

Actief ingrijpen om chatter te voorkomen

ONDERWERP:

Dynamic 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

MARKTEN:

Aluminiumverspanende bedrijven (vliegtuig-industrie), matrijzenbouw, leveranciers van freesmachines en van snijgereedschappen

MOGELIJK GEBRUIK:

Efficiënter en nauwkeuriger frezen van (aluminium) onderdelen of matrijzen (hooggelegeerd en gehard staal)

ONDERZOEKSPERIODE:

December 2006 - december 2010

BUDGET:

EUR 807.210, waarvan EUR 505.270 subsidie door IOP

ONDERZOEKSIJNSTITUUT:

*Technische Universiteit Eindhoven,
TNO Industrie en Techniek*

PROJECTLEIDER:

Han Oosterling



V.l.n.r. Niels van Dijk (TU/e), Nathan van de Wouw (TU/e), Han Oosterling (TNO), Henk Nijmeijer (TU/e), Ed Doppenberg (TNO) ontbreekt

Een groot probleem bij precisiefrezen is het optreden van chatter. Dit fenomeen veroorzaakt zowel een slechte oppervlaktekwaliteit als hoge gereedschapsslijtage. In een gezamenlijk project werken TNO en TU/e aan een oplossing.

Het nauwkeurig kunnen fabriceren van onderdelen wordt steeds belangrijker. Uit concurrentieoverwegingen moet dat ook nog eens veel efficiënter, tegen lagere kosten en met een kortere doorlooptijd. Bij veelgebruikte bewerkingstechnieken zoals frezen en draaien blijkt vooral de combinatie efficiënt en accuraat een lastige, vertelt Han Oosterling van de afdeling Advanced Product & Production Equipment van TNO Industrie en Techniek. "Als je sneller of juist dieper gaat frezen om meer materiaal weg te halen in dezelfde hoeveelheid tijd, krijg je last van chatter. De frees gaat trillen, je krijgt een lelijk en ruw oppervlak en in sommige gevallen gaat de frees zelfs kapot."

Dat is bijvoorbeeld vervelend bij het bewerken van aluminium constructieonderdelen voor de vliegtuigindustrie. “Daar moet soms wel negentig procent van het materiaal worden verwijderd. Het zou geweldig zijn als dat enkele factoren sneller kan.” Maar ook de matrijzenindustrie heeft er voordeel van als chatter kan worden vermeden: “Daar spelen nauwkeurigheid én efficiency een rol. Die twee botsen met elkaar. Meestal brengt efficiënter werken onnauwkeurigheid met zich mee. Dan moet je de matrijs nabewerken door te schuren en te polijsten.”

