

BELANGRIJKE ASPECTEN BIJ VIJFASSIGE BEWERKINGSCENTRA

VAAK VERGETEN MAAR HELAAS TEN ONRECHTE

Elk modern vijfassig bewerkingscentrum kan worden gezien als een optimale combinatie van nauwkeurigheid, hoge productiviteit, flexibiliteit en precieze dynamiek. Op al die aspecten afzonderlijk moet bewust worden gelet tijdens de selectieprocedure die voorafgaat aan de definitieve koop. Helaas krijgt een aantal daarvan – we noemen de voorkeurspositie van de hoofdassen en de keuze van het aandrijf- en programmeersysteem als courante voorbeelden – niet altijd de aandacht die nodig is om met een degelijke, vrij complexe vijfasser optimaal het eigen spectrum aan actuele en toekomstige stukken af te dekken.

Door ing. Jan Wijers



US-conversie met de actuator in de HSK-opname geïntegreerd

RICHTING COMPLEETBEWERKEN

Een eerste bewuste stap binnen de machinebouw richting het compleet bewerken in dezelfde opspanning met de minste bewegingen en handelingen is vanaf de uitvinding van het compleetbewerken een vijfassig verspanende gereedschaps-machine geweest.

Vrije vormen

Bij een dergelijk vijfassig bewerkingscentrum (BC) met ingekorte

procesketen, is naast de traditionele drie lineaire hoofdassen in de genormaliseerde x-/y-/z-richting meestal sprake van twee additionele rotaties.

Dit neemt natuurlijk niet weg dat een competent vakman met een gangbare drieasser gekoppeld aan een geschikt programmeersysteem ook een zeer groot deel van het aangeboden werk kan frezen. Er zijn echter altijd uitzonderingen. Vloeiend verlopende vrije vormen in verschillende oriëntaties zoals die bijvoorbeeld voorkomen bij blisks

(turbinewielen uit een stuk), vereisen ondubbelzinnig een simultane vijfassige bewerking.

Twee opstellingen

De daarvoor nodige extra vierde en vijfde as kunnen zich bevinden aan de kant van het werkstuk, dat wil zeggen op of in de drunnion. Een tweede mogelijkheid is dichterbij het gereedschap, met andere woorden in of onder de kop. Beide opstellingen hebben typerende voor- en nadelen. Voert het snijgereedschap de

dynamisch versnellende en vertragende bewegingen uit met de (meestal lichtere) kop, dan is er sprake van een constantere massa en dus een meer rustige loop in vergelijking met sterk in gewicht variërende, zwaardere stukken op een bewegende tafel, die ook nog meer botsingsgevaar opleveren. Tot voor kort was bovendien het maximumvermogen van een draaizwenkop door de kleine beschikbare ruimte vrij laag. Anderzijds biedt een additionele, stabiele draaias in de tafel wel weer gelegenheid op aangepaste wijze draaibewerkingen uit te voeren.

ASSENCONFIGURATIE OP PUNT STELLEN

Drieassig versus vijfassig

Als we een drieassige machine naast een vijfasser zetten, zien we dat in constructief en besturings-technisch opzicht, gelet op geometrie en precisie, die laatste meer zorgen baart. In de dagelijkse praktijk echter delft een drieasser, waarbij een of twee asmodules als losse opties bijbesteld kunnen worden, toch het onderspit tegen een trillingsgedempte machine die is ontworpen voor vijfassig simultaan verspanen. Dat wordt bewezen wanneer de afnamemetingen en praktijktesten van beide met elkaar worden vergeleken. Voorts is de stijfheid van een directe aandrijfketen met lineaire en torque-motoren, die resulteert in een hoogstabilie verspanende bewerking met minimale kans op trillingen, veel



Blisks, ofwel turbine wielen, vereisen door hun vloeiende, verlopende vrije vorm een vijfassige, simultane bewerking

hoger dan een traditionele aandrijving via motor, tandwielkast en tandriem.

