Tanulmány

A hűtőközeg előnyeinek kihasználása a leszúrásban és beszúrásban

A leszúrás és beszúrás hagyományosan nem tartozik a gépműhelyben dolgozók kedvenc feladatai közé. A vékony lapkák és szerszámtartók, valamint a gyakran szívós anyagok együttese sokszor igen bosszantó tapasztalatokhoz vezet. Vajon letörik a lapka? Vajon beragad a forgács a horonyba? Vajon megsérül a munkadarab, és le kell majd selejtezni? Ezek a lehetséges forgatókönyvek csak növelik a művelettel járó feszültséget. A leszúrás és beszúrás műveletei során a lapka anyaggal van körülvéve, ezért tehát jelentős mennyiségű hőnek van kitéve. Mi jelentheti a választ? A hűtőfolyadék megfelelő alkalmazása számos esetben egyszerre problémamegoldást és folyamatoptimalizálást is jelent – azonban sok esetben nem fordítanak rá kellő figyelmet. A tanulmány célja, hogy megmagyarázza, miért kell hangsúlyosabban foglalkozniuk a gépműhelyeknek azokkal a komoly előnyökkel, amelyeket a hatékony hűtőfolyadék-hozzávezetés nyújthat a beszúrási és leszúrási műveletekben.

Nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetés

A nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetés igen hatékony módja a nagy folyamatbiztonság, termelékenység és minőség fenntartásának a leszúrási és beszúrási műveletek során. Ráadásul, minél mélyebb a fogás vagy a horony, annál a nagyobb az igény a nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetésre, mivel a forgácsolási zónához nehéz hozzáférni a hagyományos hűtőközeg-hozzávezetési kialakítások használatával.

Az új technológiai fejlesztéseknek köszönhetően a hűtőfolyadék teljesítményfokozóként való alkalmazásával járó kihívások leküzdhetőkké válnak a leszúrási és beszúrási műveletek során. Például a területet érintő új szerszámozási fejlesztések között említhetjük a nagy pontossággal bejuttatott belső hűtőfolyadékot, amely segít a forgácsolási zóna (a lapka és a munkadarab közötti érintkezési pont) hatékonyabb hűtését és be tud hatolni az olyan térrészekbe és hornyokba is, ahol előnyös hatást fejthet ki.

Forgácskezelés

A megfelelő forgácskezelés egyértelműen elengedhetetlen a nem tervezett gépleállások vagy a szerszámtörés megelőzése érdekében. Ez különösen érvényes mélyebb leszúrási műveletek esetén, mely esetben hosszú szálas forgácsok keletkezhetnek, amelyek a szerszám köré tekeredhetnek és a forgácskohordó szerkezetben is elakadást okozhatnak. A nem megfelelő alakú, és nem kellően lecsökkent szélességű forgácsok beragadhatnak az éppen megmunkált horonyba, és ez nem csak rendkívül nagy terhelést fejt ki a szerszámra, de a folyamat is megbízhatatlanná válik, továbbá az elkészült felület is rossz minőségű lesz. A jobb forgácskezelés és forgácselvezetés, valamint a hornyok oldalsó falának jobb kenése együttesen a felületi minőség javulását és a forgácsok által okozott karcolások és nyomok kockázatának csökkentését eredményezik – a hűtőközeg segít a forgácsok kimosásában a horonyból.

A hűtőközeg kenőanyagként történő alkalmazása kulcsfontosságú a leszúrási műveletek során. Ha a hosszú, karcsú leszúró szerszám a munkadarabba elég mélyen hatol be, akkor fontos a megfelelő intézkedések meghozatala ahhoz, hogy a hűtőfolyadék hatékony sugár formájában megközelíthesse a forgácsolási zónának azon részét, ahol a hűtésre a legnagyobb szükség van. Még a hagyományos hűtési rendszerek alkalmazása esetén is a hűtőfolyadék nagy részének útját elkerülhetetlenül elállja a keletkezett forgács. A hűtőfolyadék-sugár használata tehát kritikus fontosságú a siker érdekében.

