

Over flow

Ondanks het hooggeleidende Amco in de matrijs, bleef de koeling slechter dan de simulaties voorspelden. Zelfs de meest ervaren CAE ingenieur kon het verschil niet verklaren. Nadat alles geprobeerd was, werd de matrijs binnenstebuiten gekeerd. Die bleek niet volgens specificaties gebouwd. De Amco kern had geen contact met de koeling van de matrijs en kon de warmte niet kwijt. Simulaties zijn betrouwbaar. Soms zelfs betrouwbaarder dan de praktijk.

Ing. Alfard Jansen

Verpakkingen vragen het uiterste van spuitgiettechniek. De seriegroottes zijn immens, de kostprijs wordt geminimaliseerd tot het uiterste. Desondanks liggen de functionele eisen hoog en moet het er goed uitzien. Bij het ontwerpen spelen spuitgietsimulaties een essentiële rol.

Optimale vulling

Bij grote series wordt de prijs van een spuitgietproduct vrijwel uitsluitend bepaald door materiaalkosten en cyclustijd. De opdracht voor de ontwerper is om met zo min mogelijk goedkoop materiaal, zo veel mogelijk producten per uur te produceren. Verpakkingen zijn vaak flinterdun: om materiaal te besparen, maar ook omdat

dunne producten razendsnel geproduceerd kunnen worden. Daardoor dalen de machiniekosten per product. Door snelle productie zijn ook minder matrijzen nodig om de vraag uit de markt bij te benen.

Niet elk willekeurig ontwerp is hiervoor geschikt. Bij een slecht ontwerp mag je al blij zijn als de matrijs zich überhaupt vult. Er kunnen luchtinsluitels ontstaan. Samenvloeiaden worden zwakke plekken, of het product krimpt vast op de matrijs. Meestal merk je hier als ontwerper weinig van. Jij levert een 3D CAD model en de gereedschapmaker en spuitgieter doen de rest. In de praktijk betekent dit dat zij zich in nare bochten moeten wringen om te kunnen produceren.

'In mould labels' leggen de lat nog een stukje hoger. Voordat de kunststof onder hoge druk de matrijs binnenspuut, wordt een dunne folie in de lege holte gelegd. De kunst is om het materiaal gelijkmatig langs de folie te laten stromen, het label wordt dan tijdens het vullen gefixeerd door de binnenstromende kunststof. Een ongelijkmatig vulpatroon verplaatst of verfrommelt het etiket. Het geweld waarmee een matrijs zich vult wordt vaak onderschat. Het wint het niet alleen van kwetsbare labels, maar ook van massief staal. Bij ongebalanceerde vulling duwt het naar binnen denderende materiaal zelfs kernen in de matrijs omver.

Computersimulaties maken het mogelijk



De met vloeisimulaties bepaalde wanddiktevariëaties zijn naar CAD vertaald. Voor het oog vrijwel onzichtbaar, maar voor het product essentieel.

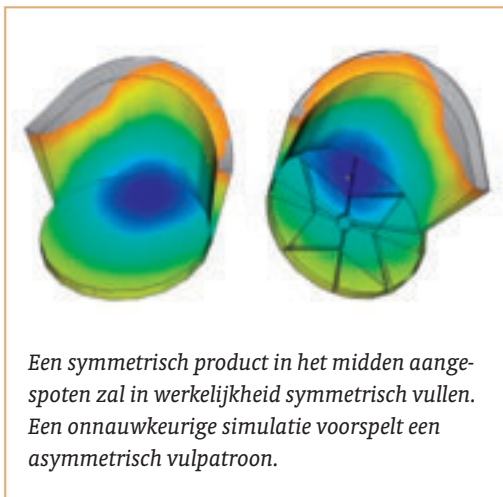
om vanaf de eerste opzet van een 3D model de spuitgietbaarheid in de gaten te houden. Wanneer een productontwerp wordt geoptimaliseerd voor productie, is er veel meer mogelijk dan wanneer de productie moet worden aangepast aan het product.

Achteraf een bestaande matrijs wijzigen is duur en de bewegingsvrijheid is nihil. Wie tijdens het ontwerpproces geen rekening houdt met spuitgietbaarheid, wordt achteraf door de spuitgieter gedwongen tot ongewenste ontwerp aanpassingen.

Spuitgietsimulaties leiden tot gebalanceerde matrijsvulling door het kiezen van de juiste hoofdvorm en de juiste aanspuiting en waar nodig door subtiele wanddiktevariëaties aan te brengen om de flow te sturen (flow leaders). Samenvloeiaden zijn geen verrassing, de positie kan worden gekozen door de ontwerper. Naast de vulling kan ook de koeling (zestig tot zeventig procent van de cyclustijd) geanalyseerd en verbeterd worden. Een goed gebalanceerd product eist minder van de machines (lagere druk, minder sluitkracht) en creëert maximale bewegingsvrijheid voor de producent.

Welke FEM?

