схильні утворювати довгу безперервну стружку.

Крім того, таке конструктивне рішення сприяє зниженню сил різання та тепловиділення. У результаті процес відрізання стає більш стабільним, ефективним і безпечним.

**Нові розробки ISCAR демонструють, що навіть добре відомі технологічні операції можуть стати ефективнішими завдяки подальшому вдосконаленню конструкції інструменту, системи подачі ЗОР і геометрії різальних пластин. Це дозволяє підвищувати продуктивність, покращувати якість обробки та знижувати виробничі витрати. Саме тому сучасні рішення для відрізки та точіння канавок дедалі частіше стають важливим резервом підвищення ефективності металообробного виробництва.**