Snel en flexibel plaatvormen met ISF

03 maart 2017, 01:00

Bart Verlinden

Vrije-vorm plaatwerkcomponenten komen frequent voor in de maakindustrie, maar de productie ervan is vaak duur en omslachtig, zeker voor kleine reeksen en prototypes. Al enkele jaren is Sirris actief in het incrementeel omvormen van plaatmateriaal (incremental sheet metal forming of ISF). Hoewel de technologie niet nieuw is, is ze nog niet algemeen bekend of wijdverbreid in gebruik in de industrie. ISF biedt nochtans een groot potentieel voor een economisch efficiënte productie van 3D-gevormde plaatwerkonderdelen.

Diverse toepassingsdomeinen vereisen de productie van vrije-vorm plaatwerkonderdelen in kleine series. Conventionele productieprocessen zoals dieptrekken zijn toepasbaar voor hoge productievolumes, maar niet geschikt voor het economisch produceren van kleine series omwille van de hoge gereedschaps- en investeringskosten. Ook manuele omvormtechnieken bieden geen oplossing wegens te arbeidsintensief voor industriële toepassing, waardoor de productietijden en –kosten te hoog zijn. Desondanks vereisen vele applicaties kleine productievolumes van vrije-vorm plaatwerkonderdelen. Door het ontbreken van kennis over een economisch haalbare productietechnologie en haar mogelijkheden werken heel wat plaatverwerkende bedrijven met suboptimale productontwerpen.

ISF geeft een antwoord op bovenstaande problematiek: de technologie biedt bedrijven een groot potentieel als complement voor bestaande technologieën of voor de productie van specifieke plaatwerkcomponenten met vrije vorm productfeatures die moeilijk of niet economisch rendabel te realiseren zijn met de traditionele methodes. Door deze technologie te combineren met verschillende plaatwerkprocessen, elk met hun specifieke voordelen, kan een verdere daling van de productiekost worden teweeggebracht, wat op zijn beurt moet leiden tot een nog grotere ontwerpvrijheid en nieuwe producten en toepassingen.

Technologie

Met ISF kan een geometrie in een plaat worden gevormd. Het vormingsprocedé heeft enkele gelijkenissen met 3D-printen: het product wordt laagsgewijs gefabriceerd (incrementeel) en net zoals bij een 3D-printer het geval is, vertrekt de technologie van een CAD-file. Het verschil is dat een printer materiaallagen toevoegt, terwijl bij ISF de vorm laagsgewijs in de metaalplaat aangebracht wordt met een hemisferisch gereedschap. Dit door, al dan niet met behulp van een ondersteuning, een specifieke vorm in het materiaal te duwen, waarbij laag per laag de contour van de gewenste vorm wordt afgelopen. Het startmateriaal is veelal een vlakke plaat, maar het is ook mogelijk om geometrische details aan te brengen op reeds (voor)gevormde plaatwerkonderdelen.

Drie varianten

Naargelang de manier waarop de plaat al dan niet wordt ondersteund, zijn drie varianten te onderscheiden:

Bij **TPIF** (two point incremental forming) wordt gebruik gemaakt van een volledige of een partiële matrijs om het werkstuk te ondersteunen tijdens het vormen. Tijdens het proces zakt een opspanrek, samen met het gereedschap. Het gebrek aan compensatie voor terugvering van het materiaal vormt een beperking naar de nauwkeurigheid toe van deze variant en het gebruik van een (al dan niet partiële) mal ondergraaft in zekere zin de lage gereedschapskost van ISF.

Meest gekend en gebruikt is **SPIF** (single point incremental forming), waarbij er geen matrijs gebruikt wordt en de plaat opgespannen wordt via een inklemstuk. Dit meestal in combinatie met een steunplaat (backing plate) die het gedeelte van de blank dat niet vervormd wordt, ondersteunt (contour). De productie van een dergelijke backing plate is goedkoop en snel (bijv. via lasersnijden), wat SPIF tot een kostenefficiënte oplossing maakt.

