

METAAL

Belang stabiliteit en stijfheid bij

Standtijden gereedschappen en de oppervlaktekwaliteit van de werkstukken

Gert Dijk

APELDOORN De productkwaliteit van verpaningsmachines wordt bepaald door de kwaliteit van het machinepark. Inzicht in de nauwkeurigheid van machines is dan ook een must. Dit is deel 3 in een serie van 5 over het nauwkeurig verspanen van producten dat gaat over de stabiliteit van een machine die in hoge mate bepalend is voor de standtijden van de gereedschappen en de oppervlaktekwaliteit van de werkstukken. Tijdens het bewerkingsproces ontstaan vaak trillingen die te wijten zijn aan onbalans in de machine en/of het gereedschap. Een slingerende of slecht gebalanceerde hoofdspil, een onvoldoende dragende gereedschapsopname zoals bijvoorbeeld de conus in een freesspil kunnen de prestatie van een machine sterk beïnvloeden.

Bij een te lage spankracht ontstaan trillingen waardoor bij freesmachines de opnameconus gaat 'uitkelken', het freesgereedschap zijn stabiliteit verliest en daarmee dus ook het verspanend vermogen. Het laten naslijpen van de conus is een kostbare reparatie die kan worden voorkomen door regelmatige controle van de spankracht waarmee de freeshouder in de freesspil wordt getrokken.

Klauwplaat

Bij draaimachines is het vooral de klauwplaat die bepalend is voor de stabiliteit van de werkstukopspanning. Versleten spanklauwen, gecombineerd met een te lage spankracht kunnen zelfs tot zeer gevaarlijke situaties leiden zoals losschietende producten. Bovenstaande zaken kan men beïnvloeden maar de stijfheid en stabiliteit van het bestaande machinepark is een gegeven. Bij de aanschaf een nieuwe machine valt er echter wat te kiezen.

Statische stijfheid

TNO heeft in 2011 het initiatief genomen voor een kennisoverdrachtproject 'Verspanen van moeilijk bewerkbare materialen'. De bijdrage die Dijk Consult aan dit project heeft geleverd is het testen (zie foto) van de statische stijfheid van een aantal machines bij de deelnemende bedrijven. Deze metingen zijn uitgevoerd aan de volgende vier machines zijn statische stabiliteitsmetingen uitgevoerd: Leadwell, Deckel Maho, Hermle C800V en een Hermle C40U. Dit heeft geleid tot opmerkelijke inzichten zoals uit de volgende bevindingen zal blijken:

1 Statische en dynamische stabiliteit

De stabiliteit van machines kan onderscheiden worden in statische en dynamische stabiliteit. Bij statische stabiliteit wordt een statische kracht aangebracht en gekeken hoever de machine uitbuigt onder invloed van deze kracht. De dynamische stabiliteit van een machine beschrijft het gedrag van de machine onder wisselende krachtbelasting. Dit is een complex samenspel tussen optredende krachten, de diverse machine-elementen en de besturing. Kleine krachtwisselingen, die samenvallen met de natuurlijke trillingsvorm van een machine kunnen elkaar in de



Voorbeeld van een meetopstelling met vijzel, meetklokken en elektronische waterpassen.

loop van de tijd zodanig versterken dat maatafwijkingen, extreme gereedschapsslijtage of gereedschapsbreuk kan optreden.

Een bekend voorbeeld is het 'chatter verschijnsel' waarbij een trilling, die geïntroduceerd wordt door de inslag van de aparte tanden van de frees, binnen enkele seconden uitgroeit tot een niveau waarvan de frees breekt. De dynamische machinestabiliteit is erg afhankelijk van de specifieke verspaningssituatie en is bijzonder lastig vooraf te bepalen. De statische machinestabiliteit daarentegen is relatief eenvoudig vast te stellen zoals uit de volgende paragrafen zal blijken.

2 Bepalen van de statische machinestabiliteit

De statische machinestabiliteit is met eenvoudige hulpmiddelen te bepalen. Om een belastingsituatie te creëren overeenkomend met de belasting door het bewerkingsproces, wordt er een kracht aangebracht tussen de gereedschapsspil en de werkstuk opspantafel.

