

Laatste deel van een drieluik over het opzetten van een robuust spuitgietproces

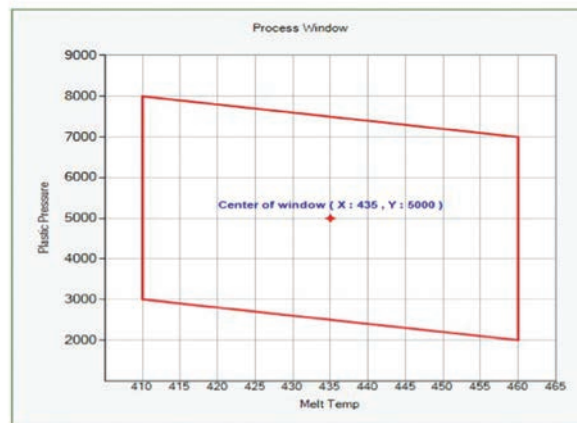
DE LAATSTE DRIE STAPPEN VAN DE MATRIJS-KWALIFICATIEPROCEDURE

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 deze aflevering, waarmee de artikelenreeks over dit onderwerp wordt afgesloten, wordt gekeken naar de laatste drie stappen van de matrijskwalificatieprocedure, die met behulp van het Nautilus softwarepakket doorlopen dienen te worden. Nautilus is een zeer compleet softwarepakket op dit gebied, dat het spuitgieten vanuit een '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 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 het stroomgedrag, een analyse



STAP 4

LAAT ZIEN BINNEN WELKE GRENZEN DE MATRIJS IN STAAT IS COSMETISCH ACCEPTABELE PRODUCTEN TE MAKEN

HOE GROTER HET PROCESVENSTER, DES TE BETER DE CONSISTENTIE.

van de vulconstantheid en van het drukverloop – zijn uitgebreid besproken in deel twee van deze serie. Dit artikel gaat over het bepalen van het zogeheten cosmetische procesvenster, de benodigde nadruktijd en de koeltijden.

OPSTELLEN VAN HET COSMETISCHE PROCESVENSTER

De vierde stap van de matrijskwalificatieprocedure die uitgevoerd wordt met behulp van de Nautilus software betreft het bepalen van het cosmetische procesvenster. Het doel hiervan is om de grenswaarden van de parameters vast te stellen waarbinnen producten worden geproduceerd die esthe-

tisch aan de eisen voldoen. Let wel, het gaat hierbij niet om de nauwkeurigheid, maar om het uiterlijk van de producten. De procesvariabelen die hierbij gebruikt worden zijn de hoogte van de nadruk en de temperatuur van de smelt of de matrijs, afhankelijk van het soort materiaal. Omdat bij amorphe materialen sprake is van een smelttraject – in plaats van een smeltpunt – heeft bij dit soort materialen de temperatuur van de smelt in de cilinder een grotere invloed op het procesvenster dan de matrijstemperatuur; bij kristallijne materialen is dit juist andersom. Het effect van de hoogte van de nadruk is in beide gevallen even groot.

Het procesvenster wordt verkregen door in een grafiek deze twee variabelen tegen elkaar af te zetten, waarbij de temperatuur op de x-as geplaatst wordt en de hoogte van de nadruk op de y-as. Vervolgens wordt net zo lang met deze parameters gevarieerd tot de uiterste punten van de vier mogelijke combinaties: lage temperatuur – lage druk; lage temperatuur – hoge druk; hoge temperatuur – hoge druk; hoge temperatuur – lage druk bepaald zijn waarbinnen acceptabele producten nog geproduceerd worden. Deze vier punten vormen de uiterste grenzen van het op te stellen procesvenster. Het proces moet bij voorkeur ingesteld worden in het centrum van het venster,

