

Y-as afsteken in multi-taskmachines en in draaicentra



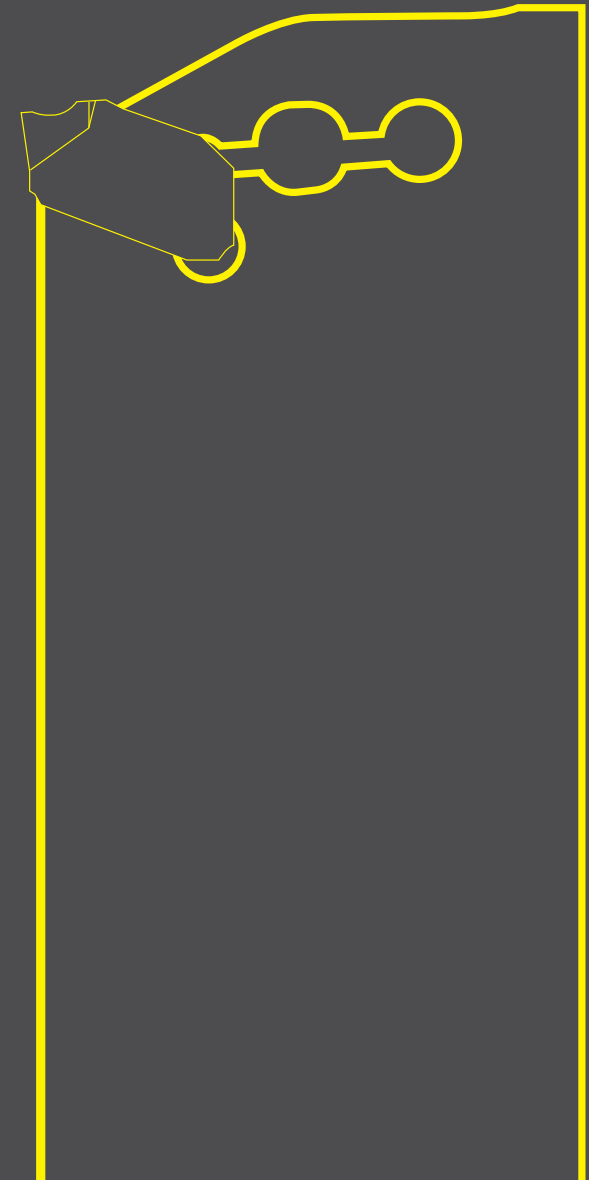
Y-as afsteken biedt significante productiviteitsvoordelen en verbeteringen wat betreft de procesveiligheid



De designoplossingen voor Y-as afsteken zijn gebaseerd op betrouwbare engineering en FEM-analyse voor maximale integriteit van de constructie



Y-as is een standaardfunctie geworden in geavanceerde draaibanken





Inhoudsopgave

Inleiding.....	3
Werktuigmachines uitgebreid met aangedreven gereedschappen en Y-as.....	4
Uitdagingen bij het afsteken	5
Y-as afsteken	6
Voordelen van y-as afsteken	8
Draibankspecifieke aspecten van y-as afsteken	9
Aan de slag	11
Investeringsvoorwaarden en ROI.....	12



Eén van de belangrijkste productie-trends in de afgelopen tientallen jaren is het vereenvoudigen en minimaliseren van het aantal bewerkingsopstellingen dat nodig is om een specifiek onderdeel te produceren. Markten vragen om kortere doorlooptijden en kleinere voorraden, en dat leidt tot een duidelijke prikkel voor OEM's en misschien nog wel meer voor hun leveranciers om naar manieren te zoeken om de productie van onderdelen zoveel mogelijk te stroomlijnen.

Er moeten complexe geometrieën worden behaald met een minimaal aantal opstellingen en bewerkingen, bij voorkeur met een enkele machine. De winstgevendheid van een bepaald werkstuk kan zelfs afhangen van de mogelijkheid om verschillende opstellingen te combineren in één enkele machine.

Werktuigmachines uitgebreid met aangedreven gereedschappen en Y-as

Eén aspect van de trend naar één enkele opstelling is het toevoegen van 'aangedreven gereedschappen', met andere woorden roterende gereedschappen, aan draaicentra. Om dit te bereiken, werden eind jaren 90 draibanken met Y-as geïntroduceerd. Het oorspronkelijke idee was om het mogelijk te maken een frees, boor of draadtap in een of meer gereedschapsposities in de revolver aan te drijven om beperkingen van polaire interpolatie en de daaraan gerelateerde programmeermoeilijkheden te elimineren.