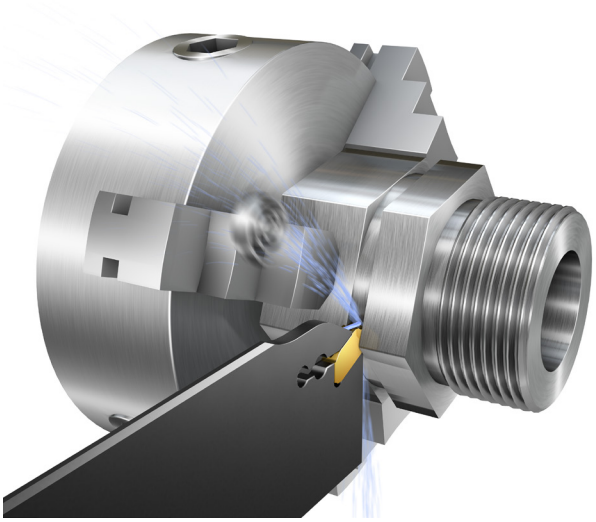
Élrátétek elkerülése

A nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetés további előnye – a kenési tulajdonságoknak köszönhetően – az élrátétek kialakulásának késleltetése. Ugyanakkor az élrátétet idő előtti kialakulásának alapvető oka a kenődésre hajlamos anyagokban – mint pl. a duplex rozsdamentes acél – fellépő túl alacsony vagy túl magas megmunkálási hőmérséklet. Következésképpen, mivel a forgácsolási sebesség lecsökken a rúd közepe felé haladva, a hűtőközeget le kell kapcsolni, hogy a hőmérséklet ne csökkenhessen le az élrátét képződésének megindulását jelentő értékig.

Az előtolás értéket ugyanakkor 75%-kal csökkenteni kell, kb. 2 mm-rel (0,079 hüvelykkel) a munkadarab központja előtt, mert ez csökkenti a forgácsolóerők nagyságát és drasztikusan megnöveli az éltartamot. Ezenfelül a törések elkerülése érdekében az előtolás soha ne lépjen túl a középponton, meg kell állni 0,5 mm-rel (0,02 hüvelykkel) előtte (a darab amúgy is le fog esni a saját súlyánál és hosszánál fogva). Szinkronizált ellenorsó alkalmazása esetén kb. 0,5mm-rel a középpont előtt állítsa le az előtolást, majd az egyik orsó megállítása után emelje el a darabot.

Felső vagy alsó hűtőközeg-rávezetés – vagy a kettő kombinációja?

A megmunkálási feltételektől függően lehet választani a szerszámon keresztül a forgácsolóélre történő felső és alsó hűtőközeg-rávezetés között. Sok esetben a kettő kombinációja az ideális. A felső hűtőfolyadék-rávezetés csökkenti a súrlódást a forgács és a lapka között, és ezáltal megakadályozza az élrátét képződését, valamint javítja a forgácskezelést – ez pedig a hosszú szerszámélettartam



és a kevesebb gépleállás titka. Ugyanakkor az élrátét képződését a hőmérséklet is befolyásolja – a nagyon jó hűtőközeg egy olyan tartományba csökkentheti a hőmérsékletet, ahol élrátét keletkezhet – ezért mindig csökkentse a forgácsolási sebességet 30–50%-kal felső és alsó hűtőközeg-rávezetés esetén.

Az alsó hűtőközeg-rávezetés csökkenti a súrlódás okozta hőmérséklet-emelkedést és a felületi kopást, valamint hozzájárul a forgácselvezetéshez. Az alsó hűtőközeg-rávezetés kenőhatása révén csökkenti a súrlódást a lapka hátsó oldalán, és ezáltal mérsékli a fhátkopást. Ez a hatás az öntöttvashoz hasonló abrazív anyagokban a legjelentősebb, de komoly szerszámélettartam-növekedést eredményez acél, rozsdamentes acél és hőálló szuperötvözetek esetében is. Az alulról történő hűtés különösen hosszabb forgácsolási idők mellett jelentős (mély hornyok esetében), mivel ekkor a hőmérséklet jelenti a korlátozó tényezőt.