Serie

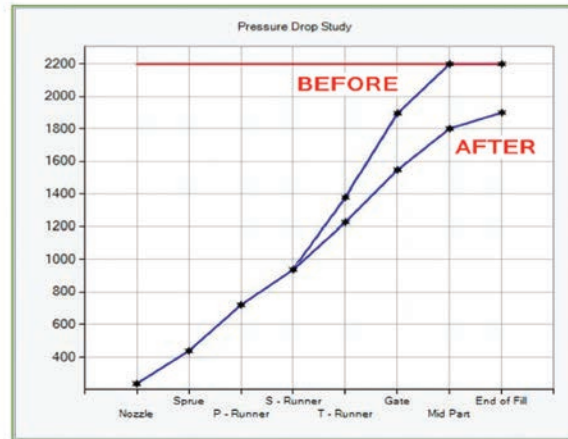
Opzetten van een robuust spuitgietproces

Deel 3

om ruimte te laten voor de natuurlijke variaties die binnen het proces voorkomen.

Buiten dit venster zullen producten geproduceerd worden die qua uiterlijk niet aan de eisen voldoen. Zichtbare problemen zoals inval of bramen doen zich dan voor, of spanningen bouwen zich op in het materiaal die tot vervorming of kromtrekken kunnen leiden, of tot falen van het materiaal.

Het doel is om tot een zo breed mogelijk procesvenster te komen. Bij een te smal venster kan het voorkomen dat natuurlijke variaties inherent aan het proces er voor kunnen zorgen



STAP 5

LAAT DE TIJD ZIEN DIE NODIG IS OM DE AANSPUITING NA HET VULLEN VAN DE MATRIJS TE LATEN DICHTVRIEZEN.

OMDAT HET PRODUCTGEWICHT CONSTANT IS ZAL DE CONSISTENTIE VERBETEREN.

wordt vervolgens overgeschakeld op nadruk. De nadrukfase bestaat uit een 'pack' fase, die relatief kort duurt en een zogeheten 'houd' fase. Tijdens de packfase loopt de druk sterk

gevroren zijn. Hierbij is een bepaalde sluitkracht nodig, om de matrijs dicht te houden.

Waarom is deze nadruk nodig? Tijdens deze fase stijgt de

soort, een bepaalde mate van krimp vertonen. De nadrukfase, ook wel de navulfase genoemd, dient om de krimp van het ingespoten polymeer tijdens het afkoelen op te vangen. Door de druk aan te houden worden de krimpholtes, die ontstaan bij het afkoelen, nagevuld zodat de holte in de matrijs volledig gevuld blijft. Vervolgens stolt de smelt, vriest de aanspuiting dicht en kan er geen polymeer in of uit de matrijs vloeien. De matrijsbinnendruk wordt geleidelijk teruggebracht naar nul. Nadruk is dus nodig om ervoor te zorgen dat het product volgespoten wordt, om op die manier producten met een constante gewicht te produceren. Wanneer

“EEN ROBUUST PROCES IS EEN PROCES WAARBIJ HET PROCESVENSTER GROOT GENOEG IS OM OOK ALLE NATUURLIJKE VARIATIES DIE ZICH TIJDENS HET PROCES KUNNEN VOORDOEN, OP TE VANGEN”

dat de parameters buiten de ingestelde waarden komen, met als resultaat producten die niet aan de (esthetische) eisen voldoen.

Een robuust proces is een proces waarbij het procesvenster groot genoeg is om ook alle natuurlijke variaties die zich tijdens het proces kunnen voordoen, op te vangen.