De metingen in dit project zijn gedaan met behulp van een vijzel. Door een 'drukdoos', een krachtopnemer gebaseerd op rekstrooktechnologie, in serie met de vijzel op te nemen kan de kracht, die door de vijzel uitgeoefend wordt op de spil gemeten worden.

Door in dezelfde opstelling diverse meetklokken te bevestigen, bijvoorbeeld tussen de tafel en de spilneus of tussen de spilkast en de spilneus kan de verplaatsing

tussen deze twee elementen bepaald worden onder diverse belastingcondities. (Voor dit soort metingen kan de norm DIN 8620-deel 2 als referentie worden gehanteerd).

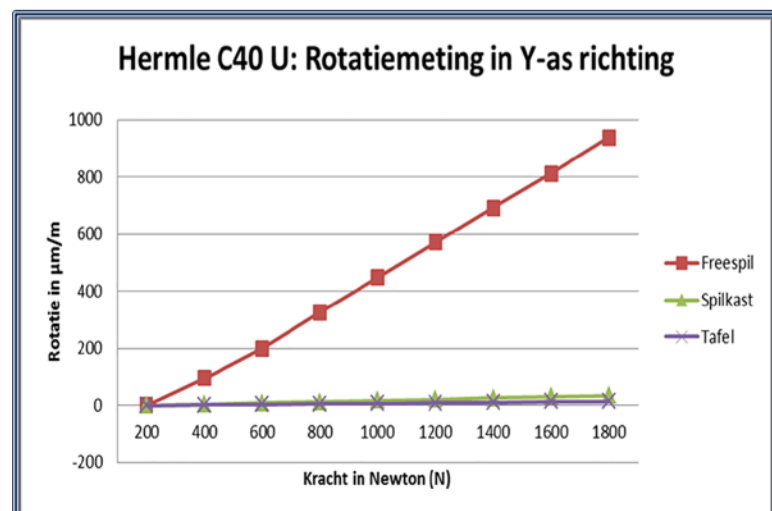
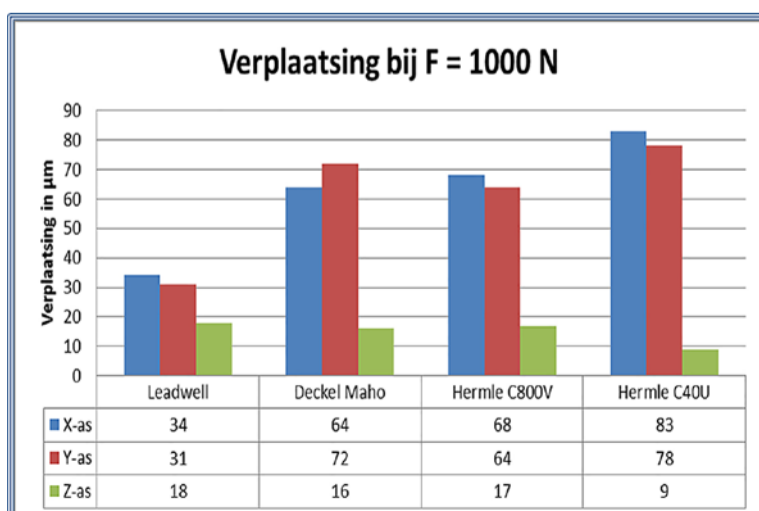
Om na te kunnen gaan of er sprake is van een zuivere verplaatsing, of van verbuigen/kantelen van bepaalde machine-elementen zijn op diverse plaatsen waterpassen ingezet.

3 Overzicht van gemeten stabiliteitswaarde

Wat opvalt bij alle machines is, dat de relatie tussen kracht en verplaatsing netjes evenredig verloopt. Een verdubbeling van kracht geeft ook een verdubbeling van verplaatsing. Dit betekent dat in het gemeten krachtbereik de vervormingen elastisch zijn, en dat de machines vrijwel spelingsvrij zijn. Verder blijkt dat in het X-Y vlak, het 'spantafel vlak', de verplaatsing richtingsonafhankelijk is. Een bepaalde kracht in X-richting respectievelijk in Y-richting leidt dus tot een even grote verplaatsing in X, danwel Y.