Nog preciezer

Hoe dan ook wordt er nog steeds koortsachtig gezocht naar mogelijkheden om de nauwkeurigheid op te vijzelen, bijvoorbeeld door procesmonitoring en realtimecompensatie van negatieve effecten door de gestapelde assen.

Op de vorige editie van AMB werd een Fine-Tuning systeem als optie bij vijfassige bewerkingscentra door Okuma voorgesteld. Daarmee kan vooraf aan de bewerkingscyclus door de machine autonoom een kalibratiecheck worden gedaan met betrekking tot de stand en positie van de hoofdasen x, y, z, a en c in relatie tot elkaar. Automatisch gekoppeld aan de metingen, via een referentiekogel op de tafel en een meettaster in de kop, volgt een interne analyseberekening van waaruit eventuele correctieparameters worden

machineniveau, wat de deur opent voor botsingspreventie.

Toegenomen proceszekerheid

De combinatie van al deze ontwikkelingen maakt dat de proceszekerheid er samen met de machinebetrouwbaarheid sterk op vooruit is gegaan. Dat blijkt gewoon al uit het feit dat tandwiel-fabricage van enkelstuks tot kleinere series op vijfassige BC's een stuk eenvoudiger is geworden, en daarom ook frequenter wordt toegepast. Het is duidelijk dat vooraanstaande machinefabrikanten geleidelijk meer meet-, registreer- en analysevoorzieningen opnemen, tot en met camera's en visionsystemen voor het adaptief aanpassen in bedrijf van het proces, om binnen het gunstigste verspaningskader te werken.

Besturingsunit op maat van nieuwe toepassingen?

Vaak krijgt de nu in de werkplaats gebruikelijke besturingsunit de voorkeur bij aankoop van een nieuwe machine. Dat is vanuit het oogpunt van standaardisering zonder meer verstandig: het scheelt in start-up, trainingstijd en -kosten en minimaliseert



AFNAMESTUK

Als er wordt toegespijst op nauwkeurigheid, mag het afname-werkstuk niet onvermeld blijven, van het feit of het een bewezen nuttige rol aankoop, of gebruikt zal worden als perio-

nog los speelt bij

diek tussentijds meetpunt ter controle van de actuele machinestatus. Wil men zich de tijd besparen die het kost om zo'n test zelf af te leiden uit de kenmerkende vorm- en bewegingselementen van het bedrijfseigen werkstukspectrum, dan is het uitgekende speciale testwerkstuk – met een veelheid van features, meet- en vergelijkings-data – voor het simultaan vijfassig frezen van de bekende Duitse NCG-vereniging een echte aanrader!

ingevoerd om het ontstaan van geometrische fouten te voorkomen.

CAD-CAM-CNC-KETEN

De operator kan naast zijn vakken-tenis tegenwoordig de hulp inroepen van het programmeersysteem dat toeneemt in intelligentie, en van de CNC-eenheid die sterker en sneller wordt. Er huist dan ook steeds meer technologie in, inclusief instel-, meet- en regelparameters volgens de laatste stand der techniek. En ook diverse uitgewerkte aanbevelingen voor de preferente strategieaanpak zitten erin voorgeprogrammeerd. Daarnaast bestaan er krachtige pakketten die zowel het geprogrammeerde procesverloop simuleren als het gedrag van de sturing, als van een alsmar reëler (statisch, dynamisch en thermisch) gemodelleerd

de kans op storingen en botsingen. Check echter wel of die identieke CNC met het bedrijfseigen programmeersysteem ook de beste keus is voor het toekomstige BC, zeker als er voor het eerst grotendeels vijfassig simultaan gefreesd zal worden. Apps – die ook in de metaal doorgedrongen zijn – kunnen daarbij wel helpen, maar zijn niet de toverstaf die tekortkomingen of minder soepel verlopende functies gladstrijkt. Hoe complexer de machine, hoe kritischer onderhoud en service uit te voeren zijn, en hoe ingrijpender het effect van een storing. Niet voor niets zijn innovatieve kmo's die investeren in een langjarige band met hun vakmensen, de winnaars van vandaag.

