

Deel twee van een drieluik over het opzetten van een robuust spuitgietproces

DE EERSTE DRIE STAPPEN VAN DE MATRIJS-KWALIFICATIEPROCEDURE

Een robuust productieproces is de sleutel tot een succesvol spuitgietproduct. Procesoptimalisatie begint echter met weten wat er gebeurt. Verschillende tools zijn ontwikkeld die gebruikt kunnen worden om dit inzicht te verschaffen. In deze driedelige serie wordt beschreven hoe, met behulp van wetenschappelijke software, zowel het ontwerp als de ontwikkeling van productieprocessen naar een hoger niveau kan worden getild.

Door Robert Maes en Karen Laird

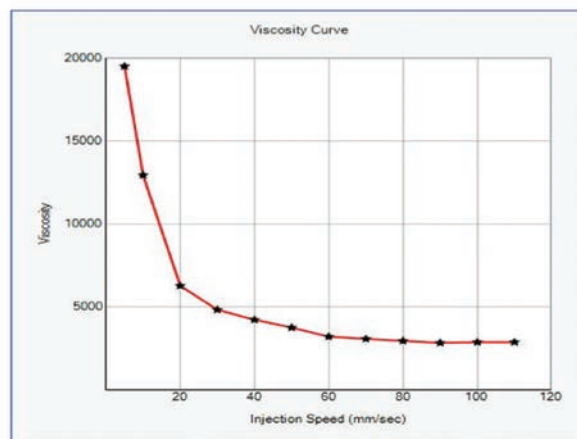
In deel 1 van deze serie werd beschreven hoe, door het kwalificeren en valideren van de matrijs, het spuitgietproces beter controleerbaar wordt. Werd dit tot nu toe vaak uitgevoerd middels een tijdrovend proces van proefondervindelijk sleutelen, dan kan nu, door gebruik te maken van speciaal daarvoor ontwikkelde software, de matrijs worden getest aan de hand van diverse criteria. Een zeer compleet softwarepakket op dit gebied is *Nautilus*, dat het spuitgieten vanuit 'wetenschappelijk' perspectief binnen bereik brengt.

Deze matrijskwalificatiesoftware bestaat uit een aantal werkbladen die het mogelijk maken om verschillende aspecten van het spuitgietproces stap voor stap te benaderen

Serie

Opzetten van een robuust spuitgietproces

Deel 2



STAP 1

HET EFFECT VAN DE INSPUIT-SNELHEID OP DE VISCOSITEIT

DE GRAFIEK LAAT DUIDELIJK ZIEN IN WELK GEBIED DE VISCOSITEIT HET MEEST CONSTANT IS. MET DIT INZICHT WORDT DE SHOT-NA-SHOT VARIATIE GEREDUCEERD.

en te optimaliseren. In de software worden zes stappen onderscheiden, die doorlopen moeten worden om een matrijskwalificatieprocedure volledig uit te voeren. De eerste drie stappen – het analyseren van de viscositeit en stroomgedrag, een analyse van de vulconstantheid en van het drukverloop – zullen in dit artikel uitvoerig worden besproken.

STAP 1: VISCOSITEIT EN STROOMGEDRAG

Het principe van spuitgieten is vrij eenvoudig: kunststofgranulaat wordt door verhitting in visceuze toestand gebracht, en

vervolgens onder grote druk in een matrijs geperst, waar het afkoelt, stolt en als een product wordt uitgestoten. Om dit proces goed te laten verlopen is echter informatie nodig over bepaalde waarden, zoals de viscositeit van de grondstof en hoe die verandert tijdens het spuitgietproces. De wetenschap die zich onder andere daarmee bezighoudt heet reologie, ofwel stromingsleer. Volgens Wikipedia beschrijft de reologie de relatie tussen de opgelegde spanning (of kracht) op een materiaal en de vervormingen die daardoor teweeggebracht worden. Viscositeit is daarvan de bekendste.

Kunststoffen zijn, zoals dat heet, 'niet-Newtoniaans': met andere woorden, de viscositeit verandert met de schuifkracht die erop wordt uitgeoefend. Schuifkrachten ontstaan tijdens het spuitgietproces en deze zijn met name erg groot tijdens het inspuiten. Onder invloed hiervan wordt de grondstof steeds minder stroperig: de viscositeit neemt af.