Röviden összefoglalva, a hőmérséklet csökkentése a forgácsolási zónában felső vagy alsó hűtőközeg-rávezetés megvalósításával lehetővé teszi a puhább, de szívósabb lapkaminőségek használatát; a magas hőmérséklet, valamint a forgácsolóéleken és a csúcssugarakon fellépő nagy erők egyidejű jelenlétéből adódó összeroskadás – az úgynevezett képlékeny alakváltozás – kockázata nélkül. Mindez a kiszámíthatóbb élettartam és a biztonságosabb megmunkálási folyamat alapjául is szolgál.

Leszúrásnál nehéz a forgácsot csak a hűtőközeg nyomásával kisebb darabokra törni – ehhez túlságosan erős a kialakuló forgács. A felső hűtőközeg-rávezetés azonban javítja a forgácsképződést, a hatás az olyan hosszú forgácsú anyagokban nagyobb, amelyek lemezes forgácsot formálnak. Az acél esetében kisebb a hatás, de még így is javítja a forgácsképződést. Az alsó hűtőközeg-rávezetés szintén javítja a forgácseltávolítást, de a forgácstörést nem.

Igaz az a kijelentés, hogy a nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetésnek eltérő hatásai vannak a munkadarab anyagától függően. Hatása alacsony hővezetésű fémek megmunkálásakor a legnagyobb, mint például egyes rozsdamentes acélok, a titán és a hőálló szuperötvözetek. A nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetésnek a kenődésre hajlamos anyagok esetében is nagyobb a hatása, mint például az alacsony széntartalmú acélok, az alumínium vagy duplex rozsdamentes acélok esetén, ahol a forgácskezelés is probléma.

Mély hornyok

A mély leszúrási és beszúrási műveletek során a legjobb teljesítmény eléréséhez alapvető követelmény egy erős szerszámokból és lapkákból álló rendszer alkalmazása, mely merev befogással és könnyen csatlakoztatható hűtőfolyadék-ellátással rendelkezik. A CoroCut® QD és más hasonló rendszerek nem csupán megfelelnek a folyamat által támasztott követelményeknek, de javítják a forgácskezelést is a felső és alsó hűtőközeg-rávezetés kombinálásával (elérhető a CoroCut® 1-2 rendszernél is közepes- és kisméretű rúdátmérőkhöz). Ezáltal csökken a hőmérséklet-növekedés a forgácsolóélen, így kisebb a szerszámkopás mértéke és stabilabb teljesítmény tartható fenn. A forgácseltávolítás szintén javul.

Fontos, hogy a CoroCut QD-hez hasonló rendszerek lehetővé teszik a gépkezelők számára a forgácsolási sebesség megnövelését is, tipikusan 30–50%-kal. Ennek eredményeképpen kevesebb ideig érintkezik a munkadarab és a lapka ugyanannál az előtolási sebességnél, ez pedig több alkatrészt jelent élenként. Belső hűtés használatakor az a bevett gyakorlat, hogy a forgácsolási sebesség a következő értékekkel növelhető: 10 bar (145 PSI), v_c +10 százalékkal; 30 bar (435 PSI), v_c +30 százalékkal; és 70 bar (1015 PSI), v_c +50 százalékkal.

Ugyanakkor ezt nem szabad túlzásba vinni, mert egyes esetekben a szerszáméltartam csökkenni kezd a 100 bar-t (1450 PSI-t) meghaladó nyomás mellett, ami ellensúlyozza a CoroCut QD-hez hasonló nagy pontosságú hűtőközeg-hozzávezető rendszerek alkalmazásának előnyeit. A CoroCut QD 91 teszt során, 16 versenytárssal szemben, 85 százalékos átlagos szerszámélettartam-növekedést mutatott. Valójában az ügyfelek gyakran kétszeres, háromszoros vagy akár négyszeres éltartam-növekedést is elérhetnek az előző rendszerhez képest, különösen olyan egzotikus anyagok esetén, mint a titán vagy a nikkelalapú hőálló szuperötvözetek.