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| A axis off centre Y | A axis off centre Z | A axis off centre X | C axis off centre Y |
| A-Y axis perpendicularity | A-Z axis perpendicularity | C-Y axis perpendicularity | C-X axis perpendicularity |
| X-Y axis perpendicularity | A-Z axis perpendicularity | Z-X axis perpendicularity | Main axis – Z axis parallelism around X |
| | | | Main axis – Z axis parallelism around Y |

Geometrische fouten voor vijfassige machine (c-a-as draaitafel)

GROOT OF KLEIN EN TOCH PRECIËS

Voor de aerospace en defensie-bedrijven zoals die vandaag de kar trekken in België en in Nederland, is het goede nieuws dat er een kleine universele vijfasser op komst is voor zware verspaning tot aan finisseren toe (zie geel kaderstuk). Anderzijds is binnen de sector 'grootverspaners' de vraag vanuit de duurzame energie-, luchtvaart-, chemische en medische industrie sterk gegroeid naar grote tot zeer grote matrijzen en reusachtige, functionele stukken met afmetingen van meters in plaats van enkele honderden millimeters.

Qua precisie ligt de lat voor dit soort stukken een stuk hoger dan vroeger. Bij vijfzijdige bewerkingen op een machine van groot kaliber is dat enkel te realiseren door een doorlopende, kwalitatief

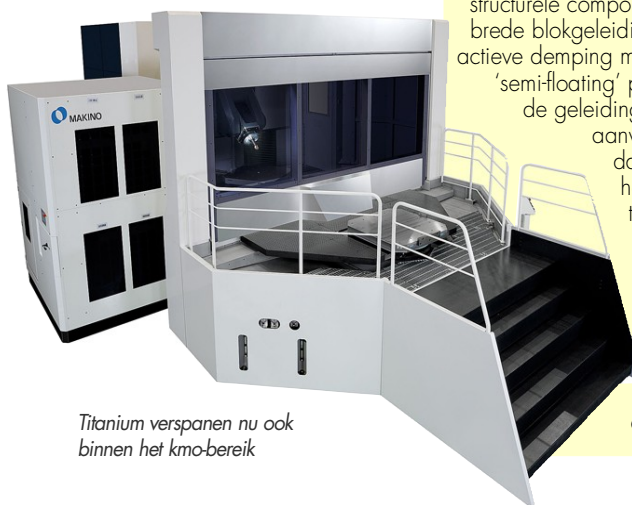
hoogwaardige ketenbenadering, vanaf het ontwerp tot aan de realisatie, de installatie en de onderhoudsfilosofie toe. Thermische afwijkingen zijn in deze categorie de grootste bedreiging op het gebied van nauwkeurigheid. Om die uitdaging de baas te kunnen, bestaan er diverse oplossingen.

Mikromat bijvoorbeeld kiest voor zijn XXL-machines een symmetrische, temperatuurgeregelde opbouw, naast een stabiel, automatisch binnen 70 µm te corrigeren gietijzeren bed.

T1

Tijdens de Makino Aerospace dagen eind mei werd met het nieuwste T1-type de moderne manier van titaan- en aluminium-verspanen ook binnen het kmo-bereik geïntroduceerd.

Alle in de T-serie bekende stijve structurele componenten, zoals brede blokgeleidingen en actieve demping middels het 'semi-floating' principe in de geleidingen, zijn aanwezig. Enkel daarmee wordt het haalbaar technisch de uitdagingen waar te maken die horen bij verspaning van functionele titaan-elementen.



Titanium verspanen nu ook binnen het kmo-bereik

MULTIPROCES WORDT AANTREKKELIJKER

Het streven naar een hoogefficiënte multifunctionele CNC-machine om een identieke of hogere eindnauwkeurigheid in kortere tijd te bekomen, dateert niet van vandaag.