ANALYSE NADRUKTijd

Tijdens de vijfde stap van de te doorlopen matrijskwalificatieprocedure wordt de tijd bepaald die nodig is om de aanspuiting na het vullen van de matrijs te laten dichtvriezen. Immers, bij het spuitgieten wordt de polymersmelt via een inspuishopening in de matrijs gespoten. Hierbij loopt de matrijsbinnendruk op. Als de holte nagenoeg gevuld is,

op, waarna deze tijdens de houdfase constant gehouden wordt. De houdfase houdt aan tot de aanspuitingen dicht-

viscositeit van de smelt en daalt de temperatuur – de polymersmelt koelt af, en zal, afhankelijk van de materiaal-

Eén van de bedrijven die bezig is met de overstap naar het spuitgieten vanuit wetenschappelijk perspectief is Timmerije, in Nede. 'Wij hebben het Nautilus softwarepakket ongeveer een jaar geleden aangeschaft,' vertelt André van Oostenbrugge, manager T&I bij Timmerije. 'Wij hebben in de markt rondgekeken, maar dit was eigenlijk het enige pakket dat zo mooi compleet was, van basisstappen tot en met de DOE module. Het is niet complex, eenvoudig in het gebruik en maakt het mogelijk om wat er precies gebeurt tijdens de proefspuiting in het oog te houden.'

Hij merkt op dat één van de belangrijkste hindernissen voor het implementeren en gebruik van de nieuwe software is het creëren van draagvlak. 'Mensen veranderen niet graag en zien het nut er niet van in om zo te gaan werken,' vertelt hij. 'Dit nut wordt pas duidelijk bij het gebruik. Met deze software staat alles gedocumenteerd; dat is het grote verschil. Je werkt niet op gevoel maar op basis van data. Het programma laat je meteen zien tijdens de proefspuiting hoe de procesinstellingen de maatvoering van het product beïnvloeden. Daardoor wordt de oorzaak van een afwijking ook veel sneller opgespoord.'

Volgens Van Oostenbrugge neemt het doorlopen van alle studies aan het begin weliswaar iets meer tijd in beslag maar dat betaalt zich al snel uit. 'Je gaat van productgestuurd produceren naar procesgestuurd produceren,' legt hij uit. 'De voorspelbaarheid neemt toe, en dat is winst. Je krijgt een stabiel proces en – heel belangrijk – je begrijpt het beter. Je ziet waarom je iets doet.'

deze nadruk niet lang genoeg wordt aangehouden zal de matrijs niet geheel nagevuld worden en zullen producten worden geproduceerd, die bijvoorbeeld last hebben van inval of krimp. Een ander probleem dat zich voordoet wanneer de houdfase niet lang genoeg aangehouden wordt, is dat de smelt – die onder druk staat in de matrijs – terugloopt uit de matrijsholte. Met andere woorden, de producten die uit de matrijs komen zullen steeds een ander gewicht hebben.

Het is dus van belang om na te gaan hoe lang de nadruktijd moet duren, om shot na shot producten van hetzelfde gewicht te verkrijgen. Dit kan uitgezet worden in een grafiek, door het productgewicht af te zetten tegen de lengte van de houdfase. Op een gegeven moment zal

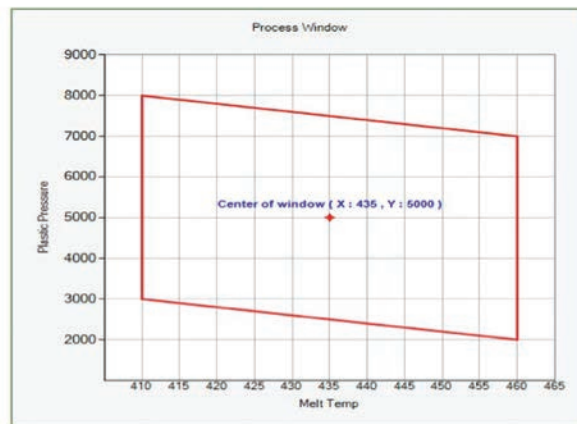
Sinds kort is ook de Scientific Molding app verkrijgbaar voor Android en iOS. Met de app kunnen ook alle zes grafieken gegenereerd worden. Ook kunnen alle benodigde berekeningen uitgevoerd worden. De app werd onlangs tijdens de NPE in Orlando, Florida, gelanceerd. Nautilus software wordt in Europa vertegenwoordigd door Maes Insights. Neem voor meer informatie contact op met Robert Maes, telefoon 06 52 54 50 84; www.maesinsights.nl.

blijken bij welke nadruktijd de shots producten opleveren met een constant gewicht. Dit wordt de 'gate seal' tijd genoemd – het moment waarop de aanspuitingen dichtvriezen en het gewicht niet meer kan veranderen. Wanneer deze bepaald is, kan ook de benodigde sluitkracht berekend worden.

