

Valkoinen kirja

Valjasta lastuamisnesteen edut katkaisussa ja uransorvauksessa

Katkaisu ja uransorvaus ei perinteisesti ole ollut koneistajien suosikkitoita. Kapean terän ja pitimen sekä toisaalta vaativien materiaalien yhdistelmä nostaa jännitysmomenttia. Murtuuko terä? Juuttuvatko lastut uraan? Rikkoutuuko työkalupale, onko se peräti romutettava? Tällaiset kysymykset ovat omiaan aiheuttamaan stressiä. Katkaisu- ja uransorvauksessa terä on kokonaan lastuttavan metallin ympäröimä, joten se kuumenee voimakkaasti. Mikä siis on ratkaisu? Monessa tapauksessa ongelma ratkeaa ja prosessi voidaan myös optimoida käyttämällä oikein lastuamisnestettä – joka kuitenkin jätetään usein huomiotta. Tässä teknisessä artikkelissa selostetaan, miksi konepajojen tulisi kiinnittää enemmän huomiota tehokkaan lastuamisnesteen käytön merkittäviin etuihin katkaisussa ja uransorvauksessa.

Tarkka lastuamisnestesuihku

Tarkka lastuamisnesteensyöttö voi olla erittäin tehokas tapa taata katkaisu- ja uransorvauksen luotettavuus, tuottavuus ja laatu. Tarkan nesteensyötön tarve kasvaa pistosyvyyden mukana, koska syviin uriin on vaikea ulottua tehokkaasti perinteisillä nesteensyöttötavoilla.

Nesteensyötön tehostamiseen on nykyisin tarjolla katkaisu- ja uransorvauksessa useita eri teknologioita. Yksi esimerkki alan uudesta työkalutekniikasta on tarkka nesteensyöttö työkalun läpi lastuamisvyöhykkeelle (jossa terä ja työkalupale kohtaavat), minkä ansiosta lastuamisneste pääsee niihin kohtiin kappaleessa ja urassa, joissa siitä todella on hyötyä koneistukselle.

Lastunhallinta



Hyvä lastunhallinta on ehdoton edellytys suunnittelemattomien tuotantokatkojen ja terärikköjen välttämiseksi. Tämä pätee varsinkin katkaisussa isoilla syvyyksillä. Tällöin voi syntyä pitkiä trasselilastuja, jotka takertuvat työkalun ympärille ja tukkivat lastukuljettimen. Jos lastuista ei tule oikean muotoisia ja kapenevia, ne juuttuvat helposti koneistettavaan uraan, mikä taas kuormittaa työkalua, tekee prosessista epäluotettavan ja huonontaa pinnankarheutta. Tehokkaampi lastunhallinta ja -poisto sekä uran sivuseinämiä parempi voitelu parantavat pinnankarheutta ja vähentävät lastuista jäävien naarmujen ja nirhaumien riskiä, sillä neste huuhtelee lastut tehokkaammin pois urasta.

Lastuamisnesteen voiteluvaikutuksella on oleellinen merkitys katkaisusorvauksessa. Kun pitkää ja hoikkaa katkaisutyökalua syötetään syvälle työkalupaleeseen, on tärkeää varmistaa, että lastuamisnestettä tulee riittävästi ja tehokkaana suihkuna teräsärmälle asti, jossa sitä eniten tarvitaan. Jos käytössä ovat perinteiset nestejohdot, lastut estävät väistämättä isolta osalta nestettä pääsyn terälle asti. Tehokkaat nestesuihkut ovat siis koneistuksen onnistumisen kannalta kriittisen tärkeitä.

Irtosärmän välttäminen

Tarkkojen lastuamisnestesuihkujen lisäetu on se, että ne estävät irtosärmänmuodostuksen, johtuen paljolti juuri nesteen voitelutehosta. Irtosärmän muodostumisen perussyynä on kuitenkin liian alhainen tai korkea lämpötila lastuttaessa tahmeita aineita, kuten ruostumattomia duplex-teräksiä. Kun lastuamisnopeus pienenee tangon keskiötä lähestyttäessä, nesteensyöttö tulee katkaista,

jotta lämpötila ei laske irtosärmän muodostumisalueelle.

Syöttöä tulee pienentää jopa 75 prosenttia noin 2 mm (0,079 tuumaa) ennen työkalupaleen katkeamista, sillä tämä pienentää lastuamisvoimia ja pidentää merkittävästi terän kestoikää. Terärikköjen välttämiseksi syöttöä ei tulisi koskaan jatkaa keskiön ohi, vaan se tulee pysäyttää 0,5 mm (0,02 tuumaa) ennen keskiötä (kappale katkeaa omasta painostaan). Jos käytettävissä on apukara, keskeytä syöttö ennen keskiötä ja irrota kappale apukaralla.