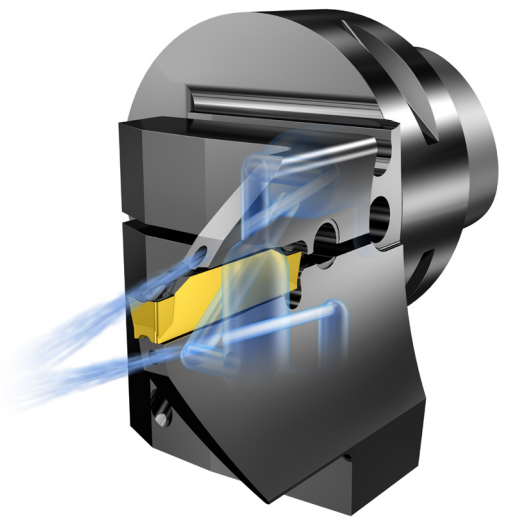
Hűtőfolyadék-hozzávezetési kritériumok

A legfontosabb, hogy a lapkáknak egy speciálisan fejlesztett csatornával kell rendelkezniük a geometria részeként, amely biztosítja, hogy a hűtő-kenő folyadék elérje a forgácsolóél megfelelő szakaszát a forgácsolási zónában. Ezenfelül a hűtőfolyadék nagy mennyiségben és nagy nyomáson történő, gépen keresztüli szállításához a szerszámtartókat és a szerszámcsatlakozókat a lehető legkisebb bonyolultsággal kell rögzíteni – a szerszámváltás és a hűtőközeg-ellátás csatlakoztatása nem lehet időigényes. Kulcsfontosságú tehát a rendszer felhasználóbarát kialakítása érdekében a megfelelő csatlakozóelemek használata, hogy ne legyen szükség hűtőfolyadék-csövekre vagy tömlőkre.

A modern, megfelelő csatlakozókkal rendelkező, szerszámon keresztüli hűtőközeg-ellátás, mely könnyű csatlakozást tesz lehetővé, már nem alkalmaz egyedi csőcsatlakozást, így lehetővé teszi a szerszámok gyors cseréjét. Valójában a korszerű fúvókatechnológia használatával, megfelelő alkalmazás mellett alacsony nyomásértéken, akár 10 baron is jelentkeztek javulások.

Hűtőközeg típusa

Bár leszúrásnál és beszúrásnál a hűtőfolyadékot a forgácsolóéleknél fellépő súrlódás, illetve a szerszámnál és a munkadarabnál jelentkező hőhatás minimalizálására használják, emellett tisztán tartja és keni a szerszámgépet, megelőzi a korróziót és elszállítja a képződő forgácsot is. Ezeket a tényeket mind figyelembe kell venni, amikor kiválasztjuk az alkalmazandó hűtőközeg típusát. A



különböző hűtőközegek, emulziók vagy olajak hatására az eredmények különbözőek lesznek. Például olaj esetén a kenőhatás jobb, de a hűtőhatás rosszabb, mint az emulziók esetén.

Nagyon fontos a hűtőközeg megfelelő kiválasztása és alkalmazása, mivel mind az anyagköltség, mind pedig a kezelési és hulladékeltávolítási költségek igen jelentősek. Számítások szerint számos esetben a hűtőközeg költsége a gép költségének 15 százalékát teszi ki komponensenként. A hűtőközeg tehát nagyobb hányadot képvisel a gép teljes költségeiből, mint a szerszámok, melyek átlagosan 3 százalékot tesznek ki. Ennek tudatában kritikusan kell tekinteni a hűtőközegek alkalmazására, és amennyiben használjuk azokat, akkor a lehető legjobb kihasználásra kell törekedni – nem pedig a passzív vagy rutinszerű felhasználásra. Ezek a gondolatok új szemléletmódhoz vezettek, és a termelésért felelős mérnökök ma már a termelékenység növelésének fontos elemeiként tekintenek a hűtőközegekre a leszúrás és beszúrás során.