Wanneer echter de viscositeit in een grafiek uitgezet wordt in functie van de afschuifsnelheid, wordt het duidelijk dat de viscositeit bij een lage afschuifsnelheid snel daalt, maar dat die

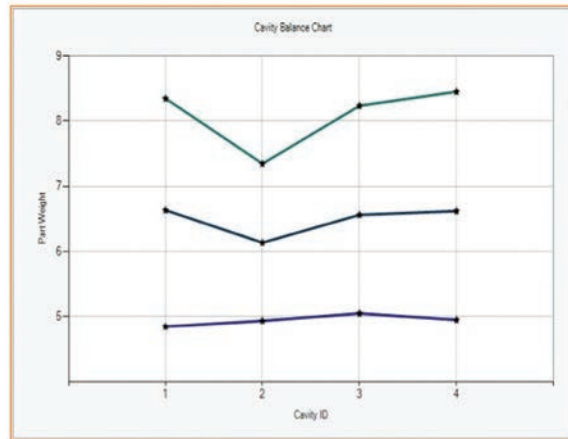
steeds minder afneemt bij hogere afschuifsnelheden. Daarbij komt dat de afschuifsnelheid in verhouding staat met de inspuitingsnelheid in de matrijs. Een en ander betekent dat bij een lage inspuitingsnelheid en een lage afschuifsnelheid, er meer verschillen zullen optreden in de viscositeit van de grondstof en dus in de shot-na-shot kwaliteit, dan bij hogere injectiesnelheden. Immers, bij hogere injectiesnelheden is de viscositeit constanter. Dit effect van de injectiesnelheid op de viscositeit is te zien in grafiek 1.

Waarom is dit nuttige informatie? Door de viscositeitscurve te bepalen, wordt meteen zichtbaar bij welke injectiesnelheid de viscositeit min of meer constant blijft, waardoor een consistent vulgedrag verzekerd wordt. Zomaar een hoge snelheid kiezen is onverstandig, vanwege het gevaar van degradatie van het materiaal en braamvorming; maar met behulp van reologische analyse blijkt het vaak heel goed mogelijk om de optimale injectiesnelheid te bepalen.

STAP 2: DE VULCONSTANTHEID

De tweede stap in de matrijskwalificatieprocedure is gericht op het bereiken van een uitgebalanceerde matrijsvulling, met name bij meervoudige matrijzen. Wanneer dit niet in orde is, worden niet alle holtes gelijkmatig gevuld, hetgeen onherroepelijk leidt tot producten van verschillende kwaliteit. Om dit soort problemen te vermijden kan worden nagegaan hoe de vulconstantheid van de caviteiten is – is deze in balans? – om tot een betere en consistentere matrijsvulling te komen.

Belangrijk daarbij is om ervoor te zorgen dat de stroming van



de polymersmelt in de matrijs in alle vormholtes gelijk is. Immers, alleen dan zal de kunststof in alle caviteiten op dezelfde manier reageren als eenmaal de nadruk wordt ingesteld. Zoals bekend is nadruk nodig om de krimp van het materiaal te compenseren dat door het verschil in volume van het polymeer in de vloeibare fase en de vaste fase ontstaat. Wanneer nu de ene vormholte zich beter vult dan de anderen, zal de druk in de beter gevulde holtes hoger liggen dan in de niet goed gevulde holtes. Dit verschil in druk tijdens het nadrukken beïnvloedt ook de mate van krimp, met als gevolg dat er producten van verschillende afmetingen uit de matrijsholtes komen, die wellicht niet aan de eisen voldoen.

Met behulp van de software kunnen werkbladen worden

gegenereerd waarmee de vulconstantheid van de matrijs stap voor stap kan worden geanalyseerd. Op basis van de data die een dergelijke analyse oplevert kan vervolgens worden nagegaan waar een eventueel stromingsverschil vandaan komt. Zijn alle aanspuitssystemen in balans? Is de ontluchting in alle caviteiten identiek uitgevoerd? De stroming van de smelt en de mate van krimp worden ook beïnvloedt door de temperatuur van de matrijs. Dit betekent dat de matrijstemperatuur over alle caviteiten zo gelijk mogelijk moet zijn, ook tijdens het koelen, zodat stroming en krimp in alle caviteiten gelijk verloopt.

