



kooools

EEN UITGAVE VAN KORFELS BV

we[®]create.

BIOBASED TPU

**GROEN ZÓNDER
CONCESSIES**

E-STOCK

**DE EERSTE WEBSHOP
VOOR POLYMEREN
EN COMPOUNDS**

SERIE

**ALLE KENMERKEN EN
TOEPASSINGEN VAN
ENGINEERING
KUNSTSTOFFEN**

VEZELVERSTERKTE
THERMOPLASTEN

**DE KRACHT VAN
LANGE VEZELS**

BIOBASED TPU & TPE

Groen zonder concessies

De LARIPUR RS familie van COIM is een biobased thermoplastische polyurethaan, geproduceerd uit grondstoffen van duurzame bronnen. Dit betekent een aanzienlijke vermindering van de milieu-impact van deze materialen in vergelijking met de klassieke TPU's. De LARIPUR RS types kunnen dezelfde eigenschappen bereiken als de gewone TPU's, dus met behoud van de optimale verwerkbaarheid en de uitstekende mechanische eigenschappen die typerend zijn voor TPU.

De LARIPUR RS producten kunnen worden toegepast in producten zoals schoenen (vrije tijd & sport), skischoenen, slangen, profielen, folies en verschillende andere technische toepassingen.

Wilt u meer informatie over BIOBASED TPU & TPE materialen, een technische datasheet of heeft u een specifieke vraag ?
Bel 038 4479325 of stuur een mail naar info@korrels.nl.

4KFLEX[®]
BY KORRELS



WIE ZIJN WIJ?

Wij zijn Korrels. Wij creëren de juiste materialen voor u, waarmee u uw product altijd op maat kunt produceren. Daarnaast kunt u, bijvoorbeeld via onze webshop www.e-stock.nl, bij ons terecht voor de meeste standaard (technische) polymeren. Met onze merken 4KFLEX® & 4KTEC® ontwikkelen wij elastomeren (TPE), technische compounds, polyurethaan (TPU) en biobased materialen, dit alles op maat. Met onze ECompounds® leveren wij u een compound gebaseerd op opgewaardeerde productie uitvallen, van uzelf of van anderen, met een constante kwaliteit. Goed voor het milieu, goed voor uw product en ook nog eens een kostentechnisch interessant alternatief.

Wie zijn wij? Korrels helpt u bij het begin van de levenscyclus van uw product om tot de juiste materiaalkeuze te komen. Maar wij zorgen óók voor advisering en herverwerking aan het eind van de levenscyclus van uw product. Zo helpen wij u met het bijdragen aan een nieuwe circulaire economie, dat is Korrels, We Create...

INHOUD

Serie engineering kunststoffen

Al tachtig jaar populair: Nylon 4

ABS, SAN en ASA 8

PBT, PC en POM 12

Engineering Kunststoffen Matrix 16

PP compounds – en andere bijzondere materialen 19

E-stock.nl

De eerste webshop voor polymeren en compounds 24

Biobased TPU

Groen zonder concessies 26

Vezelversterkte thermoplasten vormen de snelst groeiende categorie materialen

De kracht van lange vezels 28

WE CREATE.

Ons nieuwe motto, gelanceerd in ons nieuwe magazine. Wij ontwikkelen en innoveren, maar delen vooral ook graag onze kennis met u.

Na de succesvolle 1^e editie van ons kennismagazine over elastomeren, presenteren wij u met trots onze tweede editie. Dit keer leest u al onze artikelen, gepubliceerd in het vakblad Kunststof Magazine, over technische polymeren en compounds.

Een mooi naslagwerk waarin u kunt lezen welke materialen u kunt gebruiken en vooral waarom u deze het beste kunt gebruiken voor de ontwikkeling van uw nieuwe of bestaande product.

Omdat uw producten niet standaard zijn, zijn wij dat ook niet. Wij helpen u met de keuze van het juiste materiaal voor uw product. En wanneer dit niet standaard op de plank ligt... U raadt het al, We Create.

Veel leesplezier.

Antoine Sonnega



De eerste editie van het Korrels kennismagazine stond in het teken van de eigenschappen van thermoplastische elastomeren. Het magazine is aan te vragen via www.korrels.nl.

Serie engineering kunststoffen - deel 1

AL TACHTIG JAAR POPULAIR: NYLON

Engineering kunststoffen: de aanduiding voor thermoplastische kunststoffen die qua eigenschappen uitstijgen boven de commodities zoals polystyreen, PVC, polypropreen en polyethyleen. Engineering kunststoffen zijn duurder, worden in minder grote hoeveelheden geproduceerd en meestal toegepast voor wat kleinere objecten, zoals mechanische delen. Vooral door hun gunstige gewicht/sterkte verhouding en de aanpasbare eigenschappen wordt deze groep materialen steeds vaker ingezet ter vervanging van andere materialen en dan met name metaal. De wereldwijde markt voor deze materialen groeit fors: van 45,2 miljard dollar in 2011 tot naar verwachting bijna 77 miljard dollar in 2017. In dit eerste deel van deze vierdelige serie kijken we naar Nylon, onderdeel van de groep polyamiden.

Nylon is een verzamelnaam voor een groep synthetische polymeren, die tot de groep van polyamiden (PA) behoren. Nylon is een polymeer dat 80 jaar geleden werd uitgevonden door DuPont en in eerste instantie werd ontwikkeld als synthetische vervanger van zijde. Vandaag de dag is het niet meer weg te denken en zit het in allerlei producten verwerkt. Polyamiden vormen een verzameling polymeren die in de ketenbouw verschillen. Het wordt naar het aantal opeenvolgende koolstofatomen in de keten onderscheiden en gekenmerkt worden door amidegroepen (CONH). Het eerste nummer van het Nylon type verwijst naar het aantal koolstofatomen in de hexaandiamine, het tweede getal (zoals in PA 6.6 en PA 4.6) heeft betrekking op het hexaandizuur.

Voor de niet ervaren Nylongebruikers lijkt het dat een Nylon 6, dat na een extra polymerisatiestap Nylon 6.6 wordt, en daarmee de kwaliteit van het materiaal ook beter wordt. Dit is echter niet het geval: ondanks hun fysieke en chemische overeenkomsten, zijn beide polymeren zeer verschillend, worden ze op twee verschillende manieren geproduceerd en hebben beiden hun eigen unieke eigenschappen.

Nylon 6.6 en alle andere Nylon polymeren met twee nummers, zoals Nylon 6.12 of

Nylon 4.6 worden geproduceerd door twee verschillende chemicaliën te combineren. Deze worden vervolgens gepolymeriseerd om het uiteindelijke materiaal te vormen. De cijfers na het woord Nylon hebben betrekking op het aantal koolstofatomen die aanwezig zijn in elk van de oorspronkelijke reactanten. Nylon 6.6 begint als diamine en een dizuur (hexaandizuur). Zowel het diamine als het dizuur omvatten zes koolstofatomen. In beide componenten die bij elkaar worden gevoegd bevinden zich ieder 6 koolstofatomen, vandaar de naam PA 6.6. Als het polymeer wordt gevormd zijn er twee afzonderlijke segmenten per herhalende eenheid van de polymeerketen die zes koolstofatomen in lengte zijn.

Een van deze koolstofatomen behoort tot de belangrijkste chemische groep die Nylon de verschillende eigenschappen geeft. Deze groep wordt een amidegroep genoemd (Nylon wordt ook vaak polyamide genoemd) en is verantwoordelijk voor het relatief hoge smeltpunt en de sterkte, maar ook voor het aantrekken van vocht: een eigenschap die typerend is voor polyamiden.

Het eerste getal geeft de diamine en het tweede verwijst naar het dizuur. Dus nylon 4.6 gebruikt hetzelfde dizuur als wordt toegepast bij het maken van nylon 6.6, maar bevat

slechts vier koolstofatomen. Dit vermindert de afstand tussen de amidegroepen en leidt tot een materiaal dat sterker en stijver is en een hoger smeltpunt heeft dan Nylon 6.6.

Bij Nylon 6.12 blijft het diamine gelijk, maar het dizuur dat wordt gebruikt bevat 12 koolstofatomen. Dit vergroot de afstand tussen de amidegroepen en leidt tot verminderde mechanische eigenschappen en een lager smeltpunt. Maar doordat de amidegroepen verantwoordelijk zijn voor het aantrekken van vocht is Nylon 6.12 beter bestand tegen vocht. De daaraan gerelateerde veranderingen in afmetingen en mechanische eigenschappen die worden ervaren met Nylon 4.6 en Nylon 6.6 zijn bij Nylon 6.12 minder aanwezig.

Nylon 6 en andere Nylonpolymeren die maar één getal achter de naam hebben worden op een heel andere manier gemaakt. Bij deze polymeren is een enkelvoudige chemische ringstructuur gebruikt die beide groepen bevat om amidefunctionaliteit te produceren – bekend als caprolactam. Wanneer deze ringstructuur wordt geopend en chemische reactie ontstaat er een Nylon 6 polymeer. Nylon 6 bevat ook zes koolstofatomen: vijf verbonden aan waterstof en de zesde maakt deel uit van de amidegroep. Hoewel de afstand tussen de amidegroepen hetzelfde is al in Nylon 6.6



Bekende extrusieproducten uit Nylon zijn onder andere klimtouwen, maar ook flosdraad en visnetten.

heeft Nylon 6 een iets lager (ongeveer 40 °C) smeltpunt en is het minder sterk en stijf dan Nylon 6.6.

Nylon 12 heeft een 12-koolstof ringstructuur (lauro lactam) met dezelfde amidefunctionaliteit ingebouwd als in caprolactam. Wanneer Nylon 12 wordt gemaakt staan de amidegroepen tweemaal zo ver uiteen als in Nylon 6. Dit geeft als eigenschap dat het materiaal een lager smeltpunt heeft (circa 50-60 °C) dan Nylon 6. Belangrijker is dat het materiaal meer flexibel wordt zodat het gebruikt kan worden voor slangen en zelfs ballonkatheters.

PA kent vele toepassingen waaronder tandwielen, lagers, kleding en visnetten, maar bijvoorbeeld ook voor delen ten behoeve van elektrotechniek en voor gebruik in de auto-industrie. PA laat zich makkelijk verwerken als extrusiemateriaal. Denk hierbij aan flosdraad maar ook aan klimtouwen en visnetten. Ook als spuitgietproduct is het uitermate geschikt en kent het vele voordelen.

Als technische toepassing zien we vaak een glas- of mineraalgevuld materiaal. In de automobiellindustrie gebruikt men vaak glasgevuuld PA om metaal te vervangen. Grote voordelen hiervan zijn de enorme gewichts-

besparing en de mogelijkheid van spuitgieten, waarmee ook weer meer ontwerpvrijheid en functie-integratie ontstaat. Dat de ontwikkeling van Nylon niet stilstaat heeft DSM ondanks bewezen door met een Nylon + vinylester op de markt te komen, met name na aankondigingen van automobiellproducten dat vanaf 2020 een groot gedeelte van de gebruikte polymeren uit plantaardige olie moet bestaan. Dit specifieke materiaal dat onder de naam EcoPaxx op de markt kwam, is met een hoog smeltpunt van 250 °C zeer geschikt voor gebruik onder de motorkap.

ALGEMENE EIGENSCHAPPEN

De meeste Nylons zijn semi-kristallijn en zijn over het algemeen zeer stugge materialen met goede thermische en chemische weerstand. De verschillende typen geven een breed scala van eigenschappen met verschillen in soortelijk gewicht, in smeltpunt en qua vochtgehaltes. Nylons hebben de neiging om vocht te absorberen uit hun omgeving. Deze opname blijft totdat een evenwicht is bereikt en kan een negatief effect op dimensionale stabiliteit hebben. De toename van het vochtgehalte is afhankelijk van de temperatuur, kristalliniteit en de dikte. Conditionering (drogen en niet te vochtig of te koud opslaan) kan worden toegepast om te voorkomen dat er negatieve

effecten van vochtabsorptie optreden tijdens verwerking.