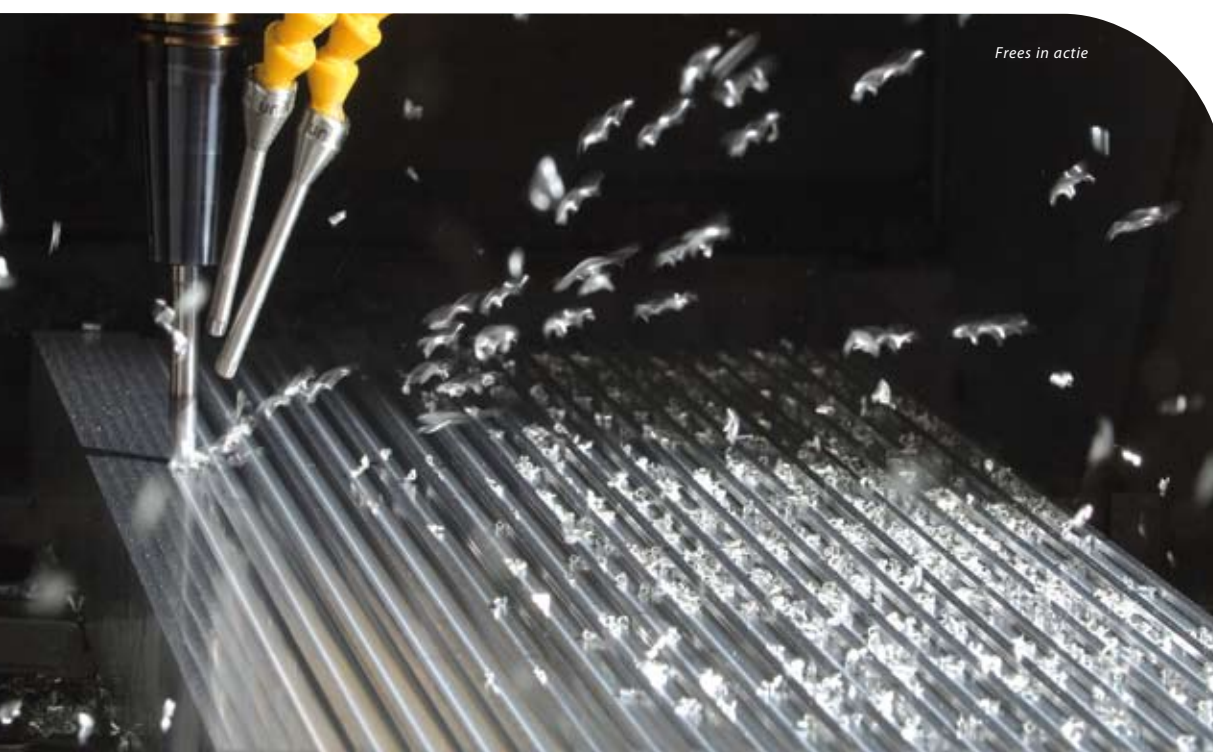
Lobvormige lijn

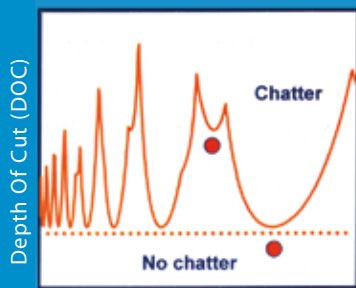
Tot voor kort werd de oplossing voor chatter gezocht in het vermijden ervan. Han Oosterling: “Bepaalde toerentalgebieden zijn minder gevoelig voor chatter. Maar de toepasbaarheid van deze strategie is beperkt, want het werkt alleen als de omstandigheden constant zijn. Zodra die veranderen wijzigt dat toerentalgebied.” Ingrijpen tijdens het frezen lijkt een betere strategie. Je kunt chatter namelijk zien aankomen in het trillen van de spindel; door snel het toerental van de spindel aan te passen wordt chatter voorkomen. Met behulp van zogenoemde ‘stability lobes diagrams’ kan de optimale combinatie van parameters worden gevonden om zonder chatter de maximale hoeveelheid materiaal te verwijderen. Han Oosterling legt uit hoe dat in zijn werk gaat: “Als je de omwentelingssnelheid van de spindel en de snijdiepte in een grafiek uitzet, krijg je niet een horizontale maar een merkwaardige lobvormige lijn. Boven die lijn vindt chatter plaats, eronder niet. Blijkbaar zijn er ook andere factoren die bepalen of chatter optreedt,

zoals het materiaal dat je bewerkt, het type frees waarmee je dat doet en de spindel die de frees bevat. Wanneer het dynamische gedrag van het gehele systeem bekend zou zijn, kun je de omwentelingssnelheid en snijdiepte zodanig instellen dat je zo hoog mogelijk in één van de toppen van de grafiek terecht komt. Er zijn twee redenen dat dat in de praktijk weinig gebeurt. Allereerst is het erg complex om voor iedere situatie een stability lobes diagram te bepalen. Bovendien blijkt tijdens het verspanen dat de grafiek verandert. Hoewel de vorm gelijk blijft, gaat deze verschuiven.”