Ylä- vai alapuolinen nesteensyöttö vai molemmat?

Koneistusolosuhteista riippuen voidaan valita, syötetäänkö lastuamisnesteettä työkalun läpi terän ylä- vai alapuolelta. Monessa tapauksessa ihanteellisinta on molempien yhdistelmä. Terän yläpuolelta syötetty nestesuihku vähentää lastujen ja terän välistä kitkaa ja estää siten irtosärmänmuodostusta ja parantaa lastunhallintaa, mikä taas on pitkän kestoian ja minimaalisten tuotantokatkosten edellytys. Irtosärmän syntyminen riippuu kuitenkin myös lämpötilasta, joka voi tehokkaasti lastuamisnesteensyötön seurauksena laskea irtosärmänmuodostuksen riskialueelle. Siksi lastuamisnopeutta tulisi aina nostaa 30–50 % ylä- ja alapuolista nesteensyöttöä käytettäessä.

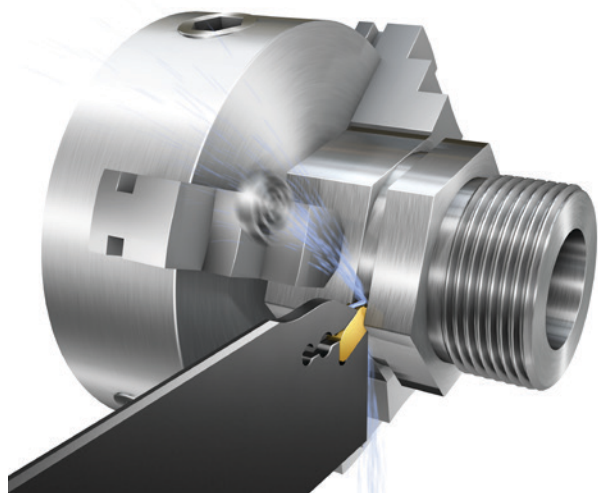
Terän alapuolelta syötetty lastuamisneste vähentää syntyvää kitkalämpöä ja viistekulumista sekä tehostaa myös lastunpoistoa. Alapuolinen nestesuihku myös voitelee ja vähentää kitkaa terän päästöpinalla, mikä edelleen vähentää hankaavaa viistekulumista. Vaikutus on suurin abrasiivisten materiaalien, esimerkiksi valurautojen koneistuksessa, mutta terän kestoikä pitenee tuntuvasti myös teräksiä, ruostumattomia teräksiä ja kuumalujia superseoksia lastuttaessa. Alapuolinen nesteensyöttö on erityisen hyödyllistä pitkäkestoisessa koneistuksessa (syvät urat), jossa lämpötila usein on rajoittava tekijä.

Tiivistettynä voidaan sanoa, että yhtäaikainen ylä- ja alapuolinen nesteensyöttö alentaa teräsärmän lämpötilaa, mikä sallii pehmeämmän mutta sitkeämmän terälaadun käytön ilman korkean lämpötilan ja isojen teräsärmään ja nirkkoihin kohdistuvien lastuamisvoimien aiheuttamaa plastisen muodonmuutoksen riskiä. Näin saadaan edellytykset luotettavammalle terän kestoiälle ja varmemmalle koneistusprosessille.

Katkaisusorvauksessa hankaluutena on katkoa lujat sivuittain muodostuvat lastut riittävän lyhyiksi pelkästään nestepaineen avulla. Nesteensyöttö terän yläpuolelta kuitenkin tehostaa lastunmuodostusta, erityisesti kun koneistetaan lamellilastuja muodostavia pitkälastuisia

materiaaleja. Tämä pätee myös terästen koneistukseen, vaikkakin siinä vaikutus on pienempi. Alapuolinen nestesuihku tehostaa myös lastunpoistoa, mutta ei lastunmurtoa.

On totta, että tarkan lastuamisnesteensyötön vaikutus vaihtelee koneistettavan materiaalin mukaan. Vaikutus on suurin koneistettaessa heikosti lämpöä johtavia materiaaleja, esimerkiksi eräitä ruostumattomia teräksiä, titaania ja kuumalujia superseoksia. Tarkalla nesteensyötöllä on iso merkitys myös silloin, kun koneistetaan lastunhallinnan kannalta ongelmallisia tahmeita materiaaleja, esim. niukkahiilisiä teräksiä, alumiinia ja ruostumattomia duplex-teräksiä.