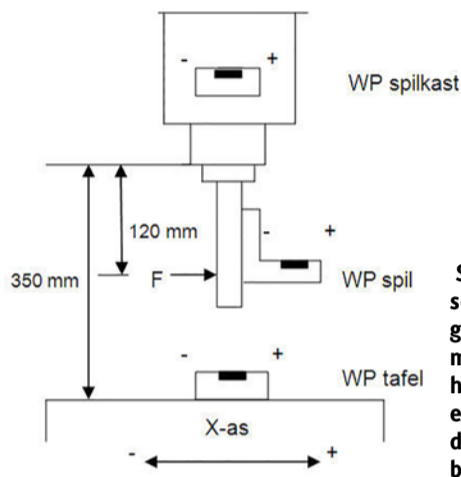
De Deckel Maho, Hermle C800V en de Hermle C40U zijn machines die gevoelsmatig in dezelfde stabiliteitsklasse vallen. De gemeten doorbuigingen wijken niet veel van elkaar af. In figuur 1 zijn de uitbuiggegevens van diverse machines samengevat. Gemeten is op een as van 25 mm op 120 mm vanaf spilneus, opgespannen in Weldonhouder. De Leadwell machine heeft een veel kleinere doorbuiging in X en Y richting. Dit was ook

Samenvatting uitbuiggegevens diverse machines gemeten op een as van 25 mm op 120 mm vanaf spilneus, opgespannen in Weldonhouder.



Voorbeeld van meetresultaat voor de rotatiemeting van een Hermle C40U.

verspanen



Schematische weergave van de meetomgeving om het 'slapste' element uit de keten te bepalen.

te verwachten, omdat deze machine een stuk zwaarder uitgevoerd is dan de andere drie machines.

Er is geprobeerd na te gaan welk machine-element verantwoordelijk is voor de meeste uitbuiging. Voor de hand liggende kandidaten zijn:

Het gereedschap:

- > De opname van het gereedschap in de houder.
- > De opname van de houder in de conus.

De spil:

- > De verplaatsing van de spil-as in de lagering.
- > De buiging van de spil-as tussen de lagers.
- > De verplaatsing van de lagers in de behuizing.

De machine:

- > De verplaatsing van de spilbehuizing.
- > De verplaatsing/kanteling van de opspantafel.

Om hier een uitspraak over te doen is op drie plaatsen de hoekverdraaiing met een waterpas (WP) gemeten (zie figuur 2):

- > Op de spilkast
- > Op de meetdoorn
- > Op de tafel

Uit de meetresultaten (figuur 3) blijkt bij alle machines een opmerkelijke rotatie van de spil, bij verwaarloosbare rotaties van de spilkast en tafel. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de buiging van de spil in de lagering een allesbepalende invloed op de statische stijfheid van de machines heeft. Het loont de moeite om bij de keuze van een nieuwe machine ook de stijfheid vooraf te testen.

Aanbevelingen

Besteed aandacht aan de conditie en stabiliteit van het werkstukopspansysteem en controleer regelmatig de spankracht van de gereedschapsopnames zoals freespillen en klauwplaten. Voer bij selectie van machines freestesten uit op lastige materialen in plaats van het gebruikelijke C45 materiaal en doe dit voordat de machine wordt aangeschaft.

www.dijkconsult.nl

Dit is deel 3 uit een serie van 5 over nauwkeurig verspanen. De serie ging vooraf door een pilot over de aanschaf van verspanende machines, die werd gepubliceerd in de krant van 13 februari 2014. Deel 1 ging over de kwaliteitsbewaking van het 'operationele machinepark', gepubliceerd op 6 maart 2014 en deel 2 handelde over positionering.