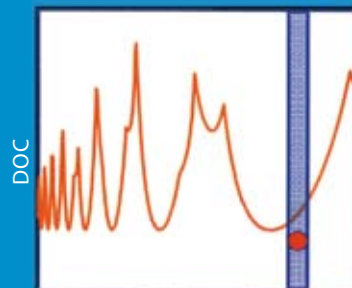
Actief ingrijpen

Het IOP-project waarvan Han Oosterling projectleider is, heeft tot doel een systeem te ontwikkelen en demonstreren waarmee, gebruikmakend van stability lobes diagrams, tijdens het verspanen actief kan worden ingegrepen om chatter te voorkomen. In een eerder project bij TNO is in samenwerking met de TU/e een systeem ontwikkeld dat voortdurend de trillingen op de spindel meet. Op basis daarvan wordt het toerental bijgestuurd, nadat voor een zo groot mogelijke snijdiepte (een top in de grafiek) het bijbehorende toerental is gekozen. “Op zich werkt dat ook wanneer de grafiek gaat verschuiven. Zolang je maar vaak genoeg meet en bijstuurt - tot wel tienduizend keer per seconde - kun je het toerental laten meebewegen met de grafiek, zodat je in de top blijft zitten”, vertelt Han Oosterling. “Maar in het nieuwe project willen we niet het toerental van de spindel aanpassen, maar het gedrag van de spindel kunnen sturen. Je verandert dan in feite de grafiek, zodat je

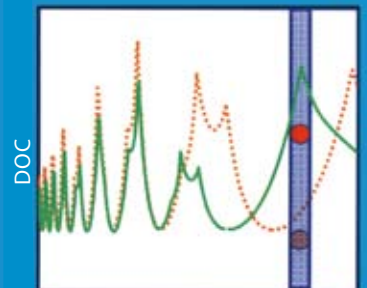




Relatie tussen snijdiepte en omwentelingssnelheid van de spindel. Bij goedgekozen snelheid kan een veel hogere snijdiepte worden bereikt zonder chatter te veroorzaken



Principe van active chatter control: tijdens het frezen wordt het gedrag van de spindel (links) zodanig aangepast dat een optimale snijdiepte wordt bereikt (rechts)



bij hoge toerentallen en grote sneddiepte toch chattervrij kunt werken. De reden is dat bij sommige materialen de snijsnelheid behoorlijk kritisch is. Daar kun je niet teveel mee variëren, omdat anders ofwel het gereedschap verbrandt ofwel het materiaal niet verspaand kan worden.”

Samenwerking

In dit IOP-project werkt TNO samen met de Dynamics and Control groep van de faculteit Werktuigbouwkunde van de TU/e. Han Oosterling: “Je hebt een goed model nodig van de belangrijkste procesparameters die het dynamisch gedrag van de spindel bepalen. Daar is de TU/e erg sterk in. Met zo’n model kun je het effect vaststellen van wijzigingen die je in het gedrag van de spindel aanbrengt. Daar zal de promovendus, Niels van Dijk, zich onder andere mee bezig houden”, legt Han Oosterling uit. “Wij bij TNO hebben weer veel verstand van het freesproces en het werken met regelsystemen. Een belangrijke gezamenlijke activiteit is de ontwikkeling van de regelstrategie. In de voorloper van dit project hebben we al veel bereikt met een versnellingsopnemer op de spindel en een regelkaart die de spindel aanstuurt, maar voor onze toepassing moet het allemaal nog sneller. Samen met de TU/e zullen we daarna een nieuw lageringsysteem voor de spindel ontwikkelen waarmee je zijn gedrag kunt veranderen. Met een proefopstelling willen we tot slot aantonen dat je inderdaad de vorm van de grafiek kunt beïnvloeden.”

Industriële betrokkenheid

In de industrie blijkt veel belangstelling te bestaan voor het onderzoek. Zowel aluminiumverspanende bedrijven, matrijzenbouwers, als leveranciers van freesmachines en snijgereedschappen nemen deel aan de begeleidingscommissie. Projectleider Oosterling is daar erg enthousiast over. “Niet alleen krijgen we goede feedback die rechtstreeks te maken heeft met de inhoud van ons onderzoek, ook hoor je verhalen uit de praktijk. Bovendien zijn deze industriële contacten straks de eerste aanknopingspunten wanneer je een echte implementatie wilt ontwikkelen.”