KISF (kinematic incremental sheetmetal forming) is een variant met twee stiften, waarbij één stift dienst doet als omvormgereedschap, terwijl de tweede stift aan de andere kant van de plaat ondersteuning biedt op de gewenste plaats (d.i. een kinematische mal). De investeringskost van deze variant is hoger, maar de nood aan productspecifieke (partiële) matrijzen of backing plates vervalt, waardoor met deze technologie een hoge graad in flexibiliteit mogelijk is en op de kortste tijd een onderdeel uit plaatmateriaal kan worden verwezenlijkt.

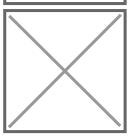


(Klik om te vergroten)

Platformen

ISF wordt op verschillende platformen toegepast: op een drie- of meerassige CNC-machine zoals een freesbank, een dedicated CNC-machine of een industriële robot. Elk platform heeft zijn specifieke voor- en nadelen.

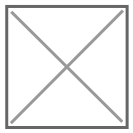




Zo brengt de grote stijfheid, eigen aan een drieassige of dedicated CNC-machine, op het vlak van nauwkeurigheid belangrijke voordelen met zich mee, maar dit gaat dan weer gepaard met een hoge kostprijs voor het beschikbare werkbereik. Bovendien kennen freesmachines een bijkomend probleem: ze zijn vooral ontworpen om met radiale gereedschapskrachten om te kunnen, terwijl er met name bij SPIF ook een aanzienlijke belasting in axiale richting optreedt. Dit is een issue dat overkomen is bij een dedicated machine (bijv. Amino).

Een goedkoper alternatief is de inzet van industriële robots, die bovendien over een groter werkbereik beschikken. Anderzijds zijn robots veel minder stijf, maar die factor kan via de programmering gecompenseerd worden. Ten slotte kwamen enkele onderzoeksgroepen,

waaronder autofabrikant Ford, enkele jaren geleden met een vierde mogelijkheid: hexapods (zie dit Techniline-artikel). Dergelijke zesbenige constructies kunnen grote krachten aan en zijn net door hun parallelle kinematica heel stijf. Het werkbereik is in vergelijking met robots echter aanzienlijk kleiner.



Voordelen van ISF

Met ISF wordt een snelle en flexibele productie van maatwerk mogelijk:

- Het proces kent tegenover klassieke omvormprocessen een zeer korte doorlooptijd (en dus time-to-market), omdat een snelle CNC-programmering mogelijk is op basis van een 3D-CAD-model en meestal geen productspecifiek gereedschap vereist is.
- De technologie is kostenefficiënt, omdat ze geen gebruik maakt van dure gereedschappen en ze (dure, complexe) matrijzen veelal overbodig maakt.
- Het vormproces is zeer flexibel, maakt een grote variëteit aan geometrieën mogelijk (vormvrijheid) en is relatief ongevoelig voor ontwerpwijzigingen.
- Het kent een breed bereik in afmetingen, waarbij de beschikbare hardware de begrenzing is.
- Het is kostenefficiënt voor kleine en middelgrote reeksen, en zelfs voor enkelstuksproductie.
- De technologie laat toe de performantie van bestaande producten te verbeteren. Hierdoor kunnen bedrijven ook vernieuwende, gecustomiseerde producten en toepassingen met een hogere marktwaarde ontwikkelen en/of nieuwe markten veroveren.
- Door de beperkte investeringskost (bijv. in een robot) ligt de technologie binnen het bereik van kmo's.
- ISF is zeer efficiënt op materiaalniveau.

Beperkingen van ISF

Dit wil echter niet zeggen dat ISF geen beperkingen kent, al zijn tijdens jaren van onderzoek heel wat van deze tekortkomingen deels of volledig overwonnen. Er blijft steeds ruimte voor verbetering, maar de industriële valorisatie is binnen handbereik.