Steeds meer combinaties

Een type dat zich tegenwoordig sterk doorzet, combineert het conventionele draaien, frezen en boren binnen één hybride concept tot een draaifreesbank of een freesdraaimachine.

Met relatief weinig extra voor waarden aan mechanische opbouw, aandrijfsysteem en sturing, is het slijpen evengoed toe te voegen aan de bewerkingsmogelijkheden, alsook thermische activiteiten zoals laserharderen, -lassen, -verweken of -boren. En er kan nog veel meer.

Ook de combinatie met een zogenaamd additief proces behoort vandaag tot de mogelijkheden, net zoals de koppeling met ultrasoon ondersteunde (US) bewerkingen. Natuurlijk kunnen we tegenwoordig al meten op de bank. Wat deze laatste optie betreft, mogen we – na de introductie van het Adapt Closed Loop Manufacturing concept op een EDM-machine – een gelijkaardige opstapper verwachten in het frezen, ook vijfassig.

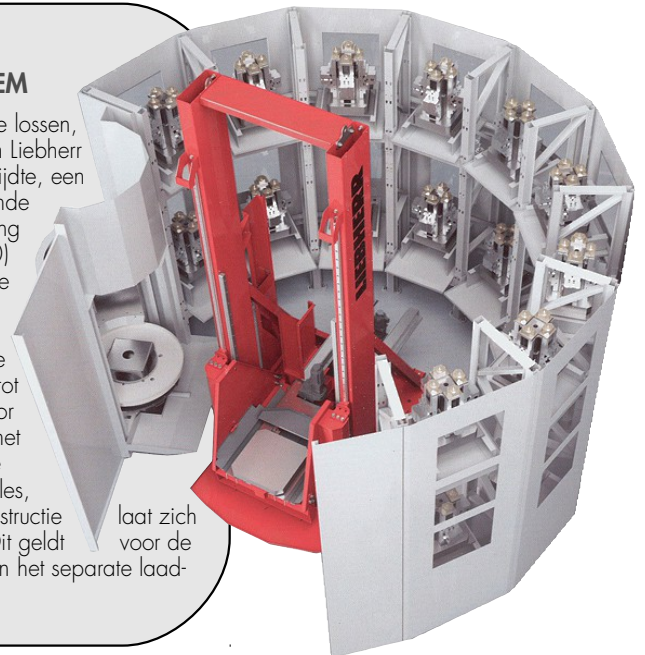
Randapparatuur

Indien er bij een voldoende groot aantal werkstukken, of bij complexe deelbewerkingen, voor een hogere toegevoegde waarde een beroep wordt gedaan op slijpend finishen, op extreem hardbewerken, op (micro)structureren, op plaatselijk harden of op 3D-opgroeien, dan zorgen speciale adapters er nu voor dat die opties automatisch vanuit

Een van de eerste BC's uitgerust met componenten volledig uit cfk gemaakt. De opties in de periferie zijn modulair

RLS ROTEREND BELADINGSYSTEEM

Om het probleem van de toegankelijkheid op te lossen, bedacht de interne automatiseringsafdeling van Liebherr een autonome cel met een sterk vergrote reikwijdte, een veel hogere toelaatbare belasting én voldoende operatorvrijheid. Naargelang van de uitvoering varieert de draagkracht van 800 kg (RLS 800) tot 1.500 (RLS 1500). Zelfs bij dergelijk zware en volumineuze werkstukken op pallets heeft men door de speciale armconstructie nog een zodanige reikwijdte dat, ondanks de compacte bouw, moeiteloos kan worden gemanipuleerd tot op maximaal 1.400 mm. In principe is het voor de vakman mogelijk in ruststand – haaks op het laadstation – ongehinderd tot vlak voor de machinetafel te komen voor eventuele controles, metingen of andere manuele ingrepen. De constructie bovendien met modules op wens vergroten. Dit geldt voor de machine-RLS-interface, de palletmagazijnen en het separate laadstation.



het gereedschapsmagazijn snel onder de kop genomen kunnen worden.