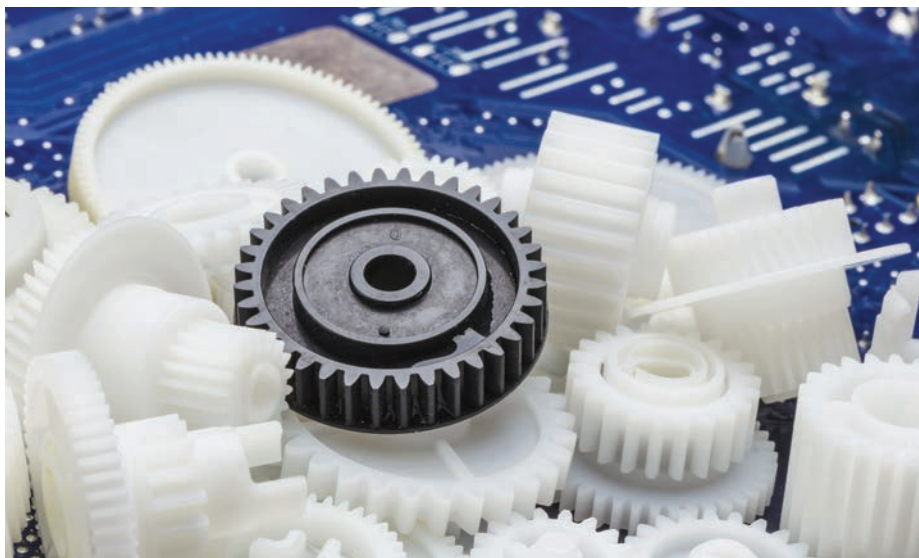
Nylons hebben een goede weerstand tegen de meeste chemicaliën, maar kunnen slecht tegen alcoholen, sterke zuren en basen. Nylons kunnen worden gebruikt in omgevingen met hoge temperaturen. Hitte gestabiliseerde compounds geven aanhoudend goede prestaties bij temperaturen tot 185 °C (voor versterkte glasgevuilde polyamides).

BESCHIKBARE TYPEN

Er zijn vele typen Nylon beschikbaar (bijvoorbeeld Nylon 6, Nylon 6.6, Nylon 4.6, Nylon 11, Nylon 12). We zullen in dit artikel een drietal gangbare types behandelen. Het materiaal is beschikbaar als een homopolymeer, copolymeer of versterkt. Nylons kunnen ook worden gemengd met andere technische kunststoffen om bepaalde aspecten van de prestaties te verhogen. Nylon is beschikbaar voor verwerking via spuitgieten, rotatiegieten, gieten of in film- of vezelextrusie.

TOEPASSINGEN

Nylon vezels worden gebruikt in kleding, vislijn en tapijten. Nylon film wordt veel gebruikt voor voedselverpakking. Het biedt taaiheid en lage gaspermeabiliteit en is in



De zelfsmurende eigenschappen maken Nylon uitermate geschikt voor tandwielen en lagers.

combinatie met de goede temperatuurbestendigheid goed geschikt voor kook-in-de-zak voedselverpakking.

Spuitsiet- en extrusietypes vinden vele toepassingen als vervanging voor metalen onderdelen, bijvoorbeeld in auto(motor)-onderdelen. Nylon is taai, corrosiebestendig en het is lichter en goedkoper dan aluminium. De zelfsmurende eigenschappen maken Nylon uitermate geschikt voor tandwielen en lagers. Elektrische isolatie, weerstand tegen corrosie en taaiheid maken Nylon een goede keuze voor hoge belasting onderdelen in elektrische toepassingen als isolatoren, behuizingen en de bekende Tie-Wraps. Een andere belangrijke toepassing is te vinden in behuizingen.

Zowel Polyamide 6 (PA6) en Polyamide 6.6 (PA6.6) worden veel gebruikt – in verschillende markten en toepassingen – vanwege hun uitstekende prestaties ten opzichte van de prijs van het materiaal. Deze twee materialen zijn wereldwijd veruit de meest gebruikte polyamiden maar ook in de range van technische polymeren het meest toegepast. Hoewel

zij vergelijkbare eigenschappen hebben zijn er een aantal kleine maar belangrijke verschillen tussen beide materialen. Zo heeft PA6 heeft een iets lagere temperatuurweerstand ten opzichte van PA6.6 en is het ook wat lager in prijs. Het is daarom van alle technische polymeren de meest populaire.

PA6, PA6.6 OF PA4.6?

PA6.6 wordt vaak pas ingezet wanneer PA6 niet meer voldoet qua temperatuurbestendigheid (continue circa 120 °C) of wanneer de mate van vochtopname van PA6 niet meer volstaat. Het biedt erg goede oppervlakte-eigenschappen. Polyamide 6 en Polyamide 6.6 beantwoorden aan de eisen van talrijke toepassingen in uiteenlopende markten. PA6 en PA6.6 komen we dankzij hun goede verwerkbaarheid, prijs en eigenschappen vooral tegen in automotive-toepassingen. Deze materialen worden vaak gebruikt als een alternatief voor metaal in de auto onder de motorkap. Dit zijn vaak delen waar ontwerpflexibiliteit en temperatuur- en chemische weerstand kritische factoren zijn. Ze helpen uiteindelijk bijdragen aan een enorme gewichtsbeparing, die CO₂-

uitstoot vermindert en vooral in de huidige 'groene' markt kansen biedt. Kort gezegd heeft PA6.6 standaard betere mechanische eigenschappen dan PA6 in termen van stijfheid, kruip en thermische weerstand. Wel is het minder slagvast.

In de elektrische en elektronische toepassingen waar het materiaal aan specifieke tests (GWIT, UL94) moeten worden voldoen zijn polyamiden 6 en 6.6 goede opties. Deze materialen kunnen eenvoudig gemodificeerd worden. Bovendien brengen ze ook oplossingen voor het soort toepassingen waarbij behoefte aan materialen is die bestand zijn tegen hoge temperaturen en waarbij met minimale wanddiktes gewerkt kan worden. PA6 en PA6.6 worden veel toegepast in consumenten- en industriële markten. Polyamide 6.6 biedt een wijde range aan oplossingen voor duurzame consumenten en industriële producten, dankzij haar gemakkelijke verwerking, het eenvoudige inkleuren, een heel mooie oppervlak (bij hoge vloeimaterialen is dit nog beter) en een uitstekende mechanische weerstand. PA6 en PA6.6 zijn uitstekende materialen wanneer het gaat om complexe ontwerpen: daarbij is het is in vergelijking met andere engineering thermoplasten ook een kostenefficiënte oplossing. Verpakkingen gemaakt van PA bieden zeer hoge perforatieweerstand en vooral ook barrièreweerstand tegen zuurstof, kool dioxide en aroma's. Al deze eigenschappen maken speciale polyamidetypes ideaal voor gebruik in voedselverpakkingen. Ook in de meubelindustrie vindt men polyamide. Deze materialen worden bijvoorbeeld gebruikt voor de vervaardiging van stadionstoeltjes dankzij hun briljante oppervlaktekwaliteit, uitstekende weerstand tegen vuil en vergrijzing. Het is maar weliswaar iets duurder maar toch beter alternatief voor polypropyleen. De eigenschappen van de uitzonderlijke materiaalmoeheid-bestendigheid en de hoge impactsterkte gecombineerd met de mechanische

PA eigenschappen	PA 6	PA 6.6	PA 4.6	PA 6.10	PA 12
Dichtheid	1,09 - 1,18	1,07 - 1,18	1,16 - 1,19	1,04 - 1,10	0,96 - 1,23
Wateropname	1,5 - 3,1	1,0 - 2,9	2,8 - 3,7	0,4 - 2,0	0,5 - 0,7
Elasticiteitsmodulus	800 - 3500	700 - 3400	1300 - 3900	650 - 2800	900 - 2380
Kerfslagsterkte	3,5 - 31,0	4,5 - 26,0	1,8 - 36,0	4,0 - 18	1,5 - 20,0
Hitte vervormingsweerstand	125 - 220°C	140 - 235°C	159 - 195°C	50 - 79°C	40 - 51°C
Verwerkingstemperatuur	230 - 290°C	250 - 300°C	310 - 320°C	230 - 280°C	200 - 260°C
Gewenste droogtijd en temperatuur	75°C - 2 tot 5 uur	80°C - 2 tot 5 uur	85°C - 4 tot 7 uur	80 °C - 2 tot 5 uur	85 °C - 3 tot 4 uur

RESISTENT		SEMI RESISTENT
Aceton	Nitro	Boorzuur, verdund
Ammoniak	Olie, plantaardig	Kopersulfaat, verdund
Dierlijke oliën en vetten	Vetten, plantaardig	IJzerchloride, verdund
Arseenzuur, verdund	Petroleum	Melkzuur, verdund
Bier	Propaanvloeistof	Loodacetaat, verdund
Benzeen	Zeewater	Methyl-hout alcohol
Koolzuur, verdund	Zeep	Ozon
Cyanide, verdund	Soda loog	Trichloorethyleen
Dieselolie	Sodiumchloride	Zinksulfaat, verdund
Ethylacetaat	Stearinezuur	
Ethylalcohol, verdund	Tolueen	
Vruchtensappen	Terpentine	
Benzine	Azijn	
Glucose, verdund	Xylol	
Hydraulische oliën		
Methyl-acetaat		
Methyl-ethyl		
Mineraalolie (zonder toevoegingen)		
NIET RESISTENT		
		Calciumchloride, verdund
		Vetzuur
		Methaanzuur, verdund
		Zoutzuur, verdund
		Salpeterzuur, verdund
		Fosfoorzuur, verdund
		Zwavelzuur, verdund

Richtlijnen met betrekking tot algemene resistentie van Nylon.

sterkte van polyamide dragen bij dat men deze zelfs gebruikt voor de vervaardiging van skibindingen.

In het geval van skibindingen wordt vaak gekozen voor PA6, omdat dit beter vervormbaar is dan polyamide 6.6. Bij lagere temperaturen maakt dit het een harder/taaiër materiaal. Het resultaat: veiligere producten (minder risico van versplintering bij lage temperaturen) en het zal minder snel breken tijdens de verwerking omdat de producten taaier zijn. Onversterkte PA6 bij lagere temperaturen zorgt voor een betere prestatie dan PA6.6.

Beide materialen dient men voor te drogen om de eigenschappen zoals hierboven beschreven optimaal te krijgen. PA 6.6 neemt dankzij zijn moleculaire structuur minder vocht op dan PA6 en heeft door zijn hogere smeltpunt betere thermische eigenschappen, maar wel een lagere slagvastheid. De slijtage en chemische weerstand van PA6.6 is echter meer dan goed en maakt het een uitermate geschikt materiaal voor hoogwaardige toepassingen.

Een minder vaak voorkomend type polyamide is PA4.6. Voornamelijk door zijn standaard nog betere temperatuurbestendigheid is dit een populair materiaal voor gebruik in speciale onderdelen voor de automotive-industrie. Bij hoge temperaturen is het materiaal goed

bestendig tegen bijvoorbeeld hete motorolie. Ook heeft het materiaal een uitermate hoge slijtvastheid. Dit zie je terug in het veelvuldig gebruik van dit type polyamide in onderdelen voor koppelingen voor auto's of kettingkast-onderdelen in de fietsindustrie. Het materiaal leent zich ook uitstekend voor gebruik in connectoren en sensoren als vervanging voor metalen in bijvoorbeeld de elektronische sectoren.

Door de hogere mate van vochtopname zal de stijfheid van het materiaal in vochtige omgevingen echter minder zijn dan die van een PA6 of een PA6.6.

BLEND S EN COMPOUNDS

We hebben hierboven natuurlijk voornamelijk gesproken over de standaard eigenschappen van de materialen en wat minder over de specifieke aanpassingen die gedaan kunnen worden door middel van componderen, waarmee de eigenschappen van de afzonderlijke materialen enorm verbeterd kunnen worden. Hier heeft men het over bijvoorbeeld 4KTEC® polyamide compounds.

De meest voorkomende aanpassingen zijn polyamides versterkt met glas, waardoor vooral de treksterkte wordt verbeterd. Dit kan in alle wenselijke percentages: meestal tot ca 60%. Polyamide kan men ook eenvoudig UV- en hitte stabiliseren. Hoge vloeipolyamides ziet men vaak voor een mooier oppervlak.

De vlamvertragende types kunnen makkelijk gemodificeerd worden en daarmee UL94 V0 zijn, ook halogeenvrij. Ook impact gemodificeerde PA-materialen worden veel toegepast voor een hogere en betere slagvastheid, net als de mineraalgevulde variant waardoor de stijfheid van het materiaal kan worden gemodificeerd.

Door het modificeren van deze Nylon-types worden de eigenschappen van het materiaal dermate veranderd dat men een product in PA6.6 vaak makkelijk kan overzetten naar een gemodificeerde PA6, met behoud van alle voordelen van beide materialen.

Zoals in het begin van het artikel besproken zijn er vele types polyamides zoals PA6, PA6.6, PA4.6, PA11 en PA 12. Er zijn ook vele blends mogelijk tussen deze types, die bijvoorbeeld gecompoundeerd worden tot klantspecifieke hybride 4KTEC® polyamide compounds. Met behoud van de eigenschappen van elk materiaal afzonderlijk verkrijgt men door het blenden speciale compounds met uitzonderlijk eigenschappen. Dit gebeurt niet alleen met de PA-materialen onderling, maar ook met andere polymeren zoals ABS. Bijvoorbeeld de 4KTEC® PA/ABS blends zijn uitermate geschikt voor toepassingen waar men een goede slagvastheid nodig heeft gecombineerd met hoge en lage temperaturen. De oppervlaktekwaliteit maakt het een ideaal materiaal voor bijvoorbeeld het interieur van een auto.