Een aantal gebieden waarop sterke vooruitgang geboekt is, zijn de volgende:

Beperkingen in productfeatures

- Maximale wandhoek (zie spelregels): een toename kon worden bereikt door middel van warmte-ondersteunde ISF-processen en meerstaps strategieën.
- Geometrische nauwkeurigheid: een toename was mogelijk door gebruik van compenserende gereedschapspaden.
- Een betere oppervlaktekwaliteit.
- Afmetingen: dankzij de beschikbaarheid van grotere ISF-platformen.

Proceskrachten

Deze nemen toe in functie van onder andere de plaatdikte, materiaalsterkte en de mate van vervorming. De bouw van hardware die hogere proceskrachten kan leveren verlegt de grenzen van

het proces.

Materiaalgrenzen

De mogelijkheid tot vervormbaarheid van hoge sterkte materialen of materialen met een hoge elastische terugvering.

Spelregels

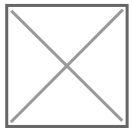
Er dient rekening gehouden te worden met enkele spelregels met betrekking tot deze technologie:

- Plaatdikte en plaatverdunning: aangezien tijdens het vormen geen materiaal wordt toegevoegd, zal de initiële plaatdikte afnemen naarmate men meer vervormt (uitrekking).
- Maximale wandhoek: omwille van de plaatverdunning zal, afhankelijk van het plaatmateriaal, de plaat scheuren bij een bepaalde wandhoek. Dit is de maximale wandhoek bij omvormen in één stap.
- Minimale radius: omwille van het gebruik van een sferisch omvormgereedschap met een bepaalde diameter is de minimale radius van aan te brengen geometrisch detail beperkt.

Toepassingen

Enkele voorbeelden van mogelijke toepassingen kunnen teruggevonden worden in onder andere de volgende domeinen:

- Architectuur: 3D-gevormde structurele gevels of componenten van moderne gebouwen en constructies, de productie van matrijzen voor betongieten en het vormen van glazen panelen, kunstobjecten, ...
- Voertuigen: prototypes voor carrosseriebouw, geïndividualiseerde producten voor premiumklasse voertuigen, plaatwerkonderdelen of matrijzen voor kunststof of composietonderdelen voor voertuigen, zoals treinen, trams, bussen, landbouwvoertuigen.
- Aerospace: prototypes, matrijzen voor grote kunststof- of composietonderdelen, onderdelen voor hobbyvliegtuigen.
- Energie: componenten voor windturbines.
- Chemie en voeding: opslagtanks voor vloeistoffen of gassen.
- Interieurinrichting: gecustomiseerde meubels, binnenpanelen, wanden, sanitair, tuininrichting.
- Reclame, decoratie en events: reclamepanelen, logo’s en standenbouw in plaatwerk of matrijzen voor de productie van kunststof- of composietcomponenten hiervoor.
- Medische sector: productie van patiëntspecifieke ortheses en implantaten



Toepassingsvoorbeelden voor productie van kleine reeksen van grote plaatwerkonderdelen: a) 3D structural facing; b) oldtimers; c) horizontale windturbine; d) vintage vliegtuigen; e) machine tool housing; f) reclameborden



Diepgetrokken onderdeel, geometrische details (ondersnijdingen) aangebracht met SPIF (Bron: Fraunhofer IWU)



Patiëntspecifiek schedelimplantaat vervaardigd met SPIF (Bron: KU Leuven)

Application lab

Om de bestaande ervaring en kennis te transfereren naar de industrie heeft Sirris in samenwerking met KU Leuven een application lab uitgebouwd. Dit lab geeft bedrijven toegang tot infrastructuur, kennis en technologische ondersteuning en de mogelijkheid tot het exploreren en testen van de technologie.



Sirris plant de komende maanden een reeks **artikels rond verschillende toepassingsmogelijkheden met ISF**. Wilt u op de hoogte gebracht worden wanneer een nieuwe publicatie verschijnt? Registreer u en u krijgt de link naar deze publicaties als eerste in uw mailbox!

** betekent verplicht veld*

Email Address *

First Name

Last Name

Registreer

Auteurs



Bart Verlinden