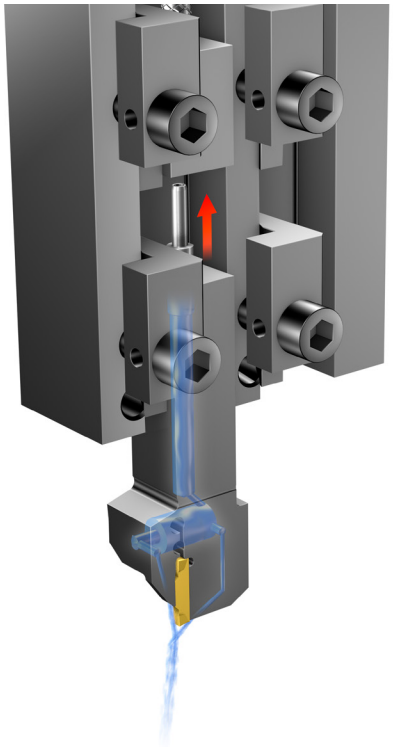
Megmunkálás csúszófejes rendszereken

A QS-szárak többféleképpen is könnyen összeköthetők a hűtőközeggel, olyan csatlakozókba szerelve, mint a VDI vagy a Coromant Capto®, míg a QS csatlakozók és szerszámok akár 150 bar (2176 PSI) hűtőközeg-nyomáson is használhatók. A csatlakozások elérhetők az olyan gyakori gépcsatlakozókhoz, mint a szárrevolverek, VDI star és homlokrevolverek, Coromant Capto és HSK-T.

A csúszó-revolverfejes gépeken történő precíziós leszúráshoz és beszúráshoz tangenciálisan rögzített rendszerek, mint pl. a CoroCut® XS is elérhetők. A rendszer, mely nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetéssel rendelkezik, esztergálási, hátraesztergálási és menetesztergálási alkalmazásokhoz használható, ahol a nagyon éles forgácsolóélek teljesítenek a legjobban kis előtolási sebességek esetén. A rendszer előnyei közé tartozik a nagy fokú pontosság, a könnyű lapkaváltás és az igen sokféle lapkaszélesség – ideális belső horonymaráshoz nagyon kis átmérők esetén. Az első számú választás azonban a CoroCut® 1-2, melynek minőség- és geometriaválasztéka lefed minden alkalmazási területet és anyagcsoportot. A merev sínes csatlakozó a szerszámtartó és a lapka között nagy pontosságot és hatékony megmunkálást tesz lehetővé.

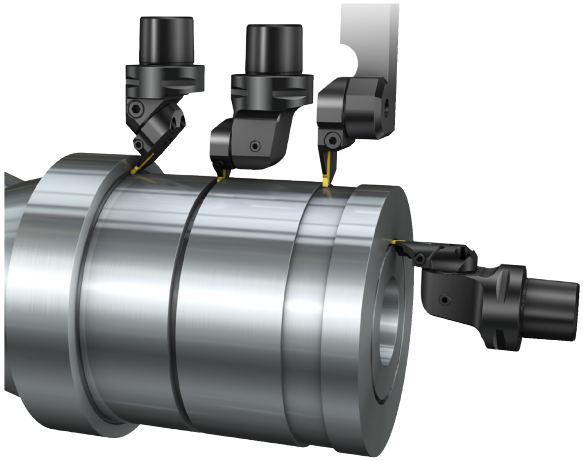
Gépekkel szemben támasztott követelmények

A HPC alkalmazása felvethet néhány problémát, de a korszerű szerszámgépeknél a 70 bar (1015 PSI) hűtőközeg-nyomás rendszerint alapfunkciónak számít vagy választható, és alapjául szolgál a hűtőközegek jelentős teljesítményjavító tényezőként történő sokkal hatékonyabb felhasználásának. Jóllehet az előnyök egyértelműek a 10 bar (145 PSI) és 70 bar (1015 PSI) nyomáson történő hűtőközeg-hozzávezetés esetében, de ezek az előnyök már kevésbé növekednek a 70 és 100 bar (1015 és 1450 PSI) közötti nyomásszinteken. Emiatt nincs sok értelme egy olyan gépnek, amely 70 barnál (1015 PSI-nél) nagyobb nyomáson szállítja a hűtőközeget. Megjegyzendő, hogy a



szerszámozásban alkalmazott fúvókanyílások eredendően kicsik, ezért javasolt egy 5–25 µm-es hálóval rendelkező gépi hűtőfolyadék-szűrő használata.