Serie engineering kunststoffen - deel 2

ABS, SAN EN ASA

Engineering kunststoffen: de aanduiding voor thermoplastische kunststoffen die qua eigenschappen uitstijgen boven de commodities zoals polystyreen, PVC, polypropreen en polyethyleen. Engineering kunststoffen zijn duurder, worden in minder grote hoeveelheden geproduceerd en meestal toegepast voor wat kleinere objecten, zoals mechanische delen. Vooral door hun gunstige gewicht/sterkte-verhouding en de aanpasbare eigenschappen wordt deze groep materialen steeds vaker ingezet ter vervanging van andere materialen en dan met name metaal. De wereldwijde markt voor deze materialen groeit fors: van 45,2 miljard dollar in 2011 tot naar verwachting bijna 77 miljard dollar in 2017. In dit tweede deel van deze vierdelige serie kijken we naar acrylonitril-butadien-styreen, styreen-acrylonitril en acrylonitril styreen acrylaat: beter bekend als respectievelijk ABS, SAN en ASA.

Acrylonitril-butadien-styreen (ABS) is een copolymeer, bestaande uit circa 50% styreen en 5 tot 30% butadienrubber. De rest is acrylonitril. Het resultaat is een lange keten van butadien, criss-crossed met kortere ketens van poly(styrene-co-acrylonitrile). De nitril-groepen van naburige ketens, het polaire gedeelte, worden tot elkaar aangetrokken en bindt de polymeerketens, waardoor ABS sterker wordt dan zuiver polystyreen. Het styreen geeft het plastic een glanzend, ondoordringbaar oppervlak. De butadien, een synthetisch rubber, biedt taaiheid, zelfs bij lage temperaturen. Voor de meeste toepassingen kan ABS ingezet worden tussen -20 en +80°C, waarbij de mechanische eigenschappen vanwege het amorfe karakter met de temperatuur variëren.

De belangrijkste mechanische eigenschappen van ABS zijn slagvastheid en taaiheid. Verschillende aanpassingen kunnen worden gemaakt om slagvastheid, taaiheid en ook de warmteweerstand te verbeteren. Slagvastheid kan worden versterkt door het verhogen van de verhouding van butadien ten opzichte van styreen en acrylonitril, hoewel dit wel zorgt voor wijzigingen in de andere eigenschappen. Men kan dus door het veranderen van de verhoudingen van de componenten ABS modifieren naar vele verschillende toepassingen. Het materiaal wordt daarom veel gebruikt voor diverse spuitgiettoepassingen, maar ook in geëxtrudeerde producten ziet men veel ABS.

Dit in hoge mate slag- en krasvaste materiaal met zijn fraaie glanzende oppervlaktestructuur is in zijn pure vorm toepasbaar in onder meer huishoud- en elektronica-producten en in kantoorapparatuur. Het is een ideaal materiaal waar oppervlaktekwaliteit, kleurvastheid en glans zijn vereist. ABS is een polymeermix in twee fasen. Een continue fase van copolymeren van styreen-acrylonitril (SAN) geeft de materialen rigiditeit, de hardheid en de warmteweerstand. De taaiheid van ABS-systeem is het resultaat van submicroscopisch fijne butadien-rubber deeltjes, die gelijkmatig zijn verdeeld in de SAN-matrix. Hoewel ABS grotendeels voor mechanische doeleinden wordt gebruikt, hebben zij ook elektrisch isolerende eigenschappen die over een breed scala aan frequenties vrij constant zijn. Deze eigenschappen worden een beetje beïnvloed door de temperatuur en luchtvochtigheid in het standaardbereik van temperaturen. ABS leent zich uitstekend voor elektrische toepassingen met lage tot middelhoge voltages. De lage geleiding kan echter resulteren in statische lading, wat dan weer kan worden voorkomen door speciale blends te gebruiken. Hierin is erg veel variatie mogelijk, resulterend in vele verschillende soorten acrylonitril butadien styreen met een breed scala van functies en toepassingen. Bovendien zijn veel mengsels met andere materialen zoals polyvinylchloride, polycarbonaten en polysulfones ontwikkeld.

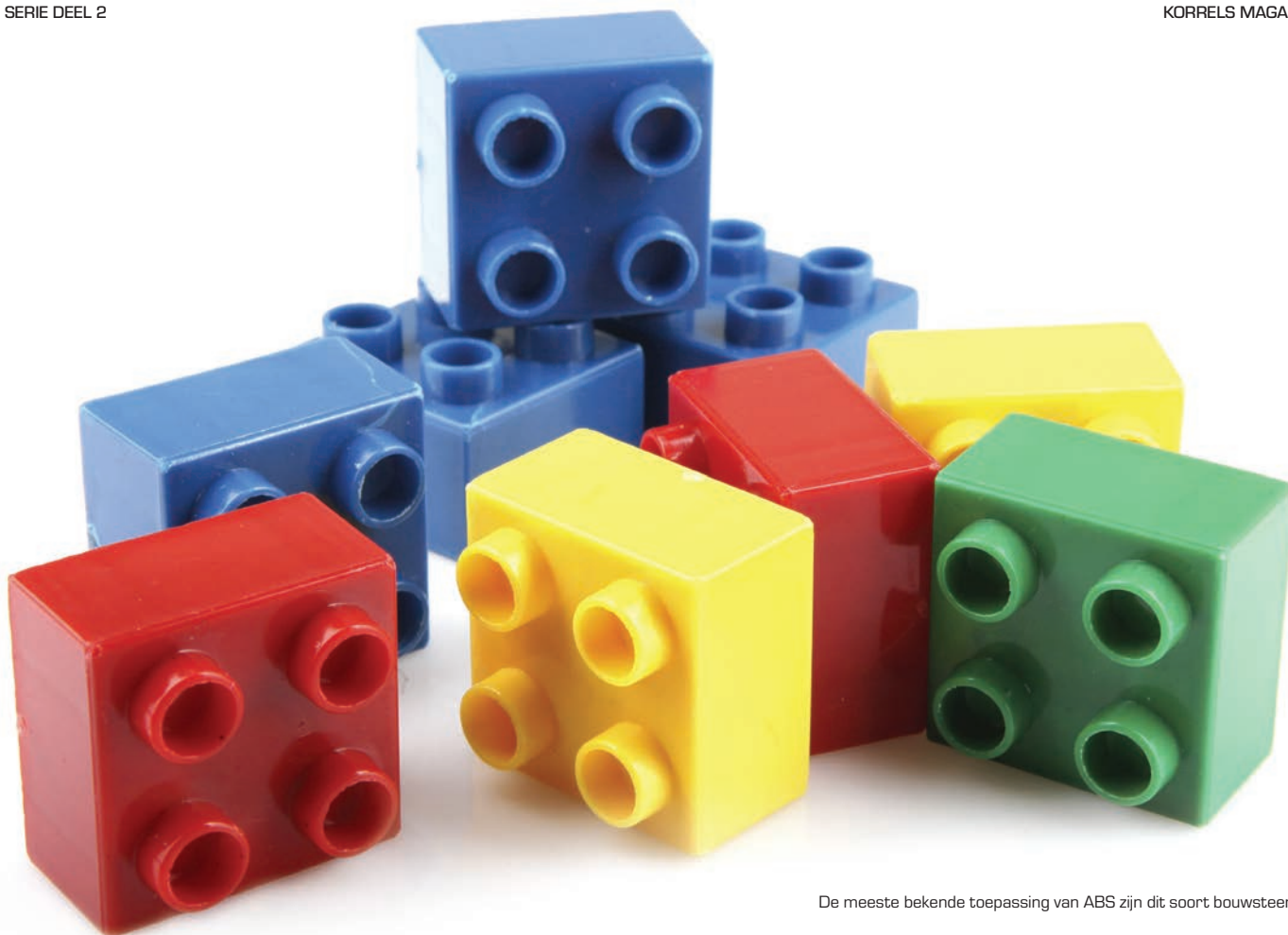
VERWERKING BEÏNVLOED EIGENSCHAPPEN

ABS wordt zoals gezegd gemakkelijk gewijzigd door de toevoeging van additieven en variatie van de verhouding van de drie monomeren acrylonitril, butadien en styreen. De definitieve eigenschappen zullen tot op zekere hoogte worden beïnvloed door de voorwaarden waaronder het materiaal in het uiteindelijke product is verwerkt. Zo verbetert verwerking bij een hoge temperatuur de glans en de warmteweerstand van het product maar wordt de hoogste slagweerstand en -kracht verkregen door verwerking bij lage temperatuur.

Versterking van ABS is gemakkelijk te bereiken wanneer gemengd of gedoseerd met andere polymeren en daarmee verdere verhoging van het aantal eigenschappen die beschikbaar zijn, zoals slagvastheid.

Vezels (meestal glasvezels) en additieven kunnen worden ingemengd tijdens het componderen waardoor de eigenschappen zoals de stijfheid van het eindproduct ook bij hogere temperaturen sterk verbeteren. Versteving met glas- of carbonvezel heeft een negatief effect op de slagvastheid maar een vezel kan wel worden gebruikt om stijfheid en dimensionale stabiliteit te verhogen.

Pigmenten kunnen eveneens worden toegevoegd. De oorspronkelijke kleur van de grondstof is doorschijnend ivoor/wit en daardoor



De meeste bekende toepassing van ABS zijn dit soort bouwsteentjes.

gemakkelijk in te kleuren met pigmenten of kleurstoffen. De kenmerken van de veroudering van de polymeren worden grotendeels beïnvloed door het butadieen-aandeel: het is gebruikelijk om daarom anti-oxidanten aan de samenstelling toe te voegen. Andere factoren zijn blootstelling aan ultraviolette straling, waarvoor ook weer additieven beschikbaar zijn om dit te verbeteren. Tevens is het mogelijk het materiaal vlamvertragend te maken: zelfs naar V0. Vlamvertragendheid kan bijvoorbeeld worden verkregen door de toevoeging van brandvertragende additieven of door vermenging met PVC. Het enige nadeel van vlamvertragend ABS is dat het lastig is in te kleuren. Geadviseerd wordt dan ook om tijdens het toevoegen van de vlamvertrager ook meteen het materiaal door een compounding in te laten kleuren.

ABS is een standaard thermoplastisch resin: het is eigenlijk geen technische engineering polymeer meer te noemen maar het behoort meer tot de commodities. Echter, door het veelvuldig gebruik in technische toepassingen vinden wij het zeker horen tot deze groep polymeren. De glasovergangstemperatuur is ongeveer 105°C. ABS is amorf en heeft daarom geen echt smeltpunt. ABS behoudt zijn hard-

heid en stijfheid in het temperatuurgebied van -40 tot +80°C, terwijl het ook bestand is tegen frequent wisselende temperaturen. Langdurige toepassing boven 85°C wordt afgeraden. De vochtopname is 0,3% bij 23°C/50% RH en 1% na verzadiging in water. Vocht heeft echter nauwelijks invloed op de mechanische eigenschappen of dimensies van ABS-producten. Door de aanwezigheid van rubber in de blend is de standaard UV-bestendigheid gering, waardoor langdurige blootstelling aan zonlicht kleurverschuivingen en vergeling zal veroorzaken.

De bestendigheid tegen chemicaliën als verdunde zuren, basen, oliën en vetten en alifatische koolwaterstoffen is uitstekend, wat overigens niet geldt voor aromatische koolwaterstoffen, esters, fenolen, ketonen en geconcentreerde zuren. Chloorzouten kunnen spanningsscheuren veroorzaken.

KENMERKEN

Vanwege de mogelijkheid om de eigenschappen exact af te stemmen op de toepassing is ABS vaak te vinden in het automobielerieel en in exterieurcomponenten. De automobielerieelindustrie – maar bijvoorbeeld ook de bouwindustrie – stellen bijzonder hoge

eisen aan de gebruikte materialen. Onder extreme omstandigheden zijn ze stabiel en moeten niet breken, zelfs wanneer zij worden geconfronteerd met grote temperatuurschommelingen. ABS-typen voor bijvoorbeeld een autodashboard vereisen oppervlakken die niet alleen zeer kras – en slijtvast zijn, maar ook decoratief en gemakkelijk te onderhouden. ABS heeft middels additieven uitstekende antistatische prestaties: een bijzonder voordeel. Met ABS kan men spannende en gevarieerde kleurschema's maken. Het materiaal kan ook gegalvaniseerd, reliëf-gestempeld of gemetalliseerd worden. Oppervlakken kunnen bijvoorbeeld mat, glanzend of satijn zijn. ABS polymeren zijn bestand tegen waterige zuren, logen, geconcentreerd zoutzuur en fosforzuur, alcoholen en dierlijke, plantaardige en minerale oliën. Maar ze zwellen door ijsazijn, tetrachloorkoolstof en aromatische koolwaterstoffen en worden aangevallen door geconcentreerd zwavelzuur en salpeterzuur. Ze zijn oplosbaar in esters, ketonen, ethyleendichloride en aceton.