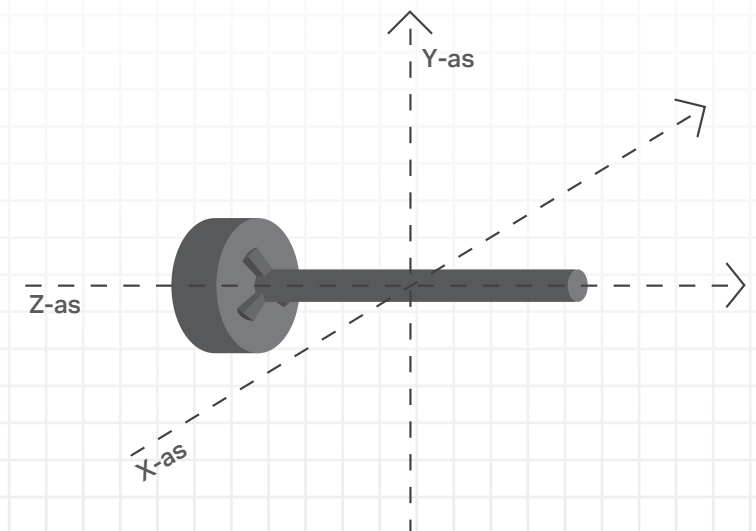
De eerste eenvoudige typen aangedreven gereedschappen in draaicentra hadden echter een aanzienlijke beperking. Aangezien de roterende snijgereedschappen in de meeste machineontwerpen simpelweg waren toegevoegd aan de revolver, konden ze alleen worden aangestuurd met dezelfde twee assen als de draaigereedschappen, dat wil zeggen op de X- en Z-assen. Daardoor was elke bewerking op het werkstuk dat niet parallel of haaks liep ten opzichte van de middellijn van de spil of zich niet langs de middellijn van het werkstuk bevond, niet binnen het bereik van de roterende boor, frees of tap die door de revolver werd aangedreven.

Om het bereik te verbeteren, werden er extra geleiders toegevoegd om het aangedreven gereedschap over de voorkant van het spilvlak te verplaatsen. Dit werd bereikt door de aangedreven gereedschappen aan de

zijden van de revolver of aan de voorkant te plaatsen, de Y-as geleiders op een schuin bed te plaatsen of door een onafhankelijke freeskop te gebruiken.

Zowel de fabrikanten van draibanken als de producenten zagen al snel de voordelen van deze benadering. Nu, ongeveer 20 jaar later, is de Y-as standaard geworden op bijna alle multi-taskmachines en optioneel in veel nieuwe draaicentra.

Het toevoegen van de Y-as aan een draaicentrum biedt een hoekfunctionaliteit van 90° tussen de drie lineaire assen die veel lijkt op die van een 3-assig bewerkingscentrum. Bij de meeste werktuigmachines van het draaibanktype loopt de Z-as gewoonlijk parallel aan de middellijn van de spil. Terwijl de X-as de conventionele dwarse draaivoedingsbeweging biedt, creëert de Y-as een verticale dimensie die haaks staat op het vlak dat gezamenlijk wordt gedefinieerd door de Z- en X-as.



Uitdagingen bij het afsteken

Als afsteken nodig is, vormt dit een cruciale fase in het draaiproces. Het neemt slechts een klein deel van de totale bewerkingstijd in beslag, maar het is gewoonlijk de laatste bewerking voordat het werkstuk wordt afgewerkt. Een breuk van het afsteekgereedschap kan gemakkelijk leiden tot machinestilstand en tot kwaliteitsproblemen, en in het ergste geval moet het werkstuk worden weggegooid en gaat alle toegevoegde waarde tijdens eerdere werkfasen verloren. Daarom zijn producenten terughoudend bij compromissen wat betreft de procesveiligheid van een afsteekbewerking.

Materiaalkosten vormen een andere belangrijke factor. Met name bij het werken met kostbare materialen, zoals hittebestendige superlegeringen (HRSA), is er een sterke neiging om de smalst mogelijke wisselplaten te gebruiken.

Deze factoren leiden tot twee tegengestelde vereisten voor afsteekgereedschappen: Ze moeten enerzijds zo smal mogelijk zijn om materiaalverlies te minimaliseren en anderzijds zo slank mogelijk om het bereik van het gereedschap te optimaliseren voor maximale werkdiameters. Slanke gereedschappen hebben echter vaak een slechtere stabiliteit en veroorzaken daardoor trillingen en lawaai. Het ruïneren van de oppervlakte-afwerking en de toleranties van de afmetingen door trillingen zijn in het algemeen onacceptabele risico's van afsteekbewerkingen.