Käytännössä asiakkaat saavuttavat usein kaksin- tai kolmin-, jopa nelinkertaisen kestoiän verrattuna vanhaan järjestelmään, etenkin eksoottisten materiaalien kuten titaanin ja nikkelipohjaisten superseosten katkaisu- ja uransorvauksessa.

Lastuamisnesteen syötön vaatimukset

Terägeometriassa on oltava tarkoitukseen suunniteltu kanavaura, joka varmistaa jäähdyttävän ja voitelevan lastuamisnesteen pääsyn oikeaan kohtaan teräsärmälle. Lisäksi riittävä litratuotto ja paine koneen, pitimen ja työkalun läpi on saavutettava mahdollisimman vaivattomasti – työkalunvaihdot ja nestejohtojen liitokset eivät saa viedä liikaa aikaa. Niinpä tarkoitukseen soveltuvat liitântäkappaleet ovat olennaisia, jotta järjestelmästä saadaan käyttäjäystävällinen ja vältetään tarpeettomat nesteputket ja -letkut.

Moderni läpijäähdytys helppoine plug and play -liitoksineen tekee erilliset nestejohdot tarpeettomiksi ja antaa edellytykset nopeille työkalunvaihdolle. Ajanmukaisesta suutinteknologiasta on lisäksi oikein käytettynä jonkin verran hyötyä jo niinkin alhaisissa nestepaineissa kuin 10 baaria.

Lastuamisneste

Vaikka lastuamisnesteen päätehtävä katkaisu- ja uransorvauksessa on kitkan minimointi teräsärmällä sekä terän ja työkalun jäähdyttäminen, se pitää myös koneen puhtaana ja hyvin voideltuna, estää ruostetta ja huuhtelee lastut pois kappaleelta. Käytettävää nestetyyppiä valitessa on otettava huomioon kaikki nämä tekijät. Erilaiset aineet, emulsiot ja öljyt käyttäytyvät eri tavoin. Öljy esimerkiksi voitelee tehokkaammin, mutta jäähdyttää emulsiota huonommin.

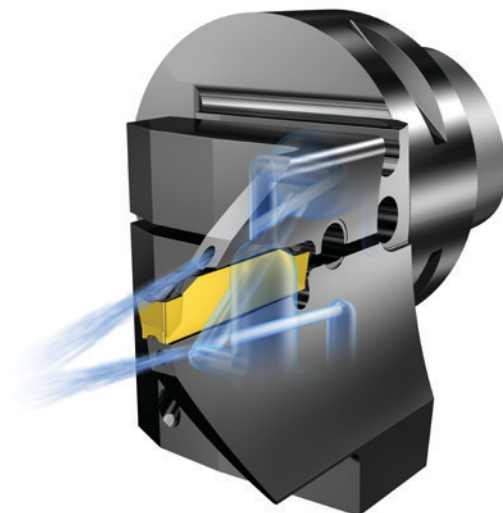
Oikea lastuamisnesteen valinta on tärkeä päätös myös hankinta-, käsittely- ja hävittämiskustannusten kannalta. Laskelmat ovat osoittaneet, että lastuamisnesteen osuus kappalekohtaisista koneistuskustannuksista on tyypillisesti 15 prosenttia – siis suurempi kuin työkalujen osuus, joka on keskimäärin 3 prosenttia. Näin ollen on syytä harkita kriittisesti, pitäisikö lastuamisnestettä käyttää ollenkaan. Jos päätös on myönteinen, nestettä on käytettävä tehokkaasti – ei passiivisesti tai tavan vuoksi. Tämä päättelyketju on johtanut merkittävään asennemuutokseen. Tuotantoinsinöörit pitävät nykyisin lastuamisnestettä merkittävänä tuotannon tehostajana katkaisussa ja uransorvauksessa.

Syvät urat

Optimaalisen tehokas katkaisu ja uransorvaus isoilla pistosyvyyksillä edellyttää lujia työkaluja, tukevaa teränkiinnitystä sekä plug and play -mallista lastuamisnesteen syöttöä. Esimerkiksi CoroCut® QD:n tapaiset järjestelmät täyttävät kaikki nämä vaatimukset, minkä lisäksi lastunhallinta tehostuu sekä ylä- että alapuolisen nesteensyötön ansiosta (saatavissa myös CoroCut® 1-2 -järjestelmän pienillä ja keskisuurilla puomin halkaisijoilla). Tämä hillitsee teräsärmän kuumentumista, joten terä kuluu vähemmän ja suorituskyky pysyy tasaisempuna. Myös lastunpoisto tehostuu.