ABS is standaard ontvlambaar wanneer het wordt blootgesteld aan hoge temperaturen, zoals een houtvuur. Het zal smelten en gaan branden. Aangezien ABS van zichzelf geen halogenen bevat, zullen bij verbranding geen

Verwerking van ABS	
Mold temp.	40 - 80 °C
Smelt temp.	220 - 260 °C
Max. temp.	280 °C
Droog temp.	80 - 90 °C
Droogtijd	3 - 4 uur
Inspuitsnelheid	Gemiddeld tot hoog
Structuur	Amorf
Krimp	0,4 - 0,8 %
Smeltpunt	110 °C

Eigenschappen van ABS	
Dichtheid	1,03 - 1,11
Vochtopname	0,1 - 0,4
E-modulus	1730 - 2760
Treksterkte [Mpa]	35 - 63
Kerfslagsterkte	5,6 - 30

Verwerking van SAN	
Mold temp.	40 - 80 °C
Smelt temp.	220 - 260 °C
Max. temp.	280 °C
Droog temp.	80 - 90 °C
Droogtijd	3 - 4 uur
Inspuitsnelheid	Gemiddeld tot hoog
Structuur	Amorf
Krimp	0,3 - 0,7 %
Smeltpunt	115 °C

Eigenschappen van SAN	
Dichtheid	1,06 - 1,09
Vochtopname	0,2 - 0,4
E-modulus	3400 - 4700
Treksterkte [Mpa]	50 - 89
Kerfslagsterkte	1,1 - 3,5

Verwerking van ASA	
Mold temp.	50 - 80 °C
Smelt temp.	210 - 240 °C
Max. temp.	280 °C
Droog temp.	80 - 85 °C
Droogtijd	3 - 4 uur
Inspuitsnelheid	Gemiddeld tot hoog
Structuur	Amorf
Krimp	0,4 - 0,6 %
Smeltpunt	105 °C

Eigenschappen van ASA	
Dichtheid	1,04 - 1,07
Vochtopname	0,2 - 0,4
E-modulus	1700 - 2720
Treksterkte [Mpa]	29 - 62
Kerfslagsterkte	5,0 - 19,0

giftige, persistente stoffen vrijkomen zoals polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), halogeenhoudende dampen, et cetera.

Standaard ABS wordt ook negatief beïnvloed door zonlicht. ABS kan worden gerecycled, hoewel het niet wordt geaccepteerd door alle recyclingfaciliteiten.

Samenvattend kiest men vaak voor ABS wanneer men zoekt naar één van de onderstaande eigenschappen of een combinatie daarvan:

- hoge warmtebestendigheid;
- vlamvertragend;
- hoge slagvastheid;
- zeer goede elektrisch isolerende eigenschappen;
- goede weerstand tegen invloeden van buitenaf;
- goede oppervlaktekwaliteit;
- goede verwerkbaarheid; en
- goede chemische bestendigheid tegen huishoud chemicaliën en chemicaliën in waterachtig milieu.

Redenen om niet voor ABS te kiezen kunnen zijn:

- beperkte weerstand tegen verwerking;
- matige hitte-, vocht- en oliebestendigheid;
- relatief hoge kosten t.o.v. andere commodities; en
- ontvlambaar en hoge rookproductie.

TOEPASSINGEN

Door zijn taaiheid/kracht/temperatuurbestendigheid in combinatie met het gemak van de verwerking en hoge kwaliteit oppervlaktekwaliteit kent ABS een zeer breed scala aan toepassingen. Het is een licht maar hard, slagvast polymeer. ABS wordt onder meer gebruikt in de volgende producten:

- autobumpers;
- LEGO-blokjes;
- stofzuigers;
- goedkopere motorhelmen;
- koetswerk van auto's, zoals de Citroën Méhari;
- boormachines en andere (elektrische) gereedschappen;
- behuizingen voor beeldschermen en andere elektrische (huishoudelijke) apparaten;
- 3D-printing;
- huishoudelijke apparaten;
- telefoons, computers;
- grasmaaiers;
- veiligheidshelmen; en
- buizen, enzovoort.



Omdat ABS een licht maar tegelijkertijd hard en slagvast polymeer is, vind het legio toepassingen – zoals in behuizingen van stofzuigers.



De combinatie van transparantie en weerstand tegen oliën, vetten en schoonmaakmiddelen maken SAN zeer geschikt voor gebruik in de keuken. Een veel voorkomende toepassing is servies voor de vliegtuigindustrie.



ASA vinden we vaak terug in automotive- en andere buitentoepassingen.

STYREEN ACRYLONITRIL (SAN)

SAN – de voorganger van ABS – is een hard en stijf transparant materiaal.

SAN (styreen acrylonitril) copolymeren zijn beschikbaar sinds de jaren '40. Aanvankelijk was de prijs van styreen acrylonitril materialen te hoog om het op grote schaal in te zetten. De beperkingen van het materiaal hebben geleid tot de invoering van een rubber (butadieen) als een derde monomeer: vandaar de waaier van materialen die in de volksmond 'ABS kunststof' worden genoemd.

Styreen en acrylonitril monomeren kunnen worden gecopolymeriseerd tot een amorf polymeer dat de weerbestendigheid en de weerstand tegen breuk verhoogt en barrière-eigenschappen verbetert. Het copolymeer wordt styreen acrylonitril of SAN. Dit SAN-copolymeer bevat over het algemeen 70 - 80% styreen en 20 - 30% acrylonitril. Deze combinatie geeft een hogere sterkte, stijfheid en chemische weerstand dan polystyreen, maar het is niet zo helder als kristalhelder polystyreen.

KENMERKEN

SAN wordt gekenmerkt door goede chemische bestendigheid, goede dimensionale stabiliteit, hoge hittebestendigheid en goede verwerkbaarheid. Er zijn High Flow materialen beschikbaar.

Een nadeel is dat de wateropname hoger is dan bij polystyreen (PS). Andere nadelen zijn het lage thermische vermogen en de lage slagvastheid. SAN vergeelt sneller dan PS. Andere nadelen zijn de hogere temperaturen bij verwerking en het feit dat het brandbaar is, gepaard gaande met hoge rookontwikkeling.

TOEPASSINGEN

De combinatie van transparantie en weerstand tegen oliën, vetten en schoonmaakmiddelen

maken SAN zeer geschikt voor gebruik in de keuken: denk aan mengkommen. Het wordt ook gebruikt voor de buitenwanden van thermisch geïsoleerde kannen, voor servies, bestek, koffiefilters, potten en bekken, alsmede voor opslagcontainers voor alle soorten voedsel. Een andere voorkomende toepassing is in servies voor de vliegtuigindustrie. Vanwege het aangename uiterlijk – vooral wanneer het ingekleurd is – en het gemak van het bedrukken vindt men SAN vaak in een aantal toepassingen in de badkamer (tandenborstels en badkamerhulpstukken) en bij cosmetica verpakkingen. SAN is ook een harde en stijve kunststof en wordt daarom ook gebruikt voor kantoorartikelen en voor diverse industriële toepassingen. Men vindt het in alle soorten behuizingen voor bijvoorbeeld printers maar ook rekenmachines, instrumenten en lampen. Andere toepassingen zijn schalen, batterijbehuizingen en cilindrische waaiers voor airconditioners.

Cosmeticaproducten voor persoonlijke verzorging hebben vaak een hoogwaardige verpakking. SAN heeft een briljant oppervlak en geeft grote diepte van kleur. Het ziet er goed uit en het voelt ook goed – een belangrijke overweging in wereld waar we ons omringen met aangename dingen. SAN is bovendien bestand tegen chemicaliën. Het is bestand tegen oliën en vetten en reinigingsmiddelen. Daarbij is het ook nog eens goed vaatwasserbestendig. Het bezit zelfs hoge weerstand tegen zuren en basen, bijvoorbeeld in batterijen. Deze eigenschappen maken SAN het materiaal bij uitstek in alle toepassingen waarbij transparantie en chemische bestendigheid vereist is.

ACRYLONITRIL STYREEN ACRYLAAT (ASA)

ASA wordt geproduceerd door toevoegen

van een geënte acrylester elastomeer tijdens de copolymerisatiereactie tussen styreen en acrylonitril. ASA kent een grote hardheid en stijfheid, goede chemische weerstand en thermische stabiliteit, uitstekende weerstand tegen UV-straling, veroudering en vergeling. Het materiaal heeft een hoogglans oppervlak.

Acrylonitril styreen acrylaat (ASA) werd rond 1970 voor het eerst geïntroduceerd door BASF. De bedoeling was om een materiaal dat lijkt op ABS te maken, maar met een betere weersbestendigheid. Vanwege deze eigenschap is ASA een veelgebruikt materiaal in de automobielindustrie en voor verscheidene andere toepassingen buitenshuis.

KENMERKEN

Kenmerkende eigenschappen van ASA zijn de uitstekende weersbestendigheid, de hoge hittebestendigheid, goede slagvastheid, goede UV-bestendigheid en goede verwerkbaarheid. Ook dit materiaal laat zich goed modificeren zodat er ook, door middel van het toevoegen van additieven, vlamvertragende types te verkrijgen zijn.

Een nadeel is dat ASA smelt met andere thermoplasten zoals polyolefinen, polystyrenen en nylons. Bovendien heeft het een slechte treksterkte en is het slecht bestand tegen geconcentreerde zuren, aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen, esters, ethers en ketonen. Daarnaast geeft het giftige rookontwikkeling bij verbranding.

TOEPASSINGEN

Automotive toepassingen en andere buitentoepassingen, elektrische/elektronische toepassingen, sheets, behuizingen, tuingereedschap en (huishoudelijke) apparaten.

Serie engineering kunststoffen - deel 3

PBT, PC EN POM

Engineering kunststoffen: de aanduiding voor thermoplastische kunststoffen die qua eigenschappen uitstijgen boven de commodities zoals polystyreen, PVC, polypropreen en polyethyleen. Engineering kunststoffen zijn duurder, worden in minder grote hoeveelheden geproduceerd en meestal toegepast voor wat kleinere objecten, zoals mechanische delen. Vooral door hun gunstige gewicht/sterkte verhouding en de aanpasbare eigenschappen wordt deze groep materialen steeds vaker ingezet ter vervanging van andere materialen en dan met name metaal. De wereldwijde markt voor deze materialen groeit fors: van 45,2 miljard dollar in 2011 tot naar verwachting bijna 77 miljard dollar in 2017. In dit derde deel van deze vierdelige serie kijken we naar de materialen PBT, PC en POM.

Polybutyleentereftalaat (PBT) is een semi-kristallijne kunststof die behoort tot de familie van polyester thermoplasten. Het is een hoog-moleculair materiaal met zeer goede mechanische eigenschappen, dat zich eenvoudig laat verwerken. Omdat het materiaal snel kristalliseert laat het zich makkelijk verwerken in het spuitgietproces. Door de korte cyclustijden en het verwerken op lagere temperaturen dan vele andere technische kunststoffen is het dan ook een veel ingezet materiaal. Dit thermoplastische polyester is erg vormvast nadat het gespoten is. Het heeft een zeer goede weerstand tegen chemicaliën en is bestand tegen hogere temperaturen. Door deze eigenschappen worden andere thermoplastische materialen zoals polypropyleen, Nylon en acetal nogal eens vervangen door PBT. Niet alleen vormt het een 'concurrent' voor deze thermoplasten, maar ook voor amorphe engineering plastics zoals polysulfon en polycarbonaat.

KENMERKEN

PBT is uitstekend bestand tegen een groot aantal chemicaliën op kamertemperatuur. Vergeleken met niet versterkte compounds, vertoont glasversterkt PBT een twee tot drievoudige toename van de trek-, buig- en druksterkte. De versterkte materialen vertonen een goede weerstand tegen oxidatie in warme lucht, dit in tegenstelling tot Nylon 6 of Nylon 66.

PBT wordt gekenmerkt door hoge stijfheid en sterkte en de prima dimensionele stabiliteit

(geringe vervorming). Producten vertonen weinig tot geen krimp en combineren een zeer goede wrijvingsweerstand en slijtvastheid met goede slagvastheid. Ook de goede chemische/zuurbestendigheid en de zeer goede elektrische eigenschappen zijn kenmerkend voor PBT, dat ook zeer geringe vochtopname kent. Belangrijke andere voordelen zijn de goede hechting en de mogelijkheid tot lassen.