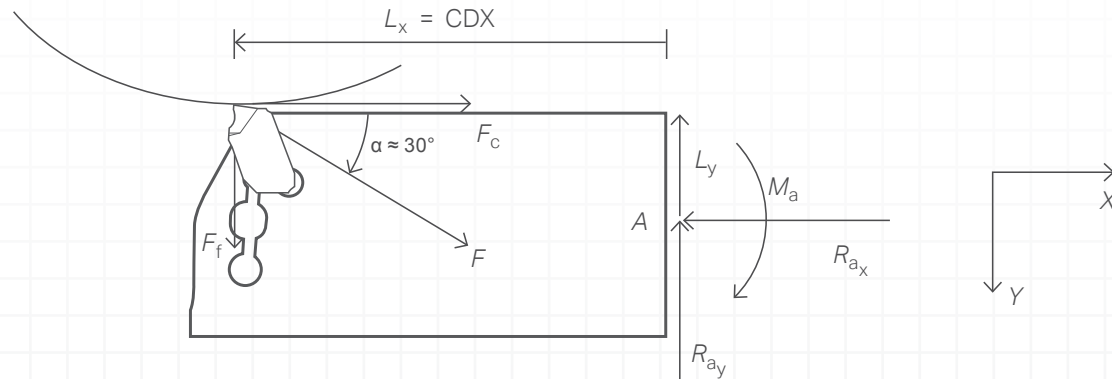
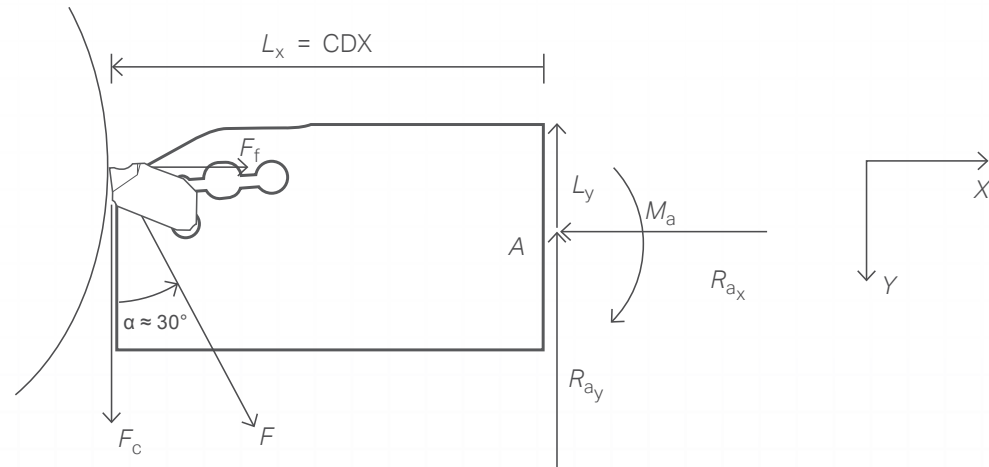


Y-as afsteken

De mogelijkheid voor het gebruik van roterende gereedschappen in multi-taskmachines en draicentra is aanzienlijk uitgebreid dankzij de Y-as. Deze mogelijkheid heeft nu geleid tot een belangrijke innovatie wat betreft één van de oorspronkelijke doelen van dit type werktuigmachines: Y-as afsteken. Dit nieuwe afsteekgereedschap en de methode bieden aanzienlijke verbeteringen op het gebied van productiviteit en procesveiligheid voor zo goed als elke afsteekbewerking.

Y-as afsteken, de innovatie van Sandvik Coromant, is gebaseerd op een ongelooflijk eenvoudig principe. Waar conventionele afsteekgereedschappen worden uitgelijnd met de X-as van de draaibank, is het Y-as gereedschap eenvoudigweg 90° linksom gedraaid voor uitlijning met de Y-as.

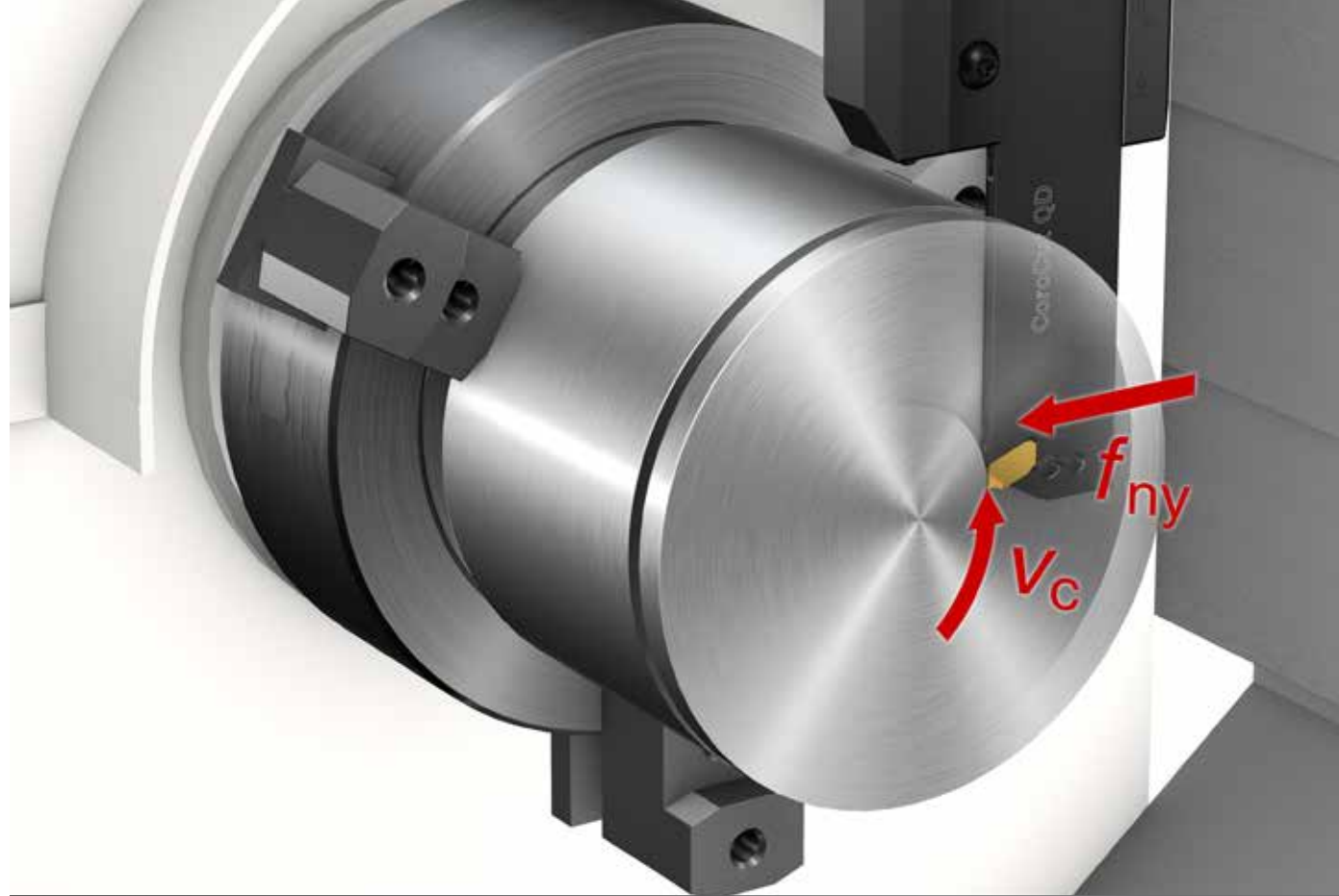
Bij de conventionele configuratie van afsteekgereedschappen worden het relatief lange en slanke snijblad en de opname aangevoerd onder een hoek van 90° in het draaiende werkstuk en de grootste snijkraft wordt gegenereerd door de snijsnelheid. De rest wordt gegenereerd door de voedingsbeweging. De resulterende krachtvector is diagonaal in het gereedschap gericht onder een hoek van ongeveer 30°, dat wil zeggen in het op één na zwakste gedeelte (alleen de breedte van het blad is nog zwakker). Dit wordt gewoonlijk gecompenseerd door de uitsteeklengte te beperken en de bladhoogte te vergroten. Het nadeel van deze beide maatregelen is de beperking die het oplevert voor de bruikbaarheid van het gereedschap.



