

Fundamentele proceskennis en nieuwe frees geometrieën

3 Microfreesen van matrijzen

Om in spuitgietmatrijzen van gehard staal kleine details aan te brengen, wordt gebruik gemaakt van vonkverspanen. Microfreesen kan de maaktijd en de doorlooptijd aanzienlijk verkorten, maar bij het bewerken van gehard staal is dit een slecht voorspelbaar proces. De freesjes breken snel en de oppervlaktekwaliteit van de matrijs is soms onvoldoende. De onderzoekers van het IOP-project “Microfreesen van matrijzen” onderzochten welke gebruikscondities een optimaal resultaat leveren en ontwikkelden nieuwe freesgeometrieën.

Het probleem bij microfreesen van gehard staal is dat de frees – als de diameter tussen 0,5 en 0,1 millimeter is – snel slijt of zelfs afbreekt. Als gevolg daarvan laat de oppervlaktekwaliteit van het werkstuk sterk te wensen over, legt promovendus Peiyuan Li van de Technische Universiteit Delft uit. “Uit mijn onderzoek is gebleken dat de frees zelf de grootste bottleneck vormt. Ik heb gezocht naar de redenen voor die

slechte performance en mijn veronderstellingen experimenteel getoetst. Vervolgens heb ik oplossingen ontwikkeld om te komen tot een langere standtijd en een hogere oppervlaktekwaliteit.”

Een van de oplossingen is om de freesgeometrie te verbeteren. Voor bestaande microfreesen wordt gebruik gemaakt van dezelfde geometrie als bij gewone frezen. Vooral de punt is dan vrij kwetsbaar. Een stompere hoek (negatieve spaanhoek) resulteert in een aanmerkelijk langere standtijd. Door de frees te voorzien van vier tanden in plaats van twee kan bovendien in dezelfde tijd aanmerkelijk meer materiaal worden verspaand. In dit deel van het project is samengewerkt met freesproducent Van Hoorn Carbide. Het bedrijf leverde de frezen voor het onderzoek en ondersteunde Peiyuan Li bij het ontwikkelen en realiseren van nieuwe freesgeometrieën.

“Vervolgens wil je zo’n frees natuurlijk zo efficiënt mogelijk inzetten”, vertelt Peiyuan Li. “Om tot een goede snijstrategie te komen, heb ik onderzocht welke parameters het snijresultaat beïnvloeden en hoe de freesmachine moet worden ingesteld om de levensduur van de frees te verlengen. In het geval van microfreesen is weinig tot niets bekend over de optimale combinatie van bijvoorbeeld toerental, aanzetsnelheid en

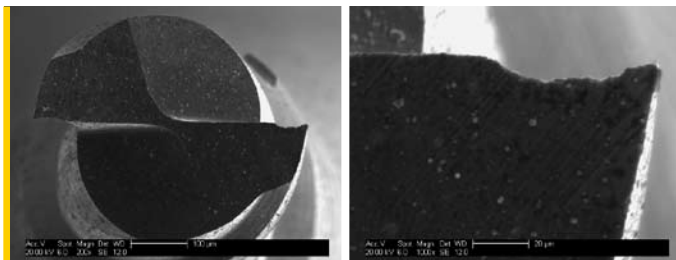
snedediepte. Conventionele verspaningsmodellen gaan uit van aannames die in het microdomein niet gelden. Vandaar dat ik nieuwe modellen heb ontwikkeld voor zowel het gereedschap als het proces.”

Peiyuan Li paste eind 2008 zijn kennis toe tijdens een stage van drie maanden aan de Engelse Cranfield University. Daar freesde hij onder meer werkstukken met *thin ribs*, opstaande randen van 15 micron dik en 800 micron hoog. Ter vergelijking: een menselijke haar is ongeveer drie keer zo dik als zo'n rib. Peiyuan Li vertelt: “Het was erg leuk om een concreet product te bewerken en te laten zien wat er mogelijk is. Thin ribs worden nu zelden mechanisch gemaakt vanwege de grote bewerkingskrachten van de frees op de rib. Daarom was dit een mooie demonstrator.”

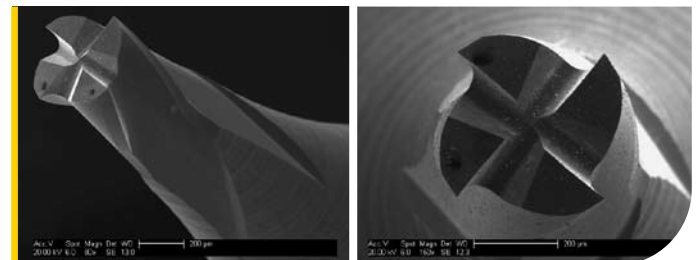
Het project was een samenwerkingsverband tussen de TU Delft en TNO Industrie en Techniek. Han Oosterling van TNO legt uit waarom: “We verrichten veel onderzoek naar het verkorten van de doorlooptijd bij het maken van matrijzen. Daar kan microfreesen goed bij van pas komen. Want wanneer je kleine details kunt microfreesen in plaats van vonkverspanen, hoeft je het werkstuk niet opnieuw op te spannen en hoeft je geen elektrodes te maken. Maar over microfreesen van gehard staal was nog weinig bekend; de vraag was of het industrieel toepasbaar zou kunnen zijn.”