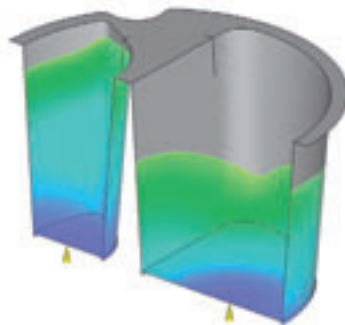
Computerprogramma's die het spuitgietproces simuleren, gebruiken de eindige elementen methode (Engels: Finite Element Method, FEM). De basisgedachte achter FEM is simpel: Het is niet mogelijk om het gedrag of de spuitgietbaarheid van een willekeurige complexe vorm in één keer te berekenen. Het is wel mogelijk om het gedrag van een standaard vorm te berekenen (bijvoorbeeld een kubus, een staaf of een driehoek). Het is ook mogelijk om de vorm van een willekeurig object te benaderen door



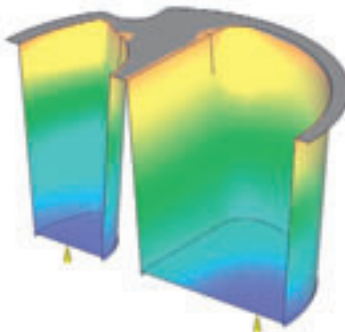
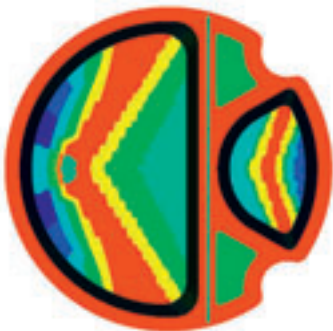
Een symmetrisch product in het midden aangespoten zal in werkelijkheid symmetrisch vullen. Een onnauwkeurige simulatie voorspelt een asymmetrisch vulpatroon.



Dunwandige verpakking voor toetjes. Met in mould labels en filmscharnier.



Met de oorspronkelijke wanddikteverdeling zou het product onevenwichtig vullen.



Geoptimaliseerde wanddiktes: een flowleader van enkele tiende millimeter balanceert de vulling.

het op te delen in een groot aantal standaard bouwstenen (bijvoorbeeld kubussen, staven of driehoeken). Door vervolgens stuk voor stuk al deze bouwstenen en de invloed die ze op elkaar uitoefenen te berekenen, kun je toch een uitspraak doen over een willekeurige complexe vorm. Voor spuitgietsimulaties zijn verschillende FEM-varianten ontwikkeld die gebruik maken van verschillende soorten bouwstenen en rekenmethoden. Er zijn methoden die een 3DCAD model ogenschijnlijk 1:1 omzetten naar een rekenmodel. De stap van CAD naar simulatie is klein. In veel CAD pakketten wordt deze mogelijkheid optioneel meegeleverd. Tijdens het tekenen kan snel en simpel gecheckt worden of het product

zich vult. Het werkt zo gebruiksvriendelijk dat de gebruiker de afzonderlijke 'elementen' waarmee gerekend wordt niet eens te zien krijgt. Hierin schuilt ook een gevaar, omdat de constructeur geen volledige controle heeft over hoe de berekening wordt uitgevoerd. Bij spuitgietproducten is de verhouding tussen de afmetingen en de dikte meestal 1:4 of meer. Dit maakt een aantal vereenvoudigingen mogelijk. De meest gangbare rekenmethode werkt met een model waarin slechts het centrale vlak ('midplane') gemodelleerd wordt. Belangrijkste nadeel van deze methode is dat de vertaalslag van CAD naar simulatie tijd en handwerk kost. Als het model er eenmaal is, rekt het relatief

snel en zeer nauwkeurig. Een goed model dient als basis voor een groot aantal analyses, zoals de matrijsvulling bij meervoudige aanspuitpunten, de vulling van dunne ribben, het optimaliseren van de koeling en het minimaliseren van het kromtrekken. Bij het balanceren van de vulling kunnen in deze modellen razendsnel subtiele wanddiktevariëaties (flowleaders), worden aangebracht, getest en verbeterd, zonder dat elke variant in 3DCAD hoeft te worden uitgewerkt. Nieuw is de mogelijkheid om te analyseren hoe een matrijskern zal verbuigen onder druk van de kunststof. Optimale matrijsvulling staat nooit op zichzelf. Een product moet functioneel zijn. Een verpakking moet sterk genoeg zijn om de inhoud te beschermen. De onderste in een stapel mag niet bezwijken. Goede flow modellen kunnen tevens gebruikt worden voor gedetailleerde stijfheid- en sterkte-analyses. Hierdoor kan bijvoorbeeld de stapelsterkte van een krat gemaximaliseerd worden bij een minimale cyclustijd. De geïnvesteerde tijd voor het maken van een rekenmodel wordt ruimschoots terugverdiend door snel en slagvaardig iteraties te doorlopen voor zowel prestaties als produceerbaarheid.

Flow leading?

Het optimaliseren van een dunwandige kunststof verpakking is een samenspel van vele factoren. Niet alleen spuitgiettechnisch, maar ook functioneel en visueel. Er is kennis nodig voor de juiste keuze en het effectief gebruik van software. Men kan heel snel een analyse maken, maar het interpreteren en controleren van de resultaten vergt ervaring. Het zichtbaar maken van problemen is niet voldoende. Belangrijker is dat oplossingen vertaald worden in een robuust CAD model van een mooi, succesvol product. Hierbij geldt het belang van vakmanschap des te meer. «

Ing. Alfard Jansen is teamleider bij BPO in Delft.

www.bpo.nl

Software voor spuitgietsimulaties:
www.moldflow.com
www.moldex3d.com

Matrijskosten inschatten
www.selectedtechnologies.com/calc.htm