$$\left. \begin{array}{l} L_x \gg L_y \\ F_c = 1.75 \cdot F_f \end{array} \right\} \underbrace{L_x \cdot F_f - L_y \cdot F_c}_{M_{A_{Y\text{-as afsteken}}} \ll \underbrace{L_x \cdot F_c - L_y \cdot F_f}_{M_{A_{\text{Conventioneel}}}}$$

Door de tipzitting 90° te draaien en de Y-as te gebruiken, kan het gereedschap in essentie met de voorkant in het werkstuk snijden. Hierdoor is de resulterende snijkrachtvector praktisch uitgelijnd met de lengteas van het blad.

De FEM-analyses die zijn uitgevoerd door het R&D-team van Sandvik Coromant hebben bevestigd dat de gunstigere verdeling van de krachten de kritieke belasting elimineert die zich gewoonlijk voordoet bij conventionele bladen. Ook ligt de buigstijfheid meer dan zes keer hoger bij een maximale snijdiepte (CDX) van 60 mm (2,36 inch). Anders gezegd, de gevoeligheid voor plastische vervorming en instabiliteit bedraagt slechts een zesde bij het Y-as design, in vergelijking met de vervormingen die zich gewoonlijk voordoen bij conventionele afsteekbladen.



FEM

FEM staat voor 'finite element method' (eindige-elementenmethode), een van de meest gebruikte methoden voor het oplossen van numerieke problemen in engineering en wiskundige fysica. Wat betreft constructie-engineering is het belangrijkste voordeel van FEM de mogelijkheid om uiterst complexe problemen te formuleren in een systeem van algebraïsche vergelijkingen. Dankzij deze mogelijkheid wordt de overweldigende taak van structurele

analyse gereduceerd tot een discrete set van onbekende waarden die kunnen worden benaderd via het relevante gebied dat moet worden geanalyseerd. Concreet gezegd: een groot probleem wordt onderverdeeld in kleinere en eenvoudigere onderdelen die eindige elementen worden genoemd. Op deze manier kunnen complexe geometrieën accuraat worden gerepresenteerd, kan rekening worden gehouden met ongelijksoortige materialen en kan de totale

oplossing relatief eenvoudig worden gerepresenteerd. In dit geval was een belangrijk voordeel de mogelijkheid om plaatselijke vervormingseffecten accuraat te beschrijven.

Voordelen van Y-as afsteken

De toename van de bladstijfheid met meer dan 500% maakt substantieel hogere voedingen en langere uitsteeklengten mogelijk zonder stabiliteitsverlies, waarmee de productiviteit van het gereedschap evenredig toeneemt. Dankzij dit feit kunnen onderdelen dichter bij de subspil worden afgestoken, om materiaal te sparen en de stabiliteit van de bewerking te verbeteren. Niet de stijfheid van het afsteekblad en de gereedschapshouder vormen nu de bottleneck voor het verhogen van de prestaties van afsteekbewerkingen, maar de wisselplaat.

