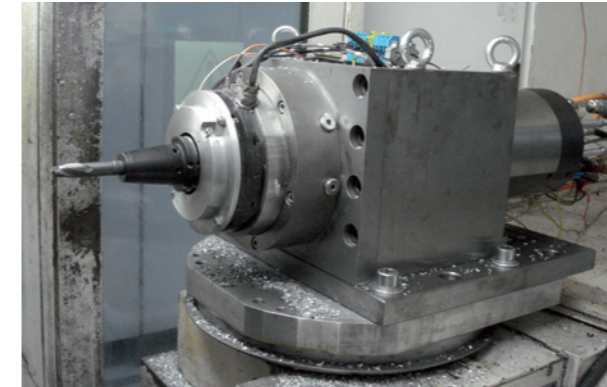


Procesmodellen en proof of concept

Active chatter control

Bij precisiefrezen treedt onder bepaalde omstandigheden chatter op, een fenomeen dat slechte oppervlaktekwaliteit en hoge gereedschapsslijtage veroorzaakt. Onderzoekers van TNO en de TU/e ontwikkelden een regeling die het dynamisch gedrag van de machinespindel binnen een bepaald toerentalgebied beïnvloedt en daarmee – in theorie – chatter voorkomt. Een proof of concept moet aantonen of deze strategie in de praktijk levensvatbaar is.



Spindel voorzien van sensoren en actuatoren, opgesteld bij het Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen van de Universiteit van Darmstadt (deze opstelling is bij PTW gerealiseerd als project DFG/SPP1156).

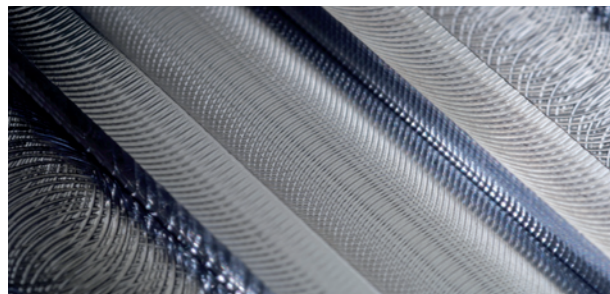
Bij chatter gaat de frees trillen, waardoor het werkstuk een lelijk en ruw oppervlak krijgt en de frees in sommige gevallen zelfs kapot gaat. Een lastig fenomeen bij het nauwkeurig fabriceren van onderdelen, zeker als daaraan steeds hogere eisen worden gesteld wat betreft doorlooptijd, efficiëntie en kosten. Juist wanneer je om die redenen sneller of dieper wilt frezen om in dezelfde tijd meer materiaal te verwijderen, treedt chatter op. Tot nu toe wordt chatter vermeden door binnen bepaalde toerentalgebieden te blijven die minder gevoelig zijn voor chatter. Maar de toepasbaarheid van deze strategie is beperkt. Zodra de omstandigheden veranderen (bijvoorbeeld door temperatuurveranderingen en/of slijtage) kan een oorspronkelijk chattrvrij toerentalgebied instabiel worden, wat resulteert in het optreden van chatter.

Ingrijpen tijdens het frezen lijkt een betere strategie. Vlak voordat chatter optreedt begint de machinespindel die de frees bevat namelijk te trillen. In een eerder project ontwikkelde TNO daarom in samenwerking met de TU/e een systeem dat voortdurend de trillingen op de spindel meet en op basis daarvan het toerental – net op tijd – bijstuurt. In het IOP-project Active chatter control hebben de TU/e en TNO een andere oplossingsrichting onderzocht. In plaats van het toerental aan te passen, willen ze juist bij een vooraf in te stellen toerentalgebied chatter voorkomen door in de spindeldynamica in te grijpen. Dat heeft twee redenen. De eerste is dat bij sommige materialen de snijsnelheid behoorlijk kritisch is. Variëren met het toerental is dan geen optie, omdat het gereedschap zou verbranden of omdat het materiaal überhaupt niet verspaand kan worden. Voor andere materialen, waar de eisen minder kritisch zijn, wil je een optimum vinden om met hoge toerentallen en grote snedediepte zoveel mogelijk materiaal in dezelfde tijd te verwijderen.