Olennaista on myös se, että CoroCut QD -järjestelmä antaa mahdollisuuden nostaa lastuamisnopeutta, tyypillisesti 30–50 prosenttia. Näin koneistusaika lyhenee syötön pysyessä samana ja teräsärmää kohti saadaan enemmän valmiita kappaleita. Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että läpijäähdytystä käytettäessä lastuamisnopeutta voi kasvattaa seuraavasti: 10 bar (145 PSI), $v_c +10\%$; 30 bar (435 PSI), $v_c +30\%$ ja 70 bar (1015 PSI), $v_c +50\%$.

Liiallisuuksiin ei kuitenkaan kannata mennä, koska joskus terän kestoikä alkaa lyhetä yli 100 baarin paineissa (1450 PSI), jolloin tarkan nesteensyötön hyödyt menevät osin hukkaan CoroCut QD:n tapaisissa järjestelmissä. CoroCut QD voitti 16 kilpailijaa 91 koneistustestissä, joissa terän kestoikä piteni keskimäärin 85 prosenttia.



Pitkäsorvausautomaatit

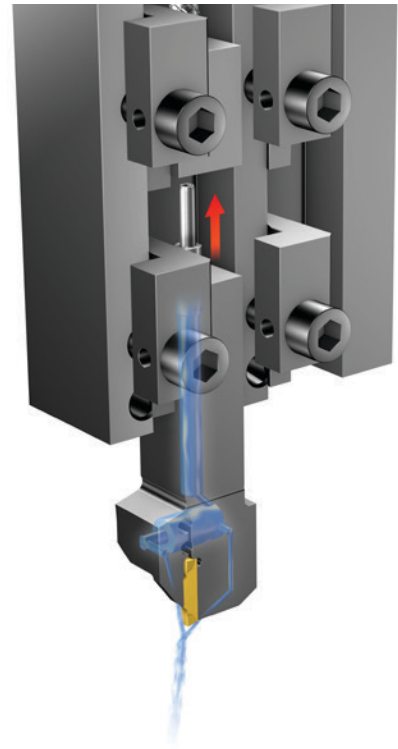
QS-varsiin on järjestettävissä helppo nesteliitos eri tavoin, joko esim. VDI- tai Coromant Capto® -mallisen liitäntäkappaleen kautta tai suoraan QS-liitäntäkappaleen ja -työkalun läpi (maks. paine 150 bar, 2176 PSI). Nesteliitos on saatavissa useimpiin kiinnitysmalleihin, kuten varsirevolvereihin, VDI-mallisiin tähti- ja levyrevolvereihin sekä Coromant Capto- ja HSK-T-kiinnitykseen.

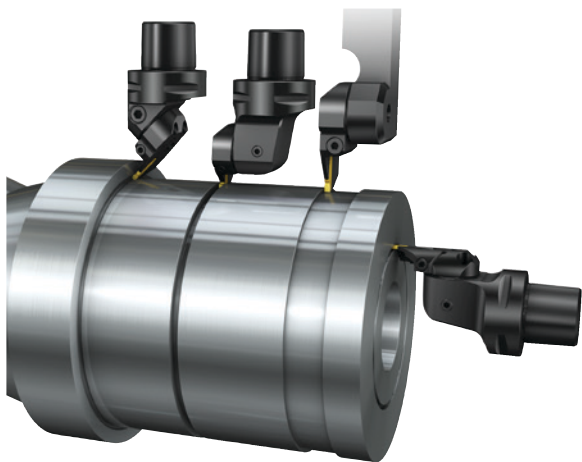
Tarkkuuskoneistukseen pitkäsorvausautomaateissa sopii parhaiten tangentiaalikiinnitteinen CoroCut® XS -järjestelmä. Järjestelmään on saatavissa tarkka nesteensyöttö, ja se soveltuu myös yleis-, taka- ja kierresorvaukseen, kun tarvitaan erittäin terävää, pienillä syötöillä toimivaa teräsärmää. Järjestelmän etuja on erittäin hyvä tarkkuus ja helppo teränkääntö sekä laaja valikoima eri levyisiä teriä – ihanteellinen ratkaisu sisäpuoliseen uransorvaukseen erittäin pienillä halkaisijoilla. Ensisijainen järjestelmä on kuitenkin CoroCut® 1-2, jonka terälaadut ja -geometriat kattavat kaikenlaiset työt ja materiaalityypit. Tukeva pitimen ja terän välinen kiskolukitus takaa koneistuksen tarkkuuden ja tehokkuuden.