TOEPASSINGEN

Toepassingen met engineering polyesters zoals PBT vinden we terug in de transportsector, de automobiellindustrie, in elektronische componenten en in huishoudelijke artikelen, zoals een strijkijzer of een douchekop. Ook in high end toetsenborden wordt PBT veel ingezet. Technische toepassingen vereisen een goede balans tussen kosten en materiaaleigenschappen zoals hittebestendigheid, maar ook elektrische en andere fysische eigenschappen bepalen welk type polymeer geselecteerd wordt. Engineering polymeren worden gebruikt in een groot scala aan producten in de productie van auto's. Dit zijn zowel producten voor onder de motorkap (tot in die bougies aan toe) maar ook aan de buitenkant van de auto, zoals de spiegelbehuizing en de ruiterswissershouders. Een grote toename in het gebruik van PBT zien we terug in de ontwikkeling van elektronica in de auto zelf.

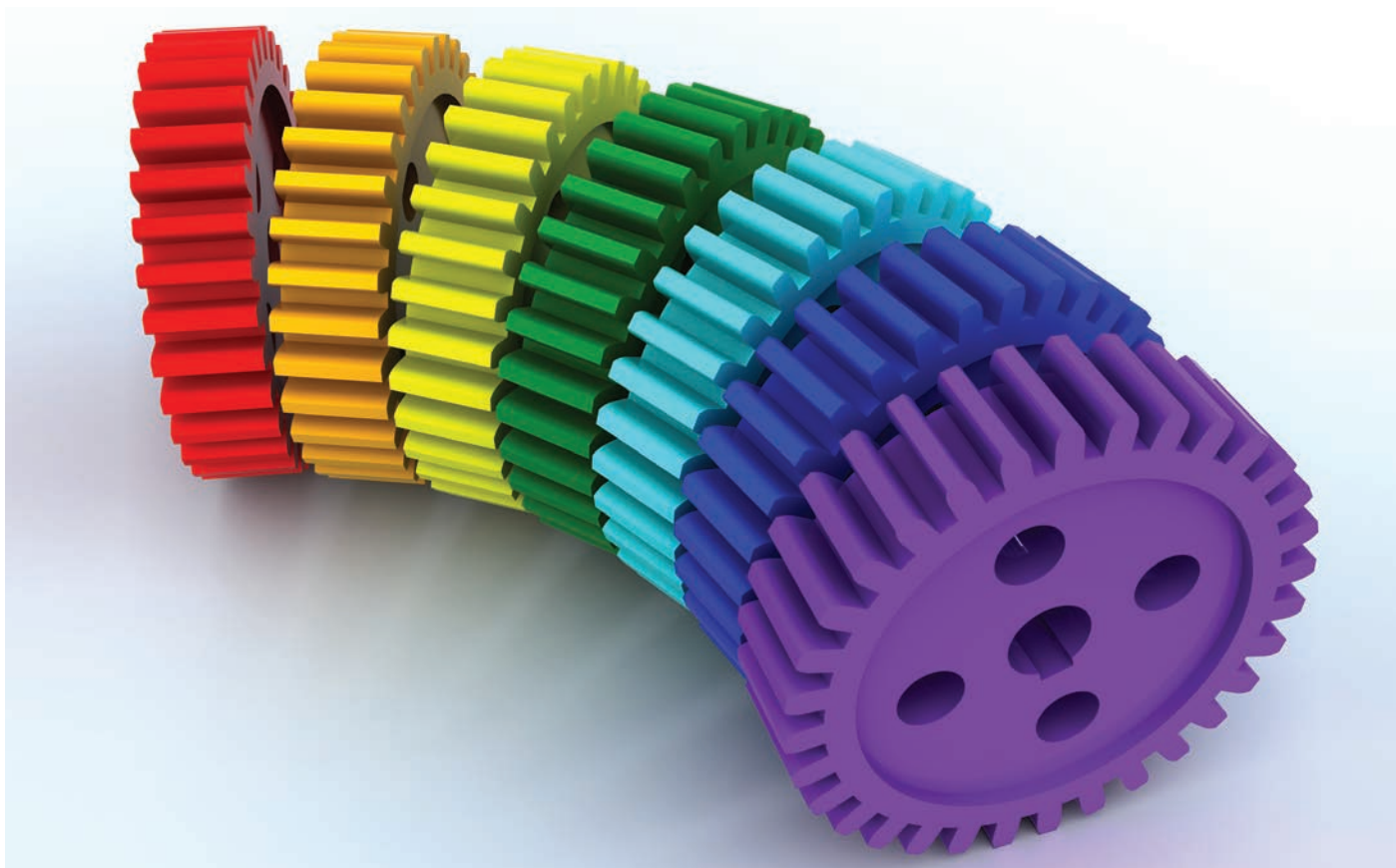
Een andere grote markt is de elektronica-industrie, waar men dankbaar gebruik maakt van eigenschappen als hoge warmtevervor-

mingstemperatuur (HDT) en elektrische isolatie. PBT wordt daar ingezet voor het maken van connectoren, schakelaars en de behuizing van huishoudelijke apparaten. Ook laat PBT zich extruderen tot garen: de eigenschappen zijn vergelijkbaar met Lycra® dat we veelal terugvinden in sportkleding. Vooral vanwege de resistentie tegen chloor wordt het vaak in zwembadkleding gebruikt.

POLYCARBONAAT (PC)

Polycarbonaat verdient zijn naam aan de repeterende carbonaatstructuren. PC is een materiaal wat veel gebruikt wordt in engineering-toepassingen. Het onderscheidt zich voornamelijk van andere materialen door zijn hoge temperatuurrestantie: PC kan een temperatuur verdragen van circa 135 °C. Door het vervangen van difenylolpropaan door tetramethyldifenylolpropaan heeft men de temperatuurrestantie zelfs nog verder kunnen verbeteren. Het is een taai en slagvast materiaal met vooral glasheldere transparante types. Omdat het materiaal amper kristalliseert is het materiaal erg transparant. Dat was in eerste instantie niet zo, want de eerste types PC hadden een amberachtige tint. In 1967 heeft men dit aangepast naar een transparante tint en werd het materiaal zelfs aanbevolen voor vensterglas.

Door zijn veelzijdigheid en makkelijke verwerking bij het spuitgieten en extrusie – maar ook bij het thermoformen van plaatmateriaal – wordt polycarbonaat in een groot aantal branches toegepast.



Hoogwaardige precisieproducten worden vaak uit POM vervaardigd, onder andere vanwege de hoge slijtvastheid en een lage wrijvingscoëfficiënt.

Net als ABS is polycarbonaat door het veelvuldig toepassen niet echt meer een engineering plastic te noemen – maar het is ook zeker geen standaard commodity. De hoge mate van slagvastheid en temperatuurbestendigheid in combinatie met het transparante uiterlijk onderscheidt PC van vele andere kunststoffen.

Een deel van de PC materialen wordt geproduceerd door een reactie met bisphenol A. Dit is voor toepassingen zoals verpakkingen voor voedselcontact niet aan te raden, vandaar dat er ook manieren zijn om PC te produceren zonder bisphenol A.

KENMERKEN

Polycarbonaat is een materiaal met een lange levensduur. Desondanks kent het naast de hoge slagvastheid een slechte krasresistentie. Vaak wordt er bij toepassingen zoals voor de automotive-industrie (lampen) of veiligheidsbrillen een siliconencoating aangebracht om krassen te voorkomen.

Polycarbonaat heeft een glasovergangstemperatuur van ca. 147 °C. Dit houdt in dat bij deze temperatuur het materiaal begint te deformeren en bij circa 155 °C vloeibaar

wordt. Het beste resultaat qua oppervlakte verkrijgt men door matrijzen boven de 70 °C te houden, waardoor een spanningsloos product wordt verkregen.

Een groot voordeel van PC is de oneindige mogelijkheid om het te buigen bij kamertemperatuur. Plaatmateriaal van polycarbonaat kan op kamertemperatuur in de meest scherpe hoeken gebogen worden, zonder dat men last heeft van scheuren of breken. Vergelijk dat maar eens met bijvoorbeeld een ander veel toegepast plaatmateriaal zoals PMMA, dat qua uiterlijk praktisch hetzelfde is. PMMA is echter bros en het breekt dan ook wanneer het bij kamertemperatuur gebogen wordt. Bij het maken van prototypes gebruikt men daarom ook liever PC.

Polycarbonaat wordt zoals gezegd vaak gecoat tegen krassen maar PC is ook gevoelig voor ultraviolestraling – het kan dus vergelen. Wanneer het in aanraking komt met plastisol of zout water vergroot dat de kans op scheurtjes in het oppervlakte. Ook dan wordt het materiaal gecoat om dit te voorkomen. Men noemt het ook vaak een hufter proof materiaal en het wordt daarom ook vaak gebruikt in verpakkin-

gen die lastig open te maken (blisters) zijn om diefstal van de inhoud te voorkomen.

Laag moleculaire PC materialen zijn makkelijker te verwerken dan hoog moleculaire PC materialen, maar dit gaat vaak ten koste van de slagvastheid. De meest slagvaste PC materialen zijn de hoog moleculaire materialen, maar deze zijn dus wel lastiger te verwerken.

De chemische resistentie tegen alcohol is goed, evenals tegen verdund zuur. PC is redelijk tot goed bestendig tegen olie en vet, maar is slecht bestand tegen halogenen en geconcentreerd zuur.

TOEPASSINGEN

Zowel de lichttransmissie als de slagvastheid van PC vertonen een hoge duurzaamheid, zodat het toepassingsgebied erg breed is. In de automobiellindustrie wordt PC veelvuldig gebruikt om glas en PMMA te vervangen in autolampen, remlichtunits en reflectoren. Polycarbonaat wordt veel gebruikt in elektrische componenten, want het materiaal is hittebestendig en vlamvertragend. Voor de voedselindustrie zijn FDA-grades ontwikkeld, die gebruikt worden in verpakkingen die

Verwerking van PBT

Mold temp.	40 - 80 °C
Smelt temp.	240 - 260 °C
Max. temp.	290 °C
Droog temp.	115 - 130 °C
Droogtijd	3 - 4 uur
Inspuitsnelheid	Gemiddeld tot hoog
Structuur	Kristallijn
Krimp	1.5 - 2.0%
Smeltpunt	225 °C

Eigenschappen van PBT

Dichtheid	1,24 - 1,48 g/cm ³
Vochtopname	0,1 - 0,5%
E-modulus	1830 - 2820 Mpa
Treksterkte [Mpa]	39 - 61 Mpa
Kerfslagsterkte	5,0 - 16,0 kJ/m ²

Verwerking van PC

Mold temp.	80 - 120 °C
Smelt temp.	280 - 320 °C
Max. temp.	320 °C
Droog temp.	100 - 120 °C
Droogtijd	3 - 4 uur
Inspuitsnelheid	Hoog
Structuur	Amorf
Krimp	0,2 - 0,8%
Smeltpunt	220 °C

Eigenschappen van PC

Dichtheid	1,18 - 1,24 g/cm ³
Vochtopname	0,1 - 0,2%
E-modulus	1900 - 2600 Mpa
Treksterkte [Mpa]	50 - 77 Mpa
Kerfslagsterkte	7,0 - 80,0 kJ/m ²

Verwerking van POM

Mold temp.	50 - 110 °C
Smelt temp.	190 - 210 °C
Max. temp.	240 °C
Droog temp.	80 - 90 °C
Droogtijd	3 - 4 uur
Inspuitsnelheid	Gemiddeld tot hoog
Structuur	Kristallijn
Krimp	2,0 - 3,5%
Smeltpunt	175 °C

Eigenschappen van POM

Dichtheid	1,41 - 1,42 g/cm ³
Vochtopname	0,2 - 0,3%
E-modulus	2650 - 3400 Mpa
Treksterkte [Mpa]	44 - 72 Mpa
Kerfslagsterkte	9,0 - 28,0 kJ/m ²

rechtstreeks in contact komen met voedsel. In de kassenbouw heeft men veel glas vervangen door PC-platen, ook al omdat die minder dan de helft wegen. Een ander bekend PC-product is de DVD-schijf.

Populaire markten en toepassingen voor polycarbonaat zijn:

- mobiele telefoons;
- medische applicaties;
- veiligheidsglazen (kogelvrij glas);
- veiligheidsbrillen;
- de automobiellindustrie;
- de luchtvaartindustrie;
- bouwnijverheid (geluidswanden, ramen en kassenbouw);
- electronica.

POLYOXYMETHYLEEN (POM)

Polyoxymethyleen (POM), ook bekend als acetaal, polyacetaal en polyformaldehyde, is een thermoplastisch materiaal dat vaak gebruikt wordt om precisieonderdelen welke een hoge stijfheid, lage wrijving en een uitstekende dimensionale stabiliteit moeten hebben, te kunnen produceren. Net als bij veel andere synthetische polymeren, wordt POM geproduceerd door verschillende chemiebedrijven met van elkaar onderscheidende recepturen. Ze worden verkocht onder namen als Delrin, Celcon, Duracon, Kepital en Hostaform.

KENMERKEN

POM wordt gekenmerkt door zijn hoge sterkte, hardheid en stijfheid: ook bij lage temperaturen (tot -40 °C). Door de geringe vochtopname is het ook nog eens zeer maatvast. POM heeft van zichzelf een ondoorzichtige witte kleur (vanwege de hoge kristallijne samenstelling) maar het is in alle kleuren te verkrijgen en in te kleuren.