“Het was voor mij een eye-opener dat je kunt ingrijpen voordat chatter optreedt”

“Als je het dynamisch gedrag van de machinespindel wilt beïnvloeden, heb je daarvan eerst een model nodig”, vertelt promovendus Niels van Dijk van de TU/e-faculteit Werktuigbouwkunde, afdeling

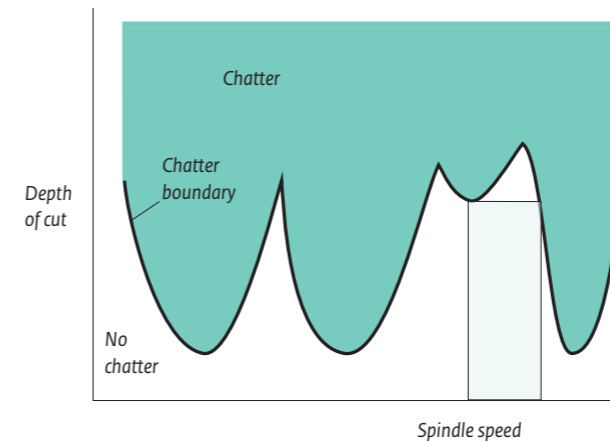
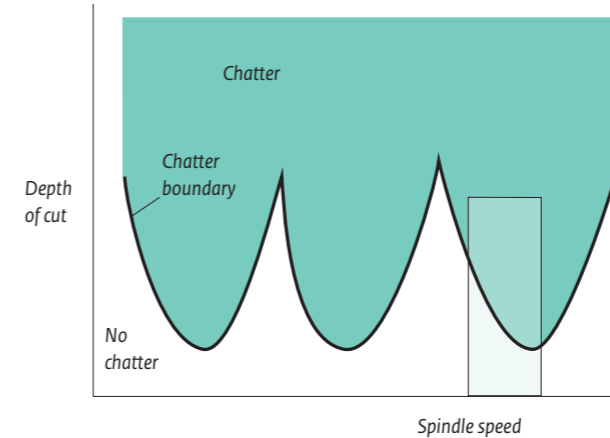
Dynamics and Control. “Want daarmee kun je het effect van wijzigingen op de dynamische eigenschappen van de spindel uitproberen. Ik ben begonnen met eenvoudige modellen van het freesproces, om de stabiliteit van dat proces te kunnen analyseren. Want als het proces instabiel wordt, treedt er immers chatter op. Die modellen heb ik steeds verder verfijnd en uitgebreid.” Uit zijn onderzoek blijkt dat de stijfheid en de dempings-eigenschappen van de spindel belangrijke procesparameters zijn die de grens tussen chatter en geen chatter bepalen. Die zogenoemde stabiliteitslijn is overigens geen rechte lijn maar bevat pieken en dalen, legt Niels van Dijk uit. “Het punt waar je heel efficiënt zou kunnen werken, dat wil zeggen waar je veel materiaal in één keer kunt wegnemen, kan net in een dal zitten. Het is de kunst om met regelalgoritmes de vorm van de stabiliteitslijn zodanig te beïnvloeden dat je bij dat toerental in een top terecht komt. Dat kan, door actief in te grijpen in de dynamische eigenschappen van de spindel.”



Oppervlak met drie gefreesde groeven. In de buitenste groeven is chatter opgetreden.

Een volgende stap in het project, die begin 2010 samen met TNO wordt uitgevoerd, is een proof of concept: het beproeven van het model op een echte spindel. Daarvoor werkt het team samen met de universiteit van Darmstadt, waar zich een proefopstelling bevindt met een spindel voorzien van sensoren en actuatoren. Experimenten moeten aantonen dat de strategie ook in de praktijk kan werken. Han Oosterling van de afdeling Advanced Product & Production Equipment van TNO Industrie en techniek: “In eerste instantie wilden we zelf een bestaande spindel aanpassen, maar dat bleek niet mogelijk. We waren dus erg blij toen we hoorden dat we in Darmstadt welkom waren.” Hij vindt dat de promovendus er goed in is geslaagd om een regeling te ontwikkelen die binnen een klein toerentalgebied zijn werk doet. “Het is een mooi model. Wanneer dit ook in de praktijk werkt, gaan we kijken of een spindelfabrikant geïnteresseerd is in exploitatie van het idee. Want daarvoor zal een nieuwe spindel ontworpen moeten worden.”

Vanuit de industrie was veel belangstelling voor het onderzoek. Jos Weterings, business development manager bij VDL Enabling Technologies Group en voorzitter van de begeleidingscommissie, legt uit waarom hij bij het project betrokken was: “Wij frezen onder andere grote onderdelen voor de semiconductor- en de solar-industrie. Om de concurrentie met het Verre Oosten aan te kunnen en werkgelegenheid in Nederland te kunnen behouden, moet de productiviteit omhoog.