Doe het zelf test

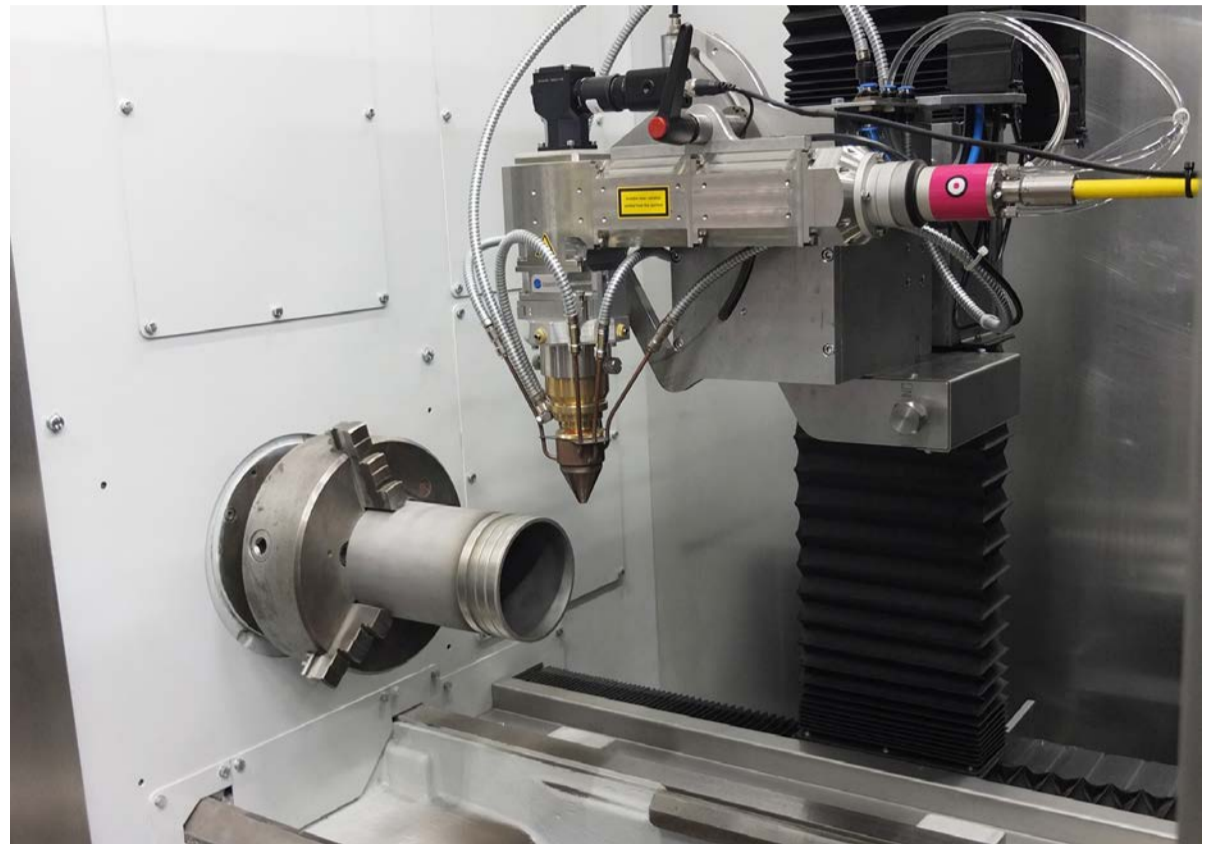
Je kunt ook zelf met simpele middelen de verplaatsing van de freespil ten opzichte van de tafel als volgt meten:

- In de verticale richting met behulp van met een personenweegschaal en vijzel, en;
- in de horizontale richting met een draadspanner en een digitaal unster.

Door deze test vooraf op de eigen machines te doen krijg je inzicht en kun je een vergelijk maken.

METAAL

Nederlandse lasercladprimeur op Duits laserevent



Met deze Nederlandse machine van Hornet Laser Cladding gaat het Fraunhofer ILT in Aken het Ultra High Speed lasercladden doorontwikkelen. (Foto's: FCP)

Vervolg van de voorpagina

Franc Coenen

Hornet kan de high speed lasercladmachines leveren tot 20 meter tussen de centers, maar ook voor het cladden van onderdelen van enkele centimeters. Door de robuuste opbouw van de draaimachine als basis te nemen, is de machine stabiel genoeg om hoge snelheden te halen.

En daar is het de onderzoekers van het Fraunhofer ILT in Aken om te doen. Zij zetten de Hornetmachine namelijk in voor verder onderzoek naar Ultra High Speed Laser Metal Deposition. Die technologie werd op het AKL '14 gepresenteerd door Thomas Schopphoven van het ILT. Cladden met 100 meter per minuut en laagdikten van 0,1 tot 0,3 mm is zeker haalbaar, de eerste testen met de machine hebben al aangetoond dat 200 meter per minuut realiseerbaar is. Het instituut wil bij die snelheid per seconde 6 cm² oppervlak cladden met de Nederlandse machine. De laagdikte bedraagt dan 11 µm. 'Voor veel toepassingen zijn dunne lagen voldoende', aldus Schopphoven. De poeder-efficiency bedraagt bij het Ultra High Speed lasercladden meer dan 90 procent. De Rz-waarde van het oppervlak

moet uiteindelijk als het stuk uit de machine komt kleiner zijn dan 10 micrometer en de heat 'affected zone' eveneens niet dieper dan 10 µm. Deze data duiden op een factor 10 waarmee het lasercladden wordt versneld ten opzichte van de huidige stand van de techniek, waarbij overigens wel dickere lagen worden aangebracht (0,3 tot 1 mm).