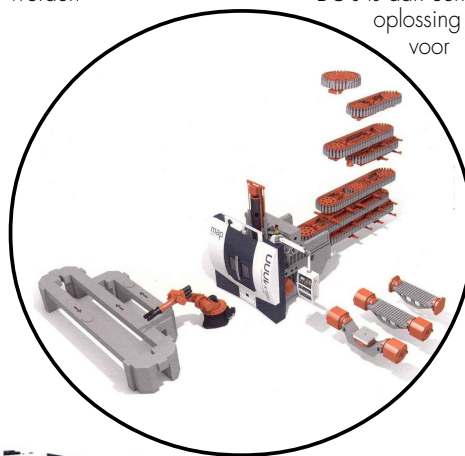
Gerichte ontwikkeling maakte de daarvoor benodigde geavanceerde apparatuur namelijk aanzienlijk kleiner van omvang, voornamelijk dankzij de inzet van compacte fiber- of diodelasers of door een ultrasoonkop met een in de speciale HSK-opname geïntegreerde actuator, zoals bij DMG Mori.

Gelijktijdig komt de extra investering op een aanzienlijk lager niveau terecht dan wanneer een tweede vrijstaande machine zou worden aangekocht.

TIJDIG AUTOMATISATIE VOORZIEN

Als ondernemer is het verstandig vooruit te denken en

het hele traject rondom de selectie van een geschikte vijffasser te overzien. Een eventuele toekomstige stap naar automatisering maakt deel uit van dat denkproces. In de toekomst zal een compacte robot in de verspaningszone bestlist vaker integraal onderdeel zijn van een BC. Tot het zover is, komen de bekende handlingsystemen met pallets en nulpuntspanners in aanmerking. Een cruciaal aspect in deze context, bij heel wat hoogvermogensvijfassers, vormt de slechte frontale toegankelijkheid bij automatisatie. Slechts bij weinig BC's is aan een oplossing voor



zwaardere stukken via de zijkant gedacht. Nogal wat grotere configuraties zijn uitgerust met een tweezijdig gelagerde – en met krachtige torquemotoren – direct aangedreven draaikanteltafel. Maar die constructie laat enkel automatische belading van voren toe, wat de vrije toegang en het zicht voor de operator belemmert of zelfs blokkeert. De oplossing komt soms uit onverwachte hoek (zie grijs kaderstuk).

KUNSTSTOFVEZELS BRENGEN PLUSSEN

Tot slot zien we de eerste machines op de markt verschijnen waarin er vezelversterkte kunststof gebruikt is. In het geval van het PROx1000 bewerkingscentrum (MAP) met lineaire motoraandrijving werd de lichtgewicht z-as compleet uit cfk gerealiseerd. Alleen al de in die staande hoofdasconstructie geboekte gewichtsbesparing van 45% ten opzichte van de aluminium constructie, heeft een uiterst positief effect op het hoogdynamische gedrag van alle assen.

Een garantie voor zowel een gladder oppervlak als een langere gereedschapsstandtijd biedt de verbeterde trillingsdemping van de spil ten gevolge van de inbouw in een cfk-behuizing.

Carbonfiberversterkte kunststoffen worden daar toegepast waar een hoge specifieke stijfheid en sterkte vereist worden met een tot vijfvoudige trekvastheid.

In beweging toont een energiemonitor de geringere behoefte als gevolg van de sterk gereduceerde bewegende eigenmassa.

Als repetiteernauwkeurigheid bij het positioneren claimt MAP > 0,005 mm.

De uiterst geringe thermische uitzetting van dergelijke innoverende cfk-componenten in bedrijf vormt een belangrijk aspect voor de hoge maatvastheid. □