“We weten nu waar de beperkingen liggen en welke parameters van invloed zijn op de performance van het gereedschap en de kwaliteit van het product”, vervolgt Han Oosterling. “TNO heeft een systeem dat programma's genereert voor het aansturen van NC-machines, waarin kennis over microfreesen ontbrak. Die lacune is gevuld.” Maar ook voor hoognauwkeurig frezen buiten het microdomein is de opgedane kennis toepasbaar, vindt hij. “Dat is een ander onderzoeksthema waar we aan werken. Door het IOP-project is



Beschadigde microfrees (bestaande geometrie)



Nieuwe ontwerp van de microfrees (viersnijder)

duidelijk geworden welke eisen je bijvoorbeeld aan de freesmachine moet stellen, en hoe belangrijk het is om de rondloopnauwkeurigheid van de spindel en de aansturing van de assen te beheersen.”

Senior researchmedewerker Lex Westland van Océ Technologies was voorzitter van de Begeleidingscommissie. Hij legt uit: “Bepaalde componenten van inkjet printkoppen zijn gemaakt van grafiet, omdat dit corrosiebestendig is en goede thermische eigenschappen heeft. Voor het bewerken van grafiet is microfrezen een prima oplossing, maar wij lopen daarbij tegen vergelijkbare problemen aan als bij gehard staal: de freesjes slijten snel en de maatnauwkeurigheid van

het ontwerp in de nieuwe catalogus worden opgenomen. “Maar niet alleen die nieuwe geometrie is interessant voor ons”, benadrukt Stefan van Weert. “Ook de andere onderzoeksresultaten zijn bijzonder interessant. We nemen ze mee bij de ontwikkeling en verbetering van ons freesassortiment.”

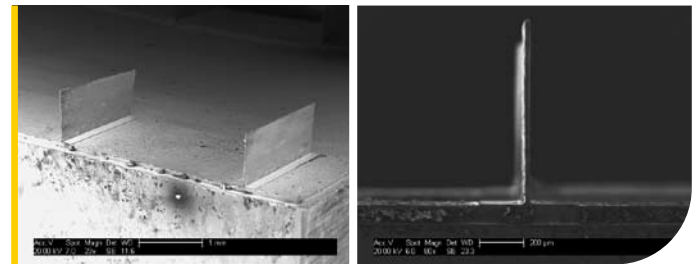
Een van Nederlands oudste machinefabrieken, Hembrug, was eveneens lid van de Begeleidingscommissie. Area sales manager Etienne Catoire vertelt: “Voor Philips hebben we begin jaren 70 een hydrostatisch gelagerde, ultraprecieze draaimachine ontwikkeld voor het verspanen van computergeheugenschijven. Daarna

“De frees zelf vormt de grootste bottleneck om tot een langere standtijd en een hogere oppervlaktekwaliteit te komen”

het werkstuk is soms onvoldoende. Daarom was Océ geïnteresseerd in dit project. We hebben grote behoefte aan fundamentele proceskennis. Vergeet niet dat microfrezen, in tegenstelling tot gewoon frezen, pas sinds enkele jaren wordt toegepast. Dat is relatief kort. Door fundamenteel onderzoek als dit weten we nu veel beter waar we op moeten letten.”

Stefan van Weert, R&D-medewerker bij Van Hoorn Carbide, bevestigt ook voor dat bedrijf het belang van de onderzoeksresultaten. “Als producent van hardmetalen frezen willen we op alle fronten onze voorsprong behouden. Microfrezen is een relatief nieuwe markt, en dit soort onderzoek helpt ons om in dit topsegment mee te kunnen doen. Vooral in de viersnijder zien we potentie. Niet alleen kun je er sneller mee frezen, deze geometrie reduceert ook de slingering van de frees, zo blijkt uit de experimenten.” Momenteel wordt de nieuwe geometrie verder onderzocht. Bij voldoende positief resultaat zal

besloten we te gaan werken aan de meest nauwkeurige 5-assige freesmachine ter wereld. De eerste serie daarvan met een product nauwkeurigheid van 5 micron wordt nu beproefd bij TNO en het Fraunhofer Instituut. Proeven met gewone frezen wijzen uit dat er door de hydrostatische geleiding beduidend minder nabewerking nodig is en dat de standtijd van frees en matrijs 50 tot 80 procent



In gehard staal gefreesde thin ribs van 15 micron dik en 800 micron hoog. Ter vergelijking: een menselijke haar is ongeveer drie keer zo dik als deze rib

hoger is. In combinatie met de geoptimaliseerde freesgeometrie en de kennis van dit onderzoeksproject hopen we nog betere resultaten te bereiken. Microfrezen staat nog echt in de kinderschoenen. Door projecten als deze kunnen de eerste veelbelovende resultaten alleen maar verder verbeteren.”

PROJECTINFORMATIE

Project: *Microfrezen van matrijzen*

Doelstelling: *het ontwikkelen van een industrieel betrouwbaar proces voor het microfrezen van gehard stalen matrijzen*

Resultaten: *fundamentele proceskennis over microfrezen, nieuwe freesgeometrieën die resulteren in een langere standtijd en een hogere oppervlaktekwaliteit, proefschrift, publicaties in wetenschappelijke tijdschriften, presentaties op conferenties*

Publicaties en meer informatie: *www.precisieportaal.nl, discipline Bewerken*

Contactpersoon: *Han Oosterling, han.oosterling@tno.nl, telefoon (040) 265 05 51*