De algemene aanbeveling voor het afsteken van assen is het minimaliseren van de uitsteeklengte (OH) of, in geval van lange OH, het gebruik van een lichtere snijgeometrie of het beperken van de voeding. Een veelgebruikte drempelwaarde voor het beperken van de voeding is een OH van meer dan 1,5 keer de bladhoogte. Bij Y-as gereedschappen kunnen langere

uitsteeklengten worden bereikt zonder dat genoeg moet worden genomen met minder dan de optimale voedingen, snijgeometrieën of werktuigafmetingen. Net als bij alle draaibewerkingen is het belangrijk om de snijkant van een afsteekgereedschap zo dicht mogelijk bij de middellijn van het werkstuk te positioneren, om putjesvorming of het breken van het gereedschap te voorkomen. Afsteekgereedschappen moeten worden ingesteld binnen $\pm 0,1$ mm ($\pm 0,004$ inch) van de middellijn van het werkstuk. De normale aanbeveling om het doorbuigen te compenseren bij lange uitsteeklengten is om de snijkant in te stellen op 0,1 mm (0,004 inch) boven het midden. Dankzij de grotere stijfheid en daardoor ook de kleinere buigzaamheid kan de behoefte om Y-as gereedschappen boven het midden in te stellen overbodig maken, waardoor ook gerelateerde nadelen zoals voortijdige wisselplaatbreuk worden voorkomen bij het duwen door het midden, evenals snelle flankslijtage.

Bij het meten van de gereedschapslengte moet extra worden opgelet, want bij Y-as gereedschappen bepaalt de lengte ook de centerhoogte. Anderzijds kan dit worden opgevat als beveiliging tegen instellingsfouten: het meten van de lengte is namelijk altijd nodig en dient ook als dubbele controle voor de instelling van de centerhoogte. Als de snijkant moeilijk waargenomen kan worden, kan er ook gebruikgemaakt worden van een meetvlak aan het uiteinde van het gereedschap. De afstand tussen het meetvlak en de snijkant is gemarkeerd op de Y-as gereedschappen.

Andere voordelen zijn minder lawaai, een betere oppervlakte-afwerking en betrouwbaardere processen, evenals de mogelijkheid om grotere diameters af te steken dan momenteel mogelijk is.

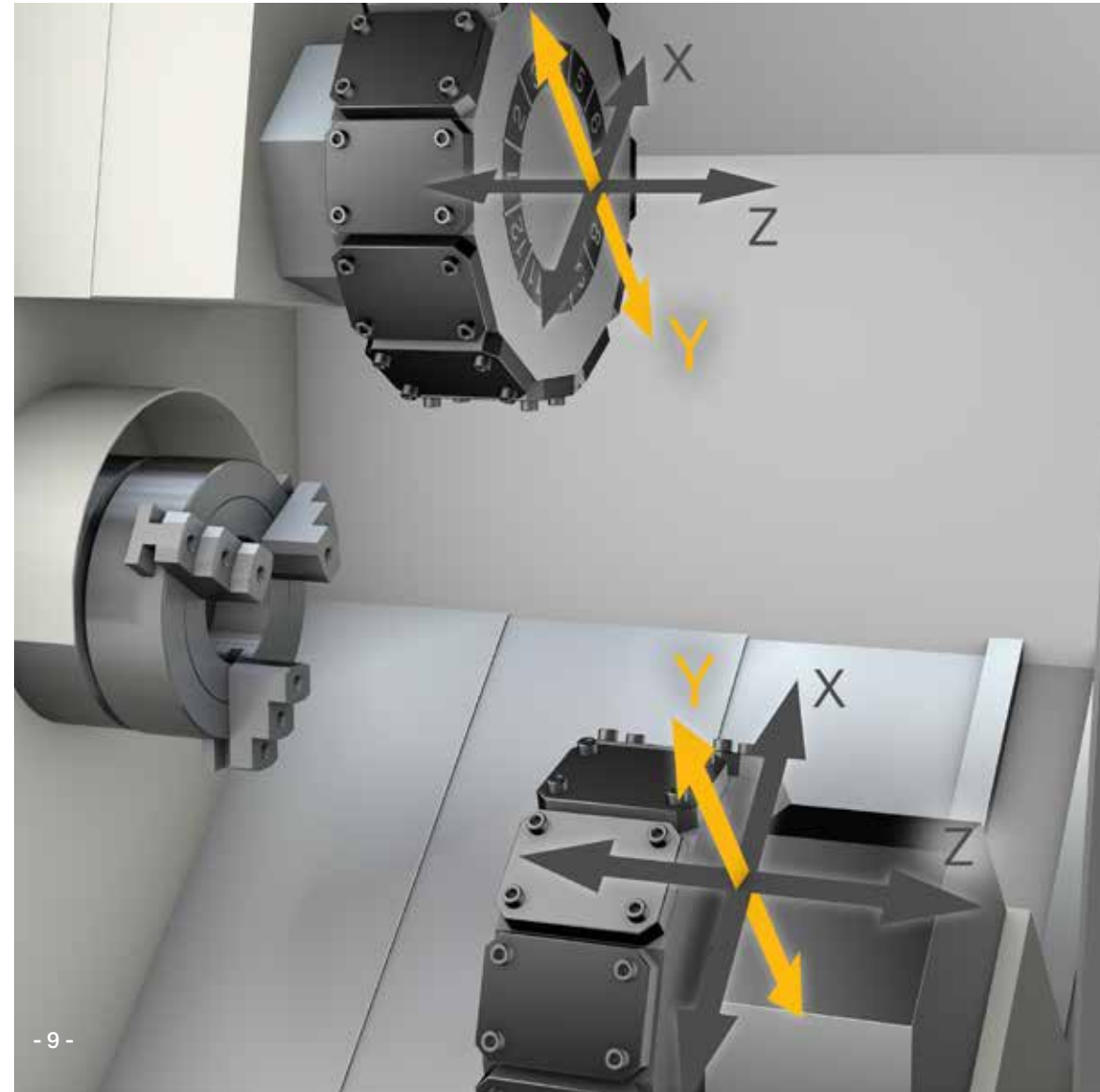
Klantenstudies: Conventioneel afsteken versus Y-as afsteken