Hoe werkt het

Om een snelheid van 200 meter per minuut te bereiken, brengt men het poeder al eerder in de laserstraal, zodat de deeltjes meer energie kunnen opnemen. Normaal, aldus Thomas Schopphoven, nemen de poederdeeltjes 20 tot 30 procent van de energie op. 'Ze blijven onder de smelttemperatuur en smelten pas in het smeltbad. Dat kost tijd en begrenst de snelheid van het proces.'

Met de nieuwe toevoer verschuift men de energiebalans: er komt meer energie in de poeder-gasstroom. 80 tot 90 procent van de energie is al door het poeder opgenomen voordat het - in gesmolten toestand - bij het smeltbad komt. Zowel de laserstraal als de poeder-gasstroom hebben een focus kleiner dan 1 mm. Dit resulteert erin dat men een dunne laag Inconel 625 op een rotatiedeel kan

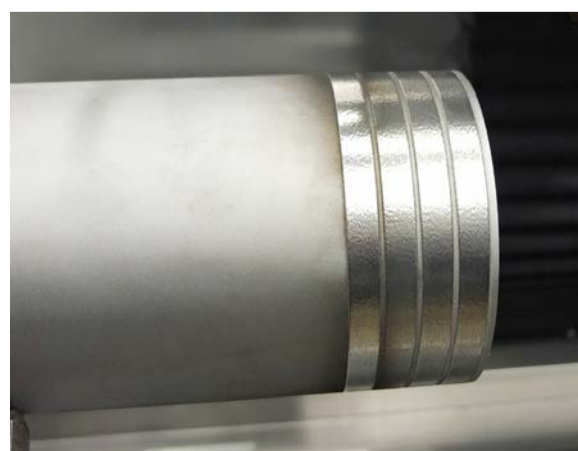
neerslaan met een snelheid van 200 meter per minuut, tien keer zo snel als de huidige standaard.

Met een speciale CMOS-camera bewaakt men de mix van poeder en gas en op basis van deze beeldanalyse kan men de toevoer bijsturen. Een van de effecten die men heeft geconstateerd, is dat door het Ultra High Speed cladden de materiaaleigenschappen beter worden dan van het materiaal dat men cladt. Dankzij het concept van de Hornetmachine, de geïntegreerde besturing en de speciale toevoer van het poeder, kan men na het cladden de poedertoevoer uitschakelen en het oppervlak nog een keer bewerken met enkel de laserstraal. Hierdoor verbetert de oppervlakteruimte aanzienlijk, aldus Schopphoven. Ra-waarden zakken dan onder de 1 micrometer. Een andere toepassing die men gaat onderzoeken is het aanbrengen van dekklagen bestaande uit een metaal matrix composiet, wat slijtdelen extra bescherming biedt.

Toepassingen

Frank Rijdsdijk is blij met het feit dat het Fraunhofer ILT de machine heeft geselecteerd. 'Ruim een week voor het AKL '14 hebben we de machine geleverd en geïnstalleerd. Dit is voor ons een mooie kans om de machine onder de aandacht te brengen van een internationaal publiek.' Het concept van de machine heeft als voordeel dat deze binnen enkele dagen operationeel is, in tegenstelling tot de lasercladinstallaties die uit een robot en een rotatie unit bestaan. De machines worden door Hornet ontwikkeld op klant-specificatie en gebouwd door WB Automation in Ulft. Hornet Laser Cladding heeft al machines geleverd tot in China. Aan het AKL '14 namen begin mei meer dan 600 deelnemers uit de hele wereld deel.

www.hornetsystems.nl



Deze lagen worden met 200 meter per minuut aangebracht. Na het cladden wordt het oppervlak met de laser bewerkt om een betere ruwheid te verkrijgen.