Stabiliteitsdiagrammen, links zonder actief ingrijpen in de dynamische eigenschappen van de spindel, rechts met. Door in te grijpen kan in hetzelfde toerentalgebied een grotere snijdiepte worden bereikt en dus meer materiaal worden verspaand.

Wanneer je chatter kunt vermijden door de machinespindel aan te passen, kun je sneller materiaal verwijderen zonder dat een operator bij de machine moet blijven. Dat maakt ze beschikbaar voor hoogwaardiger werk en dat is voor ons heel interessant.” Hoewel een praktische implementatie van het project nog ver weg is, vindt Jos Weterings het toch belangrijk om op de hoogte te blijven van dergelijk onderzoek. “Als eindgebruiker van freestechnologie willen we graag verder automatiseren. Deze resultaten kunnen daarbij in de toekomst helpen.”

Marcel Aarts, R&D-manager bij SECO-Jabro, was om andere redenen geïnteresseerd in het project. “Wij ontwikkelen en produceren freesgereedschappen en wilden meer weten over het fenomeen chatter. We vroegen ons af of je daar als gereedschapleverancier invloed op kunt uitoefenen.” Daarmee doelt Marcel Aarts op de rol die de frees speelt bij het optreden van chatter. “Kunnen wij wellicht iets aanpassen aan het gereedschap om de kans op chatter te verminderen? Heeft het optreden van chatter bijvoorbeeld te maken met de geometrie van de frees en zo ja, wat kunnen we hieraan beïnvloeden? Als je daar meer zicht op hebt, kun je je klanten beter voorlichten. Dus als er ook maar iets aan de frees valt te verbeteren, willen we van die informatie gebruikmaken.” Vandaar dat SECO-Jabro freesgereedschappen beschikbaar heeft gesteld aan de onderzoekers, en op allerlei manieren praktijkkennis heeft ingebracht. Wat vindt Marcel Aarts het meest interessante aan het project?

“Ik was verrast toen ik hoorde dat je chatter van tevoren kunt zien aankomen. Ik dacht altijd dat je hooguit de frees iets harder of langzamer kon laten lopen. Dat de mogelijkheid bestaat om in te grijpen voordat chatter optreedt, was voor mij een eye-opener.”

Niet alleen bij frezen kan chatter optreden, ook bij draaien komt dat voor. René van Raaij van machine-fabriek Jakom weet er alles van: “Wij draaien assen en walsen in extreme maatvoeringen voor bijvoorbeeld de offshore-, de drukkerij- en de textielindustrie. Onze operators zien chatter aankomen aan het licht dat op een as schijnt of aan het trillen van het koelwater. Je kunt het ook horen.

Onze operators moeten nu dichtbij de draaibanken blijven om snel te kunnen ingrijpen: ze voorkomen chatter door het toerental bij te regelen, de trillingen te dempen of zelfs de machine stil te zetten.”

De kennis die in het IOP-project is opgedaan op het gebied van chatter bij frezen, wil Jakom toepassen op draaien. “Er is veel overlap en daar maken we graag gebruik van.” Door deel te nemen aan de begeleidingscommissie kon René van Raaij bovendien zijn netwerk uitbreiden. “Dankzij dit IOP zijn we bijvoorbeeld in contact gekomen met TNO en hebben we een innovatievoucher gebruikt om onze procesregeling te verbeteren. Dat is voor ons een heel tastbaar resultaat van dit project.”

Project: Active chatter control

Doelstelling: Ontwikkelen van een regeling en demonstrator voor in-process meten en onderdrukken van chatter bij hoognauwkeurig frezen, zodat de efficiency van het freesproces twee tot drie keer verbetert

Resultaten: het ontwerp van een regeling die binnen een bepaald toerentalgebied de dynamische eigenschappen van een spindel aanpast, zodat meer materiaal kan worden verspaand terwijl chatter vermeden wordt. Proof of concept (2010). Wetenschappelijke publicaties, proefschrift (2010)

Publicaties en meer informatie: www.precisieportaal.nl, disciplines Bewerken, Control

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

Afhankelijkheden in kaart gebracht

Fast focus on structures

Hightech productieprocessen stellen hoge eisen aan de positionering van de bewerkingskop ten opzichte van het werkstuk, en dus aan het meetsysteem. Eindhovense onderzoekers ontwikkelen een geavanceerde oplossing die realtime de positie van het werkstuk aanpast op basis van camerabeelden.