Component	Materiaal	Diameter, mm (inch)	Voeding huidige methode, mm/omw (in/omw)	Voeding Y-as afsteken, mm/omw (in/omw)	Productiviteit verhoging	Standtijd verhoging
Magnetische klep	Roestvast staal HB365	65 (2,56)	0,15 (0,006)	0,3 (0,012)	100%	70%
Bout	316L roestvrij staal	60 (2,36)	0,15 (0,006)	0,3 (0,012)	100%	50%
Lagerrol	Lagerstaal	40 (1,57)	0,12 (0,005)	0,3 (0,012)	150%	40%
Pomphuis	Roestvast staal HB365	55 (2,17)	0,12 (0,005)	0,3 (0,012)	150%	$\pm 0\%$
Blank lucht- en ruimtevaart	Inconel 718	180 (7,1)	Bandzaag (20 min)	0,15 (0,006)	550%	Niet beoordeeld

Draaibankspecifieke aspecten van Y-as afsteken

Draaicentra worden gewoonlijk gebruikt voor massaproductie vanaf stafmateriaal, gewoonlijk 65 mm (2,56 inch) in diameter. Bij dit type draaien zijn de grootste voordelen van Y-as afsteken een verbeterde productiviteit en oppervlakte-kwaliteit. De kansen voor het optimaliseren van de kwaliteit kunnen ook interessant zijn, aangezien afsteken gewoonlijk de laatste bewerkingsfase is voor een component. Een extra kans voor het verbeteren van de efficiëntie is het beperken van de afsteekbreedte.

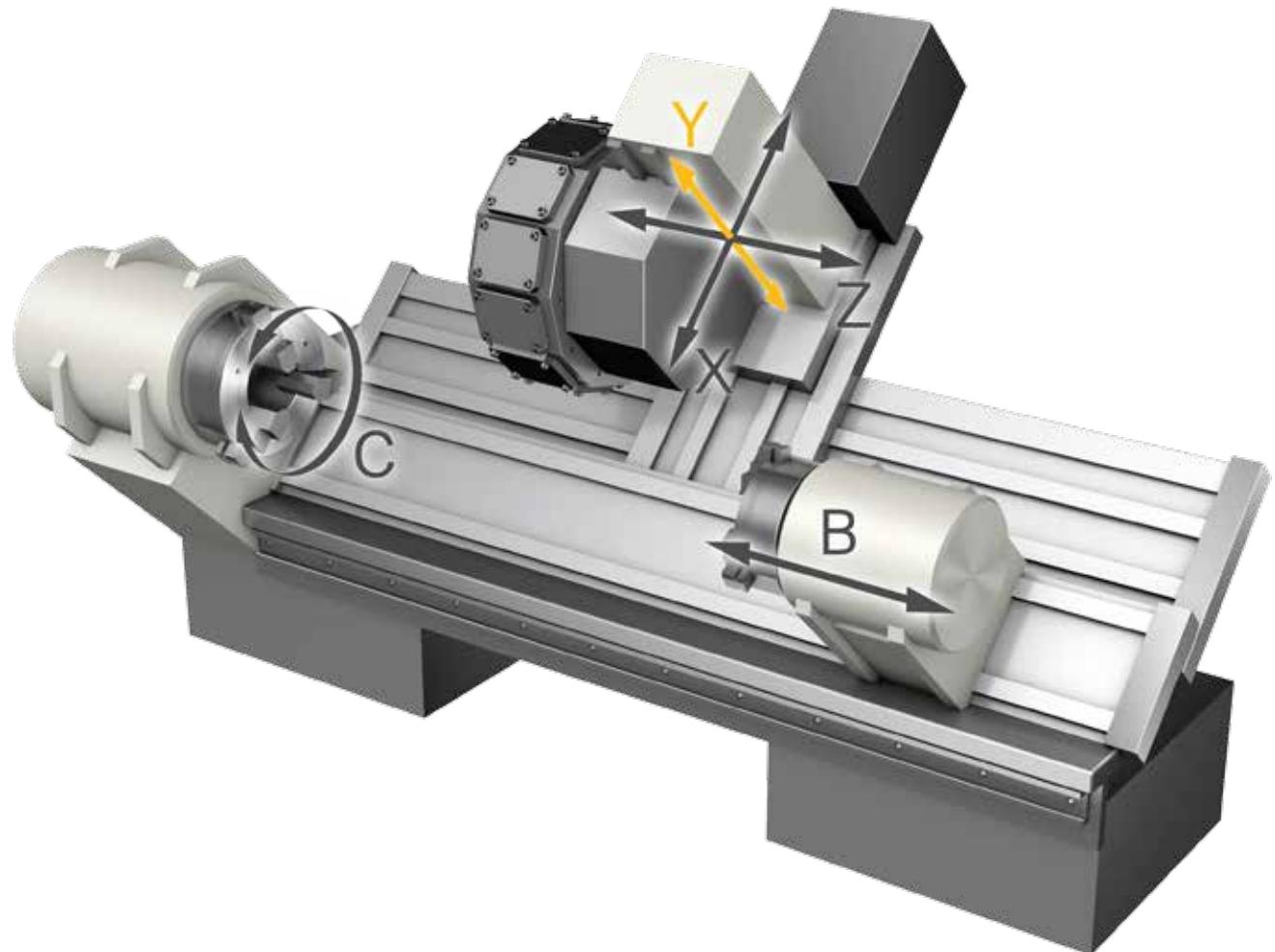
Voor multi-taskmachines bieden Y-as afsteekbladen betere toegankelijkheid en mogelijkheden voor grotere diameters. Een pretest bevestigde een toename van 50% van de uitsteeklengte bij het verspanen van een conventionele as van 120 mm diameter bij maximale voedingscapaciteit van de wisselplaat. Er werd een productiviteitstoename van 300% behaald zonder problemen met de procesveiligheid. Bij een testcase bij een klant verving Y-as afsteken met succes een bandzaag voor een Inconel-as van 180 mm diameter, wat leidde tot een aanzienlijke productiviteitsverbetering dankzij de veel kortere bewerkingstijden.