Aangeraden wordt de nadrukfase ongeveer een seconde aan te houden na het bevroren van de aanspuitingen.

KOELTIJDENANALYSE

De zesde en laatste stap die doorlopen moet worden is het berekenen van de koeltijd. De ingestelde koeltijd begint na de nadrukfase. De smelt begint



echter af te koelen zodra het in contact komt met de wanden van de matrijs.

De matrijs blijft dicht tot de ingestelde koeltijd voorbij is, waarna de matrijs openloopt en het product uitgestoten wordt. Een product dat uitgeworpen wordt voordat het voldoende gekoeld is zal vervormen tijdens het uitwerpen. Een te lange koeltijd is evenwel

een verspilling van machinetijd. Een optimale koeltijd levert producten waarvan de maatvoering en kwaliteit constant blijft. Dit wordt bepaald door een aantal shots te spuitgieten bij verschillende koeltijden, om deze vervolgens uit te zetten in een grafiek om te kijken hoe de maatvoering verandert. Hierbij worden de belangrijkste dimensies uitgezet als functie van de koeltijd.

Het bereiken van de optimale koeltijd is met name van belang, omdat de cyclustijd voor een groot deel bepaald wordt door de benodigde koeltijd. Winst in de cyclustijd betekent meer efficiency en een hogere productiviteit.

GRAFIEK 6 KOELTIJDANALYSE

GEEFT INZICHT IN HET EFFECT VAN DE KOELTIJD, WAARDOOR DE PROCES-EFFICIËNTIE ZAL VERBETEREN.

MATRIJSKWALIFICATIE... EN DAN?

De informatie die verkregen wordt bij het doorlopen van deze zes stappen dient om het spuitgietproces te optimaliseren. De analyses die zijn uitgevoerd geven de grenzen van de variaties in het proces aan: binnen de waarden die gevonden zijn voor deze matrijs zal het proces producten opleveren die esthetisch acceptabel zijn; daarbuiten niet.

Het is daarna zaak om te bepalen hoe deze het spuitgietproces kunnen beïnvloeden. Daartoe biedt deze software een Design of Experiment (DOE) module die specifiek op spuitgieten is gericht. Hiermee kan in kaart worden gebracht welk effect de verschillende procesinstellingen hebben op het spuitgietproces – en op het uiteindelijke productresultaat.

Als de gevoeligheid van de productkwaliteit voor de procesinstellingen eenmaal bekend is, kunnen ook toleranties waar-

binnen zich verschillende procesparameters mogen bewegen gefundeerd en met grotere zekerheid worden vastgesteld.

Het kost weliswaar tijd – 'drie tot vier uur in totaal,' aldus Suhas Kulkarni, de ontwikkelaar van deze software – om een dergelijke procedure uit te voeren. Uiteindelijk loont de investering echter, doordat het proces vooraf geoptimaliseerd is, in plaats van tijdens productie. Bovendien worden beslissingen genomen op basis van data, in plaats van gevoel. Met de toeneemende wereldwijde concurrentie, prijsdruk en de komst van innovatieve technieken moeten vandaag de dag verwerkers zich profileren met kennis en kwaliteit. Door het spuitgietproces wetenschappelijk te benaderen en te optimaliseren door toepassing van de principes van 'Scientific Molding' hebben spuitgieters een degelijke tool in handen waarmee het spuitgieten geen kunst wordt, maar een kunde. ■

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.