We onderscheiden POM in een POM homopolymeer en een copolymeer (POM-H en POM C). POM-H heeft een hogere mechanische sterkte, stijfheid, hardheid en maatvastheid dan POM-C, maar het copolymeer is beter bestand tegen hydrolyse en thermische oxidatie. POM homopolymeer is een semi-kristallijn polymeer (75-85% kristallijn) met een smeltpunt van 175 °C. De POM copolymeer heeft een iets lagere smeltpunt van 162-173 °C.

HOMOPOLYMER

Om polyoxymethyleen homopolymeer te verkrijgen, moet watervrij formaldehyde worden gegenereerd. De belangrijkste methode ver-

loopt via de reactie van het waterige formaldehyde met een alcohol om zo hemiformal te maken, gevolgd door dehydratatie van het hemiformal/watermengsel en afgifte van formaldehyde door verhitting van het hemiformal. De formaldehyde wordt vervolgens gepolymeriseerd door anionische katalyse; het verkregen polymeer wordt gestabiliseerd door een reactie met azijnzuuranhydride.

COPOLYMEER

Om polyoxymethyleen copolymeer te verkrijgen wordt formaldehyde, over het algemeen trioxaan, toegevoegd. Dit gebeurt door zure katalyse, gevolgd door zuivering van het trioxaan via destillatie en/of extractie met water en andere actieve waterstof.

Het comonomeer is typisch een dioxolaan maar ethyleenoxide kan ook worden gebruikt. Dioxolaan wordt gevormd door de reactie van ethyleenglycol met waterig formaldehyde boven een zure (alkalische) katalysator. Na polymerisatie dient de zure (alkalische) katalysator gedeactiveerd en het polymeer gestabiliseerd te worden door uit de smelt of oplossing hydrolyse instabiele eindgroepen te verwijderen. Hierna is het mogelijk om thermische en oxidatieve stabilisatoren en eventueel wassen en diverse vulmiddelen toe te voegen.

POM wordt gekenmerkt door hoge slijtvastheid, een lage wrijvingscoëfficiënt, hoge hittebestendigheid en kent goede elektrische en diëlektrische eigenschappen. De wateropname is laag.

TOEPASSINGEN

Typische toepassingen voor spuitgietproducten uit POM omvatten hoogwaardige technische onderdelen zoals kleine tandwielen, kogellagers, skibindingen, bevestigingsmiddelen en sluitsystemen. Het materiaal wordt veel gebruikt in de automobiel- en consumenten-elektronica. Andere toepassingen zijn deuren, krukken en -knoppen, onderdelen voor machines en apparaten en automobielaccessoires.

BLENDS

Een oneindige lange reeks van verbeteringen is denkbaar via het mengen (blenden) van verschillende kunststoffen. Een van de eerste blends was een mix van PVC en nitrilrubber, (NBR); daarna volgde GE Plastics met een mix van PPE en polystyreen (Noryl). Door het blenden van polymeren kan een groot aantal



Remlichtunits en reflectoren: zomaar wat voorbeelden uit het brede toepassingsgebied van polycarbonaat.

eigenschappen worden verbeterd zoals slagvastheid, warmtebestendigheid, kleurvastheid, oppervlaktekwaliteit maar ook verbeterde hechting voor een 2K-toepassing. De eerste blends van technische kunststoffen zijn ontstaan om de impact en taaiheid te verbeteren door het blenden van verschillende rubbermaterialen in styreen acrylonitril copolymeer (SAN) en PS. Door de groeiende behoefte aan hittebestendige thermoplastische technische kunststoffen is de tweede generatie blends ontstaan. De verbetering van hittebestendigheid in semi-kristallijne kunststoffen heeft grote negatieve invloed op de impactsterkte van het materiaal, maar dit probleem is op te lossen door het te vullen met glasvezel of andere vulstoffen.

PC/PBT

Een veelvuldig ingezette blend is PC/PBT. Deze blend is ontstaan vanuit de vraag naar een materiaal met een hogere impactsterkte, beter bestendig tegen lage temperaturen en minder scheurgevoelig. De chemische bestendigheid van PC kan aanzienlijk worden verbeterd door het blenden met PBT. Op basis van gedeeltelijke menging van de verschillende kunststoffen kunnen de eigenschappen worden verbeterd en ontstaan er nieuwe toepassingen.

Een andere veel voorkomende basis voor blends is ABS. Een aantal voorbeelden van ABS blends:

Hieronder een greep uit de verschillende blends:

- ABS/PA, ABS/PMMA
- ASA/PVC
- PA/Elastomeer
- PBT/ABS, PBT/PET
- PC/ABS, PC/ASA, PC/PET, PC/PBT
- PEI/PA, PEI/PC
- POM/Elastomeer, POM/EPDM
- PP/EPDM
- PPE/PA, PPE/PS, PPE/PBT, PPE/PET, PPE/HIPS
- PS/PMMA
- SAN/PSO
- TPU/ABS

PC/ABS

Een eveneens populaire blend is PC/ABS. De eigenschappen van deze en andere blends hangt sterk samen met de verhouding van de gebruikte materialen. In het geval van PC/ABS heeft het voornamelijk effect op de hittebestendigheid en slagvastheid bij lage temperaturen. De blend van deze beide zorgt voor een betere slagvastheid – ook bij lagere temperaturen – dan die van ABS of PC. Andere eigenschappen die verbeteren zijn de hittebestendigheid, de stijfheid, de mate van krimp en de dimensionale vastheid. Ook de verwerking verbetert.

Typische toepassingen voor PC/ABS zijn televisiebehuizingen en LCD-panelen, toetsenborden en instrumentenpanelen, maar ook in het binnenwerk van mobiele telefoons vinden we PC/ABS terug.

Blend	Eigenschappen
ABS / PC	Verbetering in taaiheid en hittebestendigheid
ABS / PVC	Verbetering brandvertraging
ABS / SMA	Verbetering van hittebestendigheid
ABS / MeSAN	Verbetering van hittebestendigheid, betere vloeit

ALGEMENE EIGENSCHAPPEN

VERWE

Materiaal

Dichtheid Structuur Vochtopname E-Module Treksterkte Kerf-slagvastheid

Moldtemp

ABS	1,03 - 1,11	Amorf	0,1 - 0,4	1730 - 2760	35 - 63	5,6 - 30	40 - 80
ASA	1,04 - 1,07	Amorf	0,2 - 0,4	1700 - 2720	29 - 62	5,0 - 19,0	50 - 80
PA 4.6	1,16 - 1,19	Kristallijn	2,8 - 3,7	1300 - 3900	53 - 170	1,8 - 36,0	100 - 140
PA 6	1,09 - 1,18	Kristallijn	1,9 - 3,1	800 - 3500	30 - 150	3,5 - 31,0	60 - 100
PA 6.6	1,07 - 1,18	Kristallijn	1,00 - 2,9	700 - 3400	54 - 90	5,4 - 26,0	60 - 100
PA 6.10	1,04 - 1,10	Kristallijn	0,4 - 2,0	650 - 2800	35 - 65	4,0 - 18,0	50 - 100
PA 12	1,04 - 1,10	Kristallijn	0,4 - 2,0	650 - 2800	35 - 65	4,0 - 18,0	30 - 90
PBT	1,24 - 1,48	Kristallijn	0,1 - 0,5	1830 - 2820	39 - 61	1,2 - 11,0	60 - 100
PC	1,18 - 1,24	Amorf	0,1 - 0,2	1900 - 2600	50 - 77	7,0 - 80	70 - 120
PMMA	1,14 - 1,20	Amorf	0,3 - 0,7	2400 - 3400	36 - 80	1,1 - 3,3	40 - 80
POM-H	1,41 - 1,42	Kristallijn	0,2 - 0,3	2650 - 3400	44 - 72	5,0 - 16,0	50 - 100
POM-C	1,35 - 1,44	Kristallijn	0,1 - 0,2	1870 - 3090	39 - 68	3,4 - 10,0	60 - 120
PC/ABS	1,09 - 1,22	Amorf	0,1 - 0,3	1950 - 2800	45 - 70	30,0 - 81,0	60 - 100
PC/ASA	1,11 - 1,20	Amorf	0,2 - 0,4	2100 - 2700	48 - 63	15,0 - 56,0	60 - 90
SAN	1,06 - 1,09	Amorf	0,2 - 0,4	3400 - 4700	50 - 89	1,1 - 3,5	40 - 80
PBT/PET	1,42 - 1,66	Kristallijn	0,2 - 0,3	2480 - 6000	50 - 96	1,8 - 10,0	50 - 100
PC/PBT	1,20 - 1,34	Kristallijn	0,1 - 0,4	1880 - 2390	44 - 67	8,0 - 66,0	60 - 80
PEEK	1,26 - 1,32	Kristallijn	0,1 - 0,4	3300 - 4700	70 - 100	4,0 - 8,0	150 - 210
PEI	1,26 - 1,33	Amorf	0,2 - 0,7	2780 - 3510	93 - 113	2,7 - 11,0	135 - 170
PSU	1,23 - 1,32	Amorf	0,2 - 0,3	1800 - 2800	48 - 80	5,0 - 6,0	120 - 160
PPS	1,30 - 1,36	Kristallijn	0,0 - 0,1	3390 - 4560	35 - 130	1,1 - 7,9	125 - 160
PPH T20%	1,03 - 1,10	Kristallijn	0,1 - 0,2	1800 - 3900	28 - 38	1,3 - 4,1	20 - 60
PPH GF20%	1,03 - 1,07	Kristallijn	0,1 - 0,2	2700 - 4500	39 - 95	4,2 - 12,0	20 - 65
PA 6 30%GF	1,35 - 1,36	Kristallijn	1,8 - 2,5	5000 - 7500	80 - 190	3,0 - 20,0	60 - 110
PA 66 30% GF	1,35 - 1,37	Kristallijn	1,1 - 2,3	7000 - 10600	85 - 195	5,0 - 41,0	70 - 120
PBT 30% GF	1,49 - 1,55	Kristallijn	0,1 - 0,4	9500 - 11700	80 - 155	3,4 - 13,0	70 - 120

VERWERKINGSEIGENSCHAPPEN

BESTENDIGHEID

Verwerkings- temperatuur	Droogtemp.	Droogtijd
210 - 260	70 - 90	2 - 4 uur
210 - 240	80 - 85	2 - 4 uur
310 - 320	80 - 100	4 - 7 uur
240 - 290	75 - 85	2 - 5 uur
250 - 300	75 - 90	2 - 5 uur
230 - 280	75 - 85	2 - 5 uur
200 - 260	75 - 100	3 - 5 uur
240 - 280	110 - 120	3 - 6 uur
280 - 320	110 - 130	3 - 5 uur
190 - 270	60 - 100	4 - 6 uur
180 - 220	75 - 85	2 - 4 uur
180 - 230	80 - 110	2 - 4 uur
230 - 280	80 - 110	2 - 4 uur
240 - 300	80 - 120	2 - 4 uur
200 - 270	80 - 90	2 - 4 uur
260 - 280	110 - 120	3 - 4 uur
255 - 280	105 - 120	3 - 5 uur
360 - 400	160 - 180	4 - 5 uur
350 - 400	135 - 150	4 - 6 uur
330 - 380	130 - 140	3 - 5 uur
300 - 370	120 - 160	3 - 5 uur
210 - 270	75 - 120	2 - 3 uur
210 - 280	75 - 120	2 - 3 uur
240 - 285	75 - 100	3 - 5 uur
280 - 310	75 - 100	3 - 5 uur
230 - 275	115 - 125	3 - 4 uur

Zuren	Logen	Alcohol	Ongelode benzine	Minerale olie
goed	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed
zeer goed	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed
slecht	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed
slecht	goed	goed	zeer goed	zeer goed
slecht	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed
slecht	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed
slecht	goed	goed	zeer goed	zeer goed
slecht	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed
goed	slecht	goed	goed	zeer goed
matig	goed	redelijk	redelijk	zeer goed
matig	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed
matig	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed
matig	matig	goed	goed	goed
matig	goed	goed	goed	goed
goed	zeer goed	goed	redelijk	zeer goed
goed	redelijk	goed	goed	zeer goed
matig	slecht	goed	goed	goed
goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed
matig	matig	zeer goed	matig	matig
zeer goed	zeer goed	zeer goed	matig	zeer goed
goed	goed	goed	goed	goed
goed	zeer goed	zeer goed	goed	zeer goed
goed	zeer goed	zeer goed	goed	zeer goed
slecht	zeer goed	goed	goed	zeer goed
slecht	zeer goed	goed	zeer goed	zeer goed
matig	zeer goed	zeer goed	zeer goed	zeer goed

we create.®



Zadel
4KTEC®
PP compound



Zonnebril softgrip
4KFLEX® TPE



Handvat
4KFLEX® TPE



Schoenzool
4KFLEX® TPU



Pedalen
4KTEC®
PP compound



Tandwielen
4KTEC® PA 4.6

4KFLEX®
BY KORRELS

Een van de meest verkochte TPE-compounds in Nederland. Onze compounds worden door onszelf ontwikkeld en in Nederland geproduceerd. Snelle levertijden, korte communicatielijnen en snelle service.