Bij een gewone draaibank met een schuin bed staat de X-as schuin omhoog naar de voorkant van de machine, met spullen aan één of aan beide kanten van het schuine bed en de X-as verplaatsing is gewoonlijk substantieel langer dan de Y-as verplaatsing. Er moet rekening gehouden worden met de beperkingen van de werkruimte die hier het gevolg van zijn wanneer u de bruikbaarheid van Y-as afsteken voor een specifieke component overweegt.

Bij een multi-taskmachine, die in wezen kan worden beschreven als een bewerkingscentrum met draai-optie, zijn veelvoorkomende gereedschapsconfiguraties, zoals de Coromant Capto® C6 of de HSK63T-bladadapter, vaak relatief lang, zodat er voldoende overbrugging is tussen de hoofd- en de subklauwplaat. Dit betekent dat de totale opstelling in de richting van de X-as zwak is in vergelijking met de belasting van de Y-as, waarbij de snijkraft naar de gereedschapsconfiguratie en de machinespil geleid wordt.

Soortgelijke omstandigheden gelden voor draai-centra die zijn uitgerust met een aangedreven gereedschap/freesoptie op de Y-as. Veelvoorkomende Y-as gereedschapsconfiguraties (normaliter een VDI of aangeschroefde (MACU-)bladadapter) is vaak te lang en slank om de afstand tussen de hoofd- en secundaire klauwplaat te overbruggen en afsteken dicht bij de klauwplaat mogelijk te maken. Ook hier is het resultaat een zwakke opstelling in vergelijking met de belasting van de Y-as, waarbij de snijkraft naar de gereedschapsconfiguratie en de revolver geleid wordt. Met Y-as afsteken kunnen beide problemen worden overwonnen.