Konevaatimukset

Tarkan nesteensyötön käyttöönottoon liittyy tiettyjä vaatimuksia, mutta moderneissa työstökoneissa on normaalisti vakiona tai ainakin optiona 70 baarin nestepaine (1015 PSI), mikä antaa jo hyvät edellytykset tehostaa koneistusta lastuamisnesteen avulla. Selkeää etua saadaan 10–70 baarin nestepaineilla (145–1015 PSI), kun taas etu on vähäisempi, kun paine kasvaa 70–100 baariin (1015–1450 PSI). Koneita hankkiessa ei siis juurikaan kannata panostaa yli 70 baarin (1015 PSI) nestejärjestelmään. On syytä muistaa, että työkalujen nestesuuttimet ovat väkisinkin ahtaita, joten koneen nestejärjestelmässä on suositeltavaa käyttää 5–25 µm:n suodatinta.

Muutoin olennaisimpia koneen ominaisuuksia ovat tukevuus, teho ja vääntö sekä työkalupaikkojen määrä ja mahdolliset karanopeusrajoitukset.





varsinkin syvissä urissa. Kun lastuamismestettä syötetään asianmukaisesti tarkasti suunnattuna ja korkealla paineella, nestesuihkut ulottuvat tehokkaasti teräsarmille syvissäkin urissa.

Modernin läpikäyhdytyn työkalun etuja ovat tyypillisesti isommat lastuamismestävät tai mahdollisuus sitkeämpään terälaatuun sekä parempi lastunhallinta ja tasalaatuinen pinnankarheus. Lisäksi terän kestoikä pitenee ja työkalun vaihto ja asetus käy nopeammin ja helpommin.

Online-tuki

Työkalujen suunnitteluohjelma **www.tool-builder.com** on helppo ja nopea väline modulaaristen, helppokäyttöisillä nesteliitännöillä varustettujen työkalujärjestelmien valintaan – kuhunkin katkaisu- ja uransorvaustyöhön löytyy sujuvasti oikea työkalu- ja liitännäkappaleyhdistelmä. Käyttöliittymästä on helppo valita oikea koneistusmenetelmä, koneen kiinnitys ja muut muuttujat. Ohjelma suosittelee valintojen perusteella sopivinta työkalua ja liitännäkappaletta. Kokoonpanosta saa myös 3D-mallin ja suoran linkin, jolla tuotteet voi tilata Sandvik Coromantin verkkosivuilta. Sovellus on saatavissa älypuhelimien ja tablettien (Mac ja PC).

Myös Sandvik Coromantin verkkosivuilla on saatavissa runsaasti lisätietoa. Katkaisun ja uransorvauksen pääsivu **www.sandvik.coromant.com/fi-fi/tools/parting-and-grooving** tarjoaa helposti ja yhdessä paikassa työkalu- ja menetelmätietoa ja muita hyödyllisiä vinkkejä. Työkalun nimeä klikkaamalla saa näkyville tarkemmat tuotetiedot, menestystarinoita ja valikoimatietoja.

Yhteenveto

Tarkka korkeapaineisen lastuamismesteen käyttö vaikuttaa olennaisesti katkaisun ja uransorvauksen tuloksiin ja prosessivarmuuteen. Oikeat valinnat alentavat teräsarmän lämpötilaa ja tehostavat lastunpoistoa. Jos katkaisuun ja uransorvaukseen käytetään ulkopuolista nesteensyöttöä, uraan asti pääsevä nestemäärä on yleensä hyvin pieni, joten lastuamismesteen vaikutus jää vähäiseksi.

Sandvik Coromant

Sandvik Coromant on maailmanlaajuisesti johtava konepajateollisuuden lastuavien työkalujen, työkaluratkaisujen ja koneistusosaamisen toimittaja. Laaja tutkimus- ja kehitystoimintamme tuottaa ainutlaatuisia innovaatioita ja asettaa yhdessä asiakkaiden kanssa uusia tuottavuusstandardeja. Tärkeitä asiakkaitamme ovat merkittävät auto-, ilmailu- ja energiateollisuuden toimijat. Sandvik Coromantilla on 8 000 työntekijää ja edustus 130 maassa. Kuulumme kansainvälisen Sandvik-konsernin liiketoiminta-alueeseen Sandvik Machining Solutions.

Yhteystiedot – toimitukselliset asiat

Nikki Stokes – PR & Advertising, EMEA
Puh: +44 (0) 121 504 5422
Sähköposti: nikki.stokes@sandvik.com

www.sandvik.coromant.com