4KTEC®
BY KORRELS

Technische compounds en polymeren. Onder andere gemodificeerde Polyamide- & POM-compounds voor een betere 2K hechting op onze elastomeren. Tevens hebben wij altijd een brede range aan standaard technische polymeren op voorraad.



Door de extreem goede thermische vormstabiliteit en de daarbij behorende mechanische eigenschappen komt men polyimide en de copolymeren onder andere tegen in ruimtevaartindustrie.

Serie engineering kunststoffen - deel 4

PP COMPOUNDS – EN ANDERE BIJZONDERE MATERIALEN

Engineering kunststoffen: de aanduiding voor thermoplastische kunststoffen die qua eigenschappen uitstijgen boven de commodities zoals polystyreen, PVC, polypropyleen en polyethyleen. Engineering kunststoffen zijn duurder, worden in minder grote hoeveelheden geproduceerd en meestal toegepast voor wat kleinere objecten, zoals mechanische delen. Vooral door hun gunstige gewicht/sterkte verhouding en de aanpasbare eigenschappen wordt deze groep materialen steeds vaker ingezet ter vervanging van andere materialen en dan met name metaal. De wereldwijde markt voor deze materialen groeit fors: van 45,2 miljard dollar in 2011 tot naar verwachting bijna 77 miljard dollar in 2017. In dit laatste deel van deze serie kijken we naar PP-compounds, maar ook naar de minder gebruikelijke – maar daarom zeker niet minder interessante – materialen.

De thermoplasten met de tot zover bekend de hoogste temperatuurbestendigheid behoren tot de groep polyimiden (PI). Deze polymeren kenmerken zich door de extreem hoge tem-

peratuurstabiliteit: een eigenschap verkregen door een aaneenschakeling van aromatische ringstructuren. Ze zijn veelal beter temperatuurstabiel dan de fluoropolymeren (zoals

Teflon). Bij hoge temperaturen (boven 250 °C) is de vormstabiliteit nog uitmuntend te noemen. Geen ander thermoplastisch polymeer heeft deze eigenschap.

KENMERKEN

Grote leveranciers als Du-Pont, ICI, GE en Amoco zijn al jaren op zoek naar polymeren die bij extreem hoge temperaturen te gebruiken zijn. Een eigenschap van thermoplasten in het algemeen is dat de vormstabiliteit al ver voor het smeltpunt te wensen overlaat. Zo is bijvoorbeeld PP tot maximaal 95 °C vormstabiel en PE zelfs tot maar 80 °C. Een product gemaakt uit PA6 gaat tot maximaal 160 °C. Dit heeft er toe geleid dat er in de jaren '70 een kunststof op de markt is gekomen dat tot zeker 350 °C vormstabiel is en waarbij de mechanische sterkte bij die temperatuur op peil blijft.

Inmiddels zijn er meerdere typen of families van polyimide op de markt, die allemaal zijn ontwikkeld vanuit de vraag naar vormstabiliteit bij hoge temperaturen. Om het materiaal beter toegankelijk te maken voor de kunststofverwerkende industrie zijn er vele copolymeren gemaakt van PI. Deze copolymeren hebben dan wel niet de extreem goede temperatuurbestendigheid, maar zijn eenvoudiger te verwerken. Deze polymeren kun je terugvinden als PEI (polyetherimide, merknaam Ultem) en PAI (polyamideimide, merknaam Torlon).

Polyimide kan niet verwerkt worden op normale spuitgietmachines of extruders. De verwerkingstemperatuur ligt boven de 450 °C, wat onder normale omstandigheden niet haalbaar is. Wil men een dergelijk materiaal verwerken, dan is er een flinke investering nodig. Daarentegen zijn de copolymeren redelijk tot goed te verwerken op de moderne machines.

Polyimide en de copolymeren zijn zeer goed bestendig tegen gebruikelijke vloeistoffen als benzine, alcohol, thinner en terpentine. Daarnaast is PI bestand tegen freon en tegen zwakke zuren, zoals azijnzuur. Bij sterke zuren zal PI gedeeltelijk oplossen. Daarnaast is polyimide uit zichzelf al vlamdovend en heeft het vlamvertraging rating UL-94 V0.

TOEPASSINGEN

Door de extreem goede thermische vormstabiliteit en de daarbij behorende mechanische eigenschappen komt men polyimide en de copolymeren vooral tegen in:

- de lucht- en ruimtevaartindustrie;
- in isolatie van kabels voor extreme toepassingen;



Hoogwaardige precisieproducten worden vaak uit POM vervaardigd, onder andere vanwege de hoge slijtvastheid en een lage wrijvingscoëfficiënt.

- in flexibele kabelverbindingen van beeldschermen in laptops (vanwege de veelvuldige bewegingen);
- in de automobiellindustrie; en
- in de medische industrie en dan met name als folie in combinatie met PTFE en in slangen.

ULTRA-HIGH-MOLECULAR-WEIGHT-POLYETHYLEEN (UHMWPE/ UHMW)

Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) behoort tot de groep polyolefinen. Het is eigenlijk een polyethyleen, maar dan met polymeerketens die aanzienlijk langer zijn dan bijvoorbeeld bij een spuitgiet LDPE. Ter vergelijking: een standaard PE heeft ongeveer 1.000 tot 2.000 molecuuleenheden, terwijl UHMWPE opgebouwd wordt uit 150.000 tot 250.000 molecuuleenheden. Deze extreem lange ketenlengte maakt het verschil tussen een standaard LDPE en UHMWPE en maakt UHMWPE tot een interessant materiaal met totaal verschillende toepassingen.

KENMERKEN

UHMWPE is verkrijgbaar in poedervorm. Het materiaal kan worden verwerkt middels compression molding, sintering, gelspinning en persextrusie. Het poeder wordt verwarmt en onder zeer hoge druk in een matrijs geperst. De verwerking is dus anders dan bij LDPE en

vereist andere verwerkingstechnologieën en -machines.

De mechanische eigenschappen van UHMWPE overtreffen die van LDPE of HDPE. De reden hiervoor is de zeer lange polymeerketen. Hierdoor is het materiaal aanzienlijk sterker en is de slagsterkte veel groter dan bij andere polymeren. UHMWPE is geurloos, smaakloos en niet toxisch; bovendien is het zelfsmarend en zeer slijtvast. Deze eigenschappen maken UHMWPE geschikt voor vele dagelijkse toepassingen: het kan daarbij zelfs Teflon vervangen.

Doordat het polymeer volledig bestaat uit koolstof en waterstof – en geen andere polaire atomen – is het materiaal volledig inert en zeer goed bestand tegen allerlei agressieve vloeistoffen. Met andere woorden: de chemische bestendigheid is uitstekend.

De temperatuurbestendigheid daarentegen is matig te noemen. De maximale gebruikstemperatuur ligt bij 80 °C – hieraan kan men zien dat het tot de groep polyolefinen behoort. Deze matige temperatuurbestendigheid is dan ook de reden dat het materiaal niet voor alle 'high-tech' toepassingen geschikt is.

TOEPASSINGEN

UHMWPE wordt veelal toegepast in:

- vezels voor de bepantsering van voertuigen en persoonsbescherming, vislijnen, zeilen, parachutes;
- in sheets voor diverse toepassingen;
- in de medische wereld en dan met name in kunstgewrichten; en
- in de kabelindustrie waarbij het UHMWPE vooral wordt toegepast vanwege de sterkte van het materiaal in combinatie met de goede isolerende eigenschappen.

POLYTETRAFLUORETHYLEEN (PTFE)

Polytetrafluorethylene – afgekort als PTFE – kenmerkt zich eigenlijk als een volledig inert materiaal. PTFE is ongevoelig voor chemische invloeden van allerlei aard. Andere kunststoffen hebben meestal een bepaalde groep chemicaliën waar ze niet tegen bestand zijn. Bij PTFE is dit niet het geval: het materiaal is volledig inert. Daarnaast heeft PTFE een zeer goede temperatuurbestendigheid – beter dan alle andere kunststoffen behoudens de polyimiden (PI) en hun copolymeren.

KENMERKEN

PTFE lijkt qua chemische opbouw veel op polyethyleen, echter met dit verschil dat de waterstofatomen vervangen zijn door fluor of een combinatie van fluor en chloor. Dit maakt het materiaal uniek in zijn soort. De fluoratomen maken PTFE tot een soort supermateriaal: een temperatuurbereik van -250 °C tot +250 °C is geen probleem voor PTFE. Door het fluor is het materiaal non-polair en daardoor opvallend antiklevend.

De verwerking is anders dan bij de normale thermoplasten. Vergelijkbaar met UHMWPE moet het materiaal eigenlijk worden geperst in een vorm en daarna worden gesinterd bij temperaturen boven 330 °C. Dit is een zeer lastig proces. Vandaar de ontwikkeling van diverse copolymeren die – door onderbreking van de fluoratomen door bijvoorbeeld chloor – wel onder ‘thermoplastische omstandigheden’ te verwerken zijn.

Een heel belangrijke eigenschap van PTFE is dat het materiaal een zeer lage wrijvingscoëfficiënt heeft in vergelijking met metalen. De wrijvingscoëfficiënt benadert bijna die van ijs. PTFE is temperatuur stabiel tot circa 260 °C. Daarboven verliest het geleidelijk zijn eigenschappen. Boven de 350 °C begint PTFE te ontleden in giftige stoffen. De eigenschappen temperatuur- en chemicaliënbestendigheid en de lage wrij-

vingsweerstand zijn bepalend voor de keuze van PTFE in de diverse toepassingen.

TOEPASSINGEN

Iedereen kent de anti-aanbaklaag in pannen. Dit is een algemeen bekende toepassing van PTFE onder de merknaam Teflon. Daarnaast komt PTFE veel voor in:

- de ruimtevaart (met name hitteschilden en coatings van kabels);
- smeermiddelen;
- schroefdraadafdichting van gasleidingen; en
- bekleding van vaten voor chemicaliën.

POLYSULFON (PSU)

In 1965 werd een polymeer ontwikkeld met de naam polysulfon (PSU). Net als PPO is dit materiaal uitermate geschikt voor constructiedoeleinden, echter met het nadeel dat dit een relatief duur materiaal is in vergelijking met PPO en PC. Vandaar dat we dit materiaal niet zo vaak tegenkomen.

KENMERKEN

Een belangrijk kenmerk van PSU is dat het een betere temperatuurstabiliteit heeft dan bijvoorbeeld PPO. Het temperatuurbereik van PSU loopt van -100 °C tot +165 °C en ligt dus duidelijk hoger dan goedkopere alternatieven als PPO en polycarbonaat. Voordeel is wel dat PSU glashelder is en tegen heet water kan. Zelfs tegen stoom, waardoor PSU weer uitermate geschikt is voor medische apparaten die wekelijks een stoomsterilisatiecyclus ondergaan.

De mechanische en thermische eigenschappen liggen boven die van PPO en PC. Daarnaast is het materiaal transparant en goed chemisch bestendig. Meerdere keren blootgesteld worden aan 140 °C stoom is voor PSU geen probleem. Het materiaal verkleurt niet: een eigenschap die zeer belangrijk is voor de medische industrie.

TOEPASSINGEN

Als engineering plastic heeft PSU glas, keramiek en metaal verdrongen en zo toepassing gekregen in de automobiellindustrie, in elektronische apparatuur, in de vliegtuigbouw en in de medische apparatenbouw.

POLYPHENYLEEN OXIDE (PPO)

Polyphenyleen oxide — afgekort als PPO — is een volledig amorfe engineering plastic. Het materiaal is eigenlijk een van de goedkoopste

constructie-plastics met goede temperatuurbestendigheid. Het materiaal overtreft qua vormstabiliteit (met name onder belasting) constructiekunststoffen als ABS, POM, polyamide en polycarbonaat.

KENMERKEN

De glasovergangstemperatuur ligt zo rond de 220 °C. Dit betekent dat het materiaal bij hoge temperaturen zijn dimensies behoudt, hetgeen voor een constructiekunststof een belangrijke eigenschap is. In de praktijk blijkt PPO zeer lastig te verwerken. Vandaar dat er veel PPO-types in de markt zijn die gemodificeerd zijn met polystyreen (PS). De verwerking wordt daarmee aanzienlijk eenvoudiger en het maakt PPO voor een breder aantal toepassingen geschikt. Toevoeging van PS heeft één groot nadeel: de temperatuurbestendigheid gaat achteruit.

PPO is een materiaal dat zich zeer goed laat mengen met bijvoorbeeld glasvezels. De hierbij verkregen stabiele eigenschappen zijn voor de constructiebouw uitermate belangrijk. Glasvezelversterkt PPO blijkt uitermate stabiel, waardoor maattoleranties aanzienlijk kleiner zijn dan bij andere kunststoffen. Dit mede door het amorfe karakter van PPO. De prijs/kwaliteit verhouding maakt PPO tot een zeer geschikt materiaal voor de automobiellbranche.

Een ander groot voordeel is dat PPO eenvoudig te verlijmen is, waarbij de verbinding de sterkte van het massief benadert. PPO is bovendien uitstekend lakbaar en zeer goed te bedrukken. Ook dit is weer een reden dat PPO veel in de constructiebouw wordt toegepast.

TOEPASSINGEN

PPO en zijn blends kennen vele toepassingen die niet direct opvallen. In auto's – en dan met name in het motorcompartiment – zitten veel producten die uit een PPO-blend zijn vervaardigd. Waterpompbehuizingen en slangverbindingen zijn daar voorbeelden van. Verder wordt PPO veel gebruikt in de constructiebouw, maar ook bij elektronica en huishoudelijke apparaten, waar thermische en dimensionale stabiliteit belangrijk zijn.

POLYETHERETHERKETONE (PEEK)

Polyetheretherketone (PEEK) is een semi-kristallijn materiaal dat behoort tot de upper-



De toepassingen van PEEK zijn meestal terug te vinden in de wat exotischer producten, waaronder ook medische implantaten.

class van de engineering plastics. Mochten kunststoffen als PA/POM/PC/PSU qua eigenschappen niet voldoen, dan is PEEK mogelijk-kerwijs een optie. Voor elke productontwikkeling geldt altijd de vraag welk materiaal het meest geschikt is, kijkend naar de prijs/kwaliteit/eigenschappen verhouding.

KENMERKEN

PEEK kenmerkt zich door hoge mechanische eigenschappen, met name bij hoge temperaturen. De verwerking van PEEK vindt plaats boven de 350 °C, wat voor de meeste spuitgietmachines of extruders niet haalbaar is. Voor de verwerking van PEEK is dus een speciale spuitgietmachine nodig. Het leuke van PEEK is dat de sterkte bepaald wordt door de spuitgietomstandigheden. PEEK is semikristallijn: via het spuitgietproces kan de mate van kristalliniteit beïnvloed worden, wat grote gevolgen kan hebben voor het eindproduct. Zo kan met name de stijfheid beïnvloed worden, maar ook de temperatuurbestendigheid. Bij een goed proces met een hoge mate van kristalliniteit is PEEK inzetbaar tot 250 °C.

Een van de eigenschappen van PEEK is dat het materiaal goed bestand is tegen standaard chemicaliën zoals vetten, oliën en dergelijke. Alleen met Lewisuren en met halogenen kunnen problemen ontstaan. Daarnaast is PEEK ook bestand tegen hoge temperaturen: continu boven 240 °C is voor PEEK geen probleem.

TOEPASSINGEN

De toepassingen van PEEK zijn meestal terug

te vinden in de wat exotischer producten, zoals:

- kunststoflagers, zuigers van labmachines, pomponderdelen;
- HPLC kolommen;
- klepafdichtingen;
- isolatie van kabels; en
- medische implantaten.

POLYPROPYLEEN COMPOUNDS

Technische kunststoffen en metaal worden steeds vaker vervangen door polypropyleen (PP) compounds. Vooral in de auto-industrie wordt PP veel gebruikt en dan voornamelijk om gewicht en kosten te besparen. Om aan deze eigenschappen te kunnen voldoen staat de ontwikkeling van PP-compounds nooit stil. PP als basisgrondstof behoort eigenlijk niet thuis tussen de technische kunststoffen, maar met de toevoeging van additieven worden PP-compounds steeds vaker gebruikt in plaats van technische compounds.

KENMERKEN

In de automotive-markt gebruikt men veel compounds op basis van PP. Deze compounds kunnen worden ingezet voor een groot aantal producten, zoals bumperonderdelen, instrumentenpanelen en deurpanelen. Om de PP-compounds hiervoor geschikt te maken worden deze vaak gecompoundeerd met additieven, afhankelijk van de eisen die men stelt aan het beoogde product. Met name verbeteringen op het gebied van slagvastheid, stijfheid, melt flow en kristallisatie kan men bewerkstelligen door middel van toevoegin-

gen aan PP tijdens het compounceren. Door deze flexibiliteit aan eigenschappen is een groot aantal onderdelen die eerder uit conventionele technische kunststoffen werden vervaardigd, inmiddels vervangen door PP.

De automotive-markt is dus een grote afnemer van PP-compounds, maar ook in andere markten – zoals de bouw – waar PP veelvuldig wordt gebruikt als alternatief voor PVC en PS bij het produceren van bijvoorbeeld buizen en profielen.

Het moleculair gewicht van PP wordt normaal gemeten op basis van de meting van de viscositeit (MFI). Tests wijzen uit dat een verhoging van de MFI leidt tot een vermindering van de treksterkte, stijfheid en hardheid en ontaardt in brosheid. Deze eigenschappen en een aantal andere mechanische eigenschappen kunnen worden verbeterd door het vullen van het juiste percentage talk en modifiers in het PP, zodat er nieuwe mechanische en vaak ook verbeterde elektrische eigenschappen ontstaan.

PP GLASVERSTERKT

PP is een non-polar polymeer, waarbij opgemerkt moet worden dat niet alle additieven compatibel zijn met PP. Voor het modifieren met bijvoorbeeld glasvezel zijn er verschillende additieven op de markt. Begin jaren '80 zijn er een aantal producenten begonnen met het chemisch koppelen van glasvezel (GF) aan PP. Dit betekende een kleine chemische aanpassing in de polypropyleen backbone, zodat

er een polariteit ontstaat waardoor de hechting verbetert tussen PP en de glasvezel. Deze ontwikkeling creëerde een nieuwe markt voor PP-compounds en een alternatief voor technische kunststoffen.

Wanneer men PP versterkt met glas worden mechanische eigenschappen zoals de treksterkte en de slagvastheid aanzienlijk hoger; dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij toevoeging van talk of andere minerale vulstoffen.

PP versterkt met lange glasvezel zorgt ten opzichte van versterking met korte glasvezel voor minder kruip en minder materiaalmoeheid. Van lange glasvezel hoeft men ook aanzienlijk minder toe te voegen om bepaalde sterkte te krijgen, bijvoorbeeld wanneer men metaal wil vervangen. Dit heeft een positief effect voor wat betreft de gewichtsbesparing. Men kan uitgaan van circa 30% hogere stijfheid en zeker 300% hogere slagvastheid dan met een kort glasgevulde PP. KORRELS BV is één van de weinige leveranciers van 'lang glas' compounds.

PP TALK/MINERAAL VERSTERKT

Talk is een van de meest gebruikte vulstoffen in PP. PP kan men makkelijk vullen met talk, 10%, 20%, 30% en zelfs 50%, in zowel co- als homopolymeren. Talkgepulve materialen worden gekenmerkt door hogere stijfheid, een mooi en gladder oppervlak, een lagere thermische uitzettingscoëfficiënt, lagere krimp en verbeterde krasweerstand dan bij niet gevulde soorten. Ook neemt de buigmodulus toe, maar dit gaat dan wel ten koste van de treksterkte. PP-talk kan gemakkelijk een standaard ABS vervangen op zowel het gebied van eigenschappen (e-modulus, slagvastheid) als verwerking (vergelijkbare krimp, kortere cyclustijd). Met als extra voordeel dat men het materiaal niet hoeft te voordrogen.

In sommige gevallen worden impactadditieven toegevoegd om impactsterkte te verbeteren (zoals bij elastomeren) maar dit gaat vaak ten koste van de stijfheid. Typische toepassingen voor talkgepulve polypropyleen zijn producten waaraan men hoge temperaturen stelt, zoals bijvoorbeeld onder de motorkap van een auto. Ook vindt men dit compound in componenten van apparatuur en bij gethermovormde verpakkingen, waaronder magnetronproducten. Eigenlijk vindt men dit soort materialen in elke branche en elk toepassingsgebied terug. Om bijvoorbeeld



In de automobilindustrie gebruikt men compounds op basis van PP voor een groot aantal producten, zoals bumperonderdelen, instrumentenpanelen en deurpanelen.

de barrière-eigenschappen van voedselverpakkingen te verbeteren gebruikt men PP met talk. Talk heeft directe invloed op de houdbaarheid van voedsel, want het zorgt voor minder migratie van waterdamp en zuurstof uit de verpakking.

PP EN BIOBASED

Polymelkzuur (PLA) was het eerste biomassa afgeleide resin voor commercieel gebruik; de massaproductie is nu in volle gang. Vanuit het oogpunt van duurzaamheid is het gebruik van PLA wenselijk in onderdelen voor onder andere autoprodukten. In werkelijkheid is de inzet van PLA zeer beperkt door slechte slagvastheid, slechte duurzaamheid, gevoeligheid voor hydrolyse, langzame kristallisatie en langere stollingstijd tijdens het spuitgietproces.

Daarom zijn er PP/PLA compounds ontwikkeld zodat het materiaal kan worden toegepast binnen een breed scala van toepassingen. In het PP/PLA materiaal zijn de tekortkomingen van slechte hydrolyse en vormbaarheid overwonnen. De compatibiliteit tussen PP en PLA is echter extreem slecht. Daarom wordt

de deeltjesgrootte van het PLA verkleind en wordt een compatibilizer toegepast.

Naast deze biobased compounds kennen we PP-compounds met verschillende natuurlijke vezels, waarvan hout een van de meest voorkomende is. We zien deze vooral terug in planken om hout te vervangen bij het bouwen van bijvoorbeeld veranda's. Men vult PP met vezels om esthetische redenen, maar ook om de technische eigenschappen te verbeteren. In de tabel vindt men veelvoorkomende vulstoffen. Voor meer informatie over welke vulstoffen welke verbeteringen opleveren kunt u contact opnemen met KORRELS BV.

TOT BESLUIT

Hiermee komen we aan het eind van deze serie over engineering kunststoffen. Een groot aantal materialen kwam ter sprake: met uiteenlopende eigenschappen, verwerkingsmogelijkheden en toepassingen. Om een mooi overzicht te krijgen, hebben we deze materialen met hun specifieke eigenschappen in een keuzeschema bijeengebracht (zie pagina 16 en 17).

Blend	Eigenschappen
Oxide	Silica, Titanium oxide, Magnesium oxide, Antimony oxide
Hydroxide	Aluminiumhydroxide, Magnesiumhydroxide, Calciumhydroxide
Carbonaat	Calciumcarbonaat, Dolomite
Sulfaat	Magnesiumsulfaat
Silicaat	Talk, Mica, (lange) glasvezel, glasparels, Calciumsilicaat, roet
Organisch	Hout, jute, hennep, aromatisch polyamide vezel

Tabel 1: Overzicht vulstoffen.

E-stock.nl

DE EERSTE WEBSHOP VOOR POLYMEREN EN COMPOUNDS

Op E-stock.nl – een initiatief van Korrels BV – kunt u online kunststofmaterialen bestellen. Materialen die op voorraad staan bij E-stock.nl zelf, maar ook bij producenten of bij verwerkers als zijnde restposten. Bovendien kunt u zelf ook (rest)partijen aanbieden. Op E-stock.nl vindt u een overzichtelijke en duidelijke webshop, waarbij we er alles aan hebben gedaan het u zo makkelijk mogelijk te maken. Met scherpe prijzen en ongeëvenaarde service!

Het aanbod op E-stock.nl is erg divers. Er staan natuurlijk materialen van onze eigen zusterbedrijven op – zoals de TPE-compounds van 4KFLEX – maar ook kunststofmaterialen van andere aanbieders. Het geeft een real time beeld van wat wij zelf, maar ook wat onze leveranciers op voorraad hebben. Daarnaast vindt u op E-stock.nl alle andere merken. We proberen een zo breed mogelijk scala aan materialen aan te bieden – en breiden dat elke

dag verder uit. Alle materialen die op E-stock.nl staan zijn per direct beschikbaar. Hiermee is een snelle levertijd gegarandeerd en kan meteen een prijsvergelijk worden gemaakt. Sinds kort staan er ook industriële kwaliteiten op E-stock.nl. Dit zijn vaste stromen materiaal met een constante kwaliteit, waarvan onze ABS de bekendste is. Dit is een van onze opgewaardeerde ECompounds, die met kwaliteitscertificaten geleverd worden. Hiermee

bent u gegarandeerd van hoge en constante kwaliteit. Onze ABS wordt nu door 30% van onze klanten standaard gebruikt en laat zich bijzonder goed verwerken.

VERKOOP UW RESTPOSTEN!