A szerszámgéppel kapcsolatos egyéb szempontok között említendő a stabilitás, teljesítmény és nyomaték, valamint a rendelkezésre álló szerszámállomások száma, valamint a fordulatszámra vonatkozó megkötések.



Online támogatási eszközök

Az online szerszámépítő **(www.tool-builder.com)** gyors és egyszerű módot kínál moduláris szerszámozási rendszerek kiválasztásához plug-and-play hűtőközeg-hozzávezetéssel, segítve a felhasználót, hogy a lehető legkönnyebben megtalálja a leszúráshoz és beszúráshoz a megfelelő forgácsolószerszám–csatlakozóelem kombinációt. A felhasználóbarát kezelőfelületen keresztül kiválasztható az adott alkalmazás, a gépi csatlakozófelület és egyéb változók, és így a felhasználó megkapja az alkalmazáshoz legmegfelelőbb szerszámot és csatlakozóelemet. A felhasználók egy 3D-s számítógépes modellt láthatnak az összeállításról, valamint közvetlen hivatkozásokat a tételek megrendeléséhez a Sandvik Coromant webhelyről. Az alkalmazás működik okostelefonokon, táblagépeken, MAC-en és PC-n, és nagyban leegyszerűsíti a kiválasztási folyamatot.

A Sandvik Coromant webhely emellett részletes információkkal is szolgál. A **www.sandvik.coromant.com/en-gb/tools/parting-and-grooving** címen elérhető, leszúrással és beszúrással foglalkozó nyitóoldal megkönnyíti online látogatóink életét, akik összegyűjtött szerszámjavaslatokat, alkalmazási ismereteket és más hasznos információkat találhatnak – mindezt egy helyen összegyűjtve. A webhely látogatói rákattinthatnak a kívánt szerszámra, hogy hozzáférjenek a termékleíráshoz, sikertörténetekhez és a választékinformációkhoz.

Összefoglalás

A nagy nyomású és nagy pontosságú hűtőfolyadék-hozzávezetés jelentős hatást gyakorol a teljesítményre és folyamatbiztonságra a leszúrásban és beszúrásban. Ha megfelelően alkalmazzák, csökkenti a hőmérsékletet a forgácsolási zónában és javítja a forgácselvezetést. Leszúrás és beszúrás során, külső hűtőfolyadék hagyományos alkalmazása esetén, a horonyba jutó hűtőközeg mennyisége nagyon kicsi, ezért hatása minimális, különösen igaz ez mély hornyok megmunkálása esetében. Ugyanakkor a nagy pontosságú, nagy nyomású, precíziós hűtőközeg-alkalmazással a pontosan irányított hűtőfolyadék-sugarak a forgácsolóélre jutnak még mély hornyok esetében is.

A korszerű, szerszámon keresztüli hűtőközeg-hozzávezetés előnyei között említhető tipikusan a magasabb forgácsolási adatok vagy szívósabb lapkaminőség használata, valamint a jobb forgácskezelés és a konzisztens felületminőség. A további előnyök közé tartozik a hosszú szerszámélettartam és a rövid, könnyű szerszámcsere és -beállítás.

Sandvik Coromant

A Sandvik Coromant világszinten vezető szállító a fémmegmunkáló iparágban a forgácsolószerszám-gyártás, szerszámmegoldások és kapcsolódó szakértelem terén. Jelentős összegeket fordítunk a kutatási és fejlesztési tevékenységre, melynek eredményei az egyedülálló innovációk és az ügyfelekkel közösen létrehozott szabványok. Ügyfeleink között megtalálhatók a világ vezető autóipari, űrrepülési és energetikai gyártói. A Sandvik Coromant 8000 alkalmazottat foglalkoztat, és 130 országban van jelen. Vállalatunk, a Sandvik ipari vállalatcsoport Sandvik Machining Solutions ágazatának tagja.

Kapcsolattartási adatok szerkesztőségi ügyekben
Kapcsolattartó: Nikki Stokes – PR & Advertising, EMEA
Tel.: +44 (0) 121 504 5422
E-mail: nikki.stokes@sandvik.com

www.sandvik.coromant.com