Naast het vulpatroon kan ook gekeken worden naar de kwaliteit van de polymersmelt, zoals dat in de vormholtes aangeleverd wordt. Deze kwaliteit

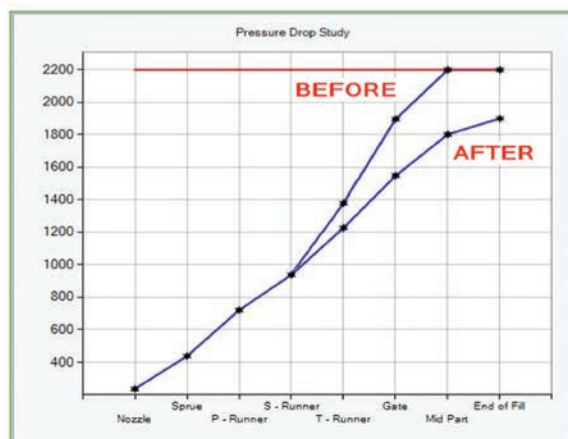
STAP 2: DE VULBALANS TUSSEN ALLE CAVITEITEN

INZICHT HIERIN ZORGT VOOR EEN BETERE VULCONSTANTHEID TUSSEN DE VERSCHILLENDE CAVITEITEN.

kan variëren onder invloed van druk en temperatuur. Aanpassingen aan het aanspuitstelsel zullen problemen als gevolg van temperatuur en druk niet altijd kunnen verhelpen. Een gelijkmatig vulgedrag van de verschillende caviteiten van de matrijs – ook bij familiematrijzen, waarvan de holtes in afmeting behoorlijk kunnen verschillen – draagt bij aan een stabiel procesvenster en derhalve uiteindelijk aan een betere en constantere kwaliteit van het eindproduct.

STAP 3: DRUKVERLOOP

Bij de derde stap wordt het drukverloop tijdens het proces in kaart gebracht om vast te kunnen stellen of de benodigde druk overal toereikend is om een gelijkmatige stroming van de kunststof te bereiken bij de ingestelde injectiesnelheid. Wanneer dit niet het geval is zal de draaisnelheid van de



STAP 3 HET DRUKVERLOOP

HEEFT DE MACHINE VOLDOENDE DRUK? IS DE PROCESDRUK BEGRENSD? HELPT BIJ HET VOORKOMEN VAN PRODUCTEN MET AFWIJKENDE DIMENSIES.

schroef afnemen, waardoor de stroming minder gelijkmatig plaats zal vinden.

Bij het analyseren van het drukverloop zal de druk moeten worden gemeten op bepaalde meetpunten in het traject van de kunststofstroom, van de spuitneus, het aanspuitstelsel tot en met de matrijsvulling. Zo wordt het mogelijk het drukverloop te bepalen over het gehele traject. Door dit uit te zetten in een grafiek wordt gevisualiseerd waar de grootste veranderingen optreden. Wanneer de druk plotseling afneemt – bij de spuitneus bijvoorbeeld – kan dit wijzen op een verkeerde maat spuitneus of op vervuiling in de neus. Wanneer de druk in de hotrunners daalt, kan de druk in de vormholtes ook dalen, met als gevolg producten met afwijkende dimensies.

Of de benodigde druk voor het proces de maximale druk van de machine juist niet te boven gaat, wordt ook meteen zichtbaar door de gemeten drukken in kaart te brengen met behulp van een door het software gegenereerd drukverloop-werkblad. Ook kunnen eventuele sterke stijgingen van de drukken tussen twee meetpunten ten opzichte van de andere metingen worden waargenomen en kunnen de noodzakelijke aanpassingen worden gedaan.

DATA GEDREVEN BENADERING

Een dergelijk wetenschappelijke benadering van het spuitgietproces vereist het zorgvuldig documenteren en vastlegging van alle data, die door de uitgevoerde metingen

gegenereerd worden. Op basis daarvan worden alle variabelen geoptimaliseerd om zo tot een voorspelbaar, efficiënt en robuust proces te komen.

Met de internationalisering van de markt is ook de concurrentiestrijd binnen de sector sterk toegenomen. Om succesvol op de markt te functioneren zijn betrouwbare processen en een consistente productkwaliteit onontbeerlijk. Door de principes van het 'Scientific

Processing' toe te passen – met behulp van deze software – hebben verwerkers een systematische tool in handen om dit te bereiken.

VOLGENDE AFLEVERING

In het derde en tevens laatste deel van deze serie zal uitgebreid worden ingegaan op de drie laatste stappen die doorlopen moeten worden om de matrijswaarderingprocedure met succes af te ronden. ■

OVER DE AUTEUR

Robert Maes is de oprichter en de stuwende kracht achter Maes Insights. Dit bedrijf levert consultancy, opleidingen en software aan de kunststofindustrie om bedrijfsprocessen te optimaliseren. Men richt zich daarbij op zowel de technische als de menselijke kant: een verbeterslag qua ontwikkelings- en productieproces zal immers door de werkvloer geïmplementeerd moeten worden.