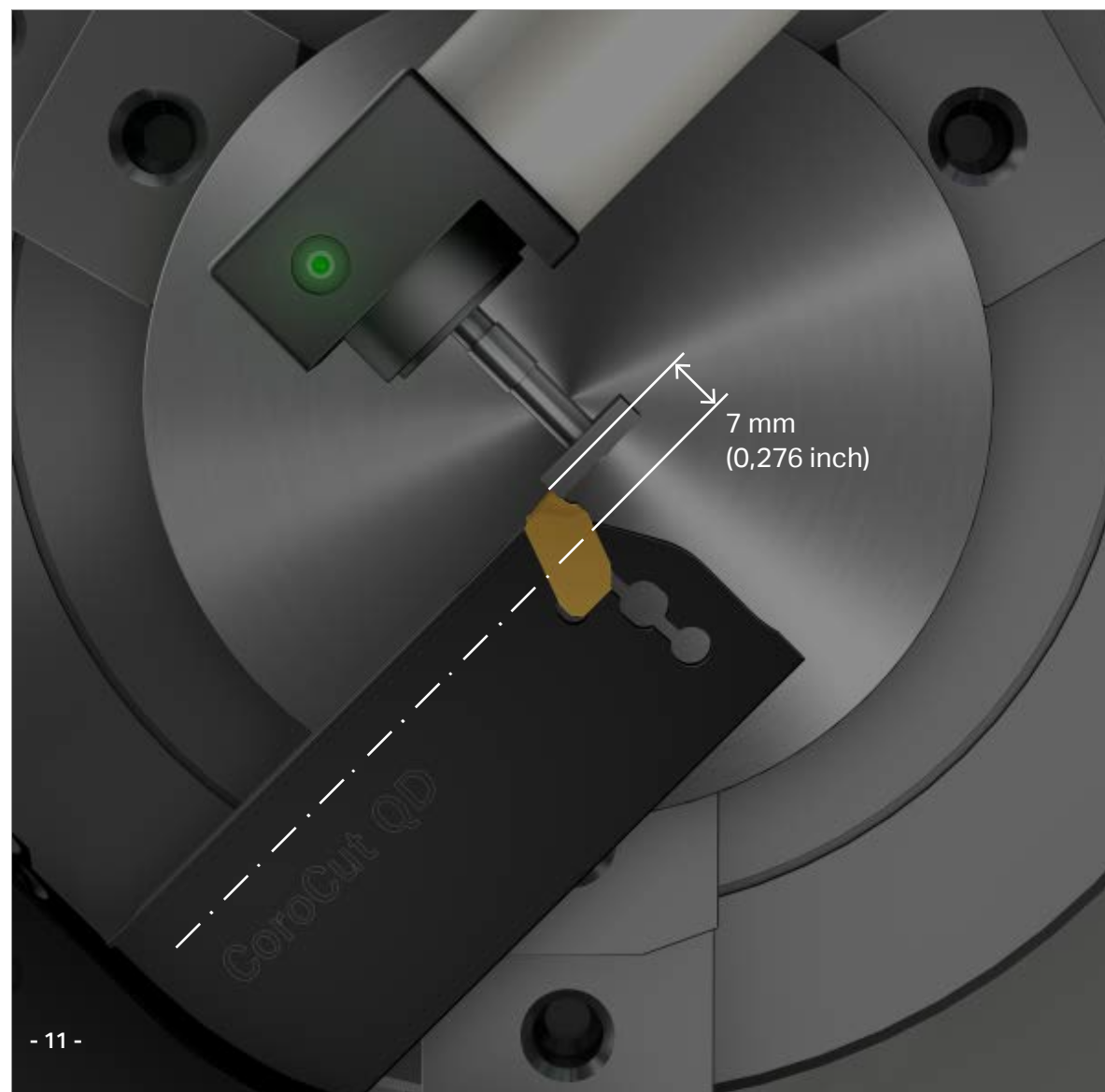


Aan de slag

Een investering in Y-as afsteken is vooral een verandering in het benaderen van afsteekbewerkingen en de werkwijzen die daaraan zijn gerelateerd. Het biedt een manier om de mogelijkheden van machines die al een Y-as hebben, beter te benutten. Ook is het een mogelijkheid waarmee de productiviteit van afsteekbewerkingen met een nieuwe machine of een aangepaste bewerkingsopstelling aanzienlijk kunnen worden verhoogd. De grootste concrete investering is gelegen in het programmeren, wat uiteraard gevolgen heeft voor de personeelsbezetting en de planning. De gereedschapsbeweging zelf kan gemakkelijk worden geprogrammeerd, waarbij verschillende machines en besturingssystemen verschillende parameterinstellingen hebben die moeten worden gewijzigd voor een constante snijsnelheid op de Y-as. De noodzakelijke parameterinstellingen worden beschreven in de CNC-besturingshandleiding.

Met Y-as afsteken kan een kleinere gereedschapsvoorraad mogelijk worden, omdat er minder behoefte is aan speciale bladen en omdat de nieuwe Y-as bladen in standaard adapters passen en standaard CoroCut® QD-wisselplaten gebruiken.

Een praktische overweging: houd er rekening mee dat de snijkant 7 mm (0,276 inch) boven de positie Y = 0 ligt wanneer deze is gemonteerd op een standaard bladadapter. De operator moet zorgen voor de offset van deze maat in het CNC-programma.



Investeringsvoorwaarden en ROI

180 mm
(7 inch)

maximale componentdiameter

4-8 uur

programmeertijd

- Praktisch elke multi-taskmachine of draai-centrum dat is uitgevoerd met een Y-as en stafaanvoer kan worden uitgerust met Y-as afsteken
- De eerste keuze voor afsteken in draai-centra en multi-taskmachines met Y-as
- Primair bedoeld voor grote componentdiameters tot 180 mm (7 inch) en voor lange uitsteeklengte om het bereik tussen de hoofd- en subklauwplaat te overbruggen
- Hoog potentieel wanneer het werkstuk aan beide kanten is ingeklemd – er kan werkelijk tijd worden bespaard aangezien er geen andere bewerkingen mogelijk zijn tijdens het afsteken
- Praktisch geen extra gereedschapskosten
- Hetzelfde programma kan voor alle componenten worden gebruikt – de vereiste aanpassingen brengen gewoonlijk eenmalige kosten met zich mee van ongeveer 4-8 programmeringsuren
- Potentieel voor substantiële ROI dankzij uiterst lage initiële investering en mogelijkheid voor significante productiviteitsverbetering met betere snijgegevens



Meer over CoroCut[®] QD en Y-as afsteken

www.sandvik.coromant.com/corocutqd