Een van de leden van de begeleidingscommissie is John

Snijders, sales-, marketing- en applicatiemanager bij Hemtech Machine Tools in Valkenswaard. Hemtech ontwikkelt hoogprecisie freesmachines, die met name in Europa worden gebruikt in de hightech Die & Mould sector. “Chatter beïnvloedt de kwaliteit in meerdere opzichten”, vertelt hij. “Niet alleen is het slecht voor de oppervlaktekwaliteit maar ook voor de vorm- en plaatstolerantie van het werkstuk. Terwijl je juist een zodanig hoge oppervlaktekwaliteit wilt bereiken dat je het oppervlak niet meer hoeft na te bewerken, bijvoorbeeld middels polijsten.” Om chatter te voorkomen, bepaalt Hemtech tijdens de voorbereidingen van het freesproces voor een opdrachtgever de optimale parameterinstelling van de freesmachine op basis van ervaring, werkstukmateriaal, informatie van de

BEGELEIDINGSKOMMISSIE

CRIF-WTCM

Hemtech Machine Tools

Jabro Tools

JAKOM

Philips Domestic Appliances and Personal Care

Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland

Technisch Advies- en Constructiebureau Unisign

Van den Biggelaar

VDL Enabling Technologies Group

VOOR MEER INFORMATIE OVER ACTIVE CHATTER CONTROL

TNO Industrie en Techniek, afdeling Advanced Product & Production Equipment,
ir. Han Oosterling

Telefoon (040) 265 05 51

E-mail han.oosterling@tno.nl

Website www.tno.nl/chatter

PROJECTGROEP ACTIVE CHATTER CONTROL

Niels van Dijk (TU/e)

Ed Doppenberg (TNO)

Henk Nijmeijer (TU/e)

Han Oosterling (TNO)

Nathan van de Wouw (TU/e)

opdrachtgever en van de gereedschapsleverancier. "Het zou enorm helpen als de machine zelf, op basis van metingen en vergelijkingen met een stability lobes diagram, chatter kan voorkomen. Je kunt dan onder betere procesomstandigheden sneller frezen, wat resulteert in betere oppervlaktekwaliteit en hogere gereedschapsstandtijd. Ook bespaart het voorbereidingstijd. Dat komt allemaal de kostprijs van het eindproduct ten goede."

Veel te winnen

Jos Weterings, technologiemanager bij VDL Enabling Technologies en voorzitter van de begeleidingscommissie, is het met John Snijders eens: "Je zou er ontzettend veel mee winnen als een freesmachine actief ingrijpt wanneer chatter dreigt op te treden. In onze fabrieken maken we een grote diversiteit aan high tech mechatronische systemen voor onder andere de semiconductor markt. Onderdelen die niet te koop zijn maken we zelf en daarbij is een substantieel deel freeswerk. De seriegrootte in dit marktsegment is beperkt, en dat geldt helemaal bij speciale projecten of wanneer we prototypes maken. De afweging bij kleine series is: win je de tijd die je steekt in het optimaliseren van freesprogramma's terug met een kortere bewerkingstijd? Een machine die zelf de optimale efficiency instelt, brengt deze afweging terug tot de beslissing: wel of niet eenmalig investeren in anti-chatter apparatuur. Hoewel er nog veel onderzoek te doen is door TU/e en TNO, en de leveranciers van freessystemen er daarna nog een product van moeten maken, volgen we deze ontwikkelingen graag op de voet."

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



Meer informatie over het IOP Precisietechnologie

Contact Dr. ir. Eddy Schipper, programmacoördinator
Telefoon (070) 373 53 43
Fax (070) 373 51 00
E-mail e.schipper@senternovem.nl
Website www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie

Het innovatiegerichte onderzoeksprogramma (IOP) op het gebied van precisietechnologie stimuleert wetenschappelijk onderzoek bij universiteiten dat inspeelt op de langetermijnbehoeften van het bedrijfsleven. Op deze manier wil de Nederlandse overheid de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en de contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Het IOP Precisietechnologie kent drie thema's: (1) systeemgericht ontwerpen, (2) meet- en fabricagetechnieken en (3) microsysteemtechnologie.

SenterNovem
Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag
Telefoon (070) 373 50 00
Fax (070) 373 51 00
www.senternovem.nl IPT6209
info@senternovem.nl November 2007

In opdracht van



Ministerie van Economische Zaken

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld, kan SenterNovem geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten. Bij publicaties van SenterNovem die informeren over subsidieregelingen geldt dat de beoordeling van subsidieaanvragen uitsluitend plaatsvindt aan de hand van de officiële publicatie van het besluit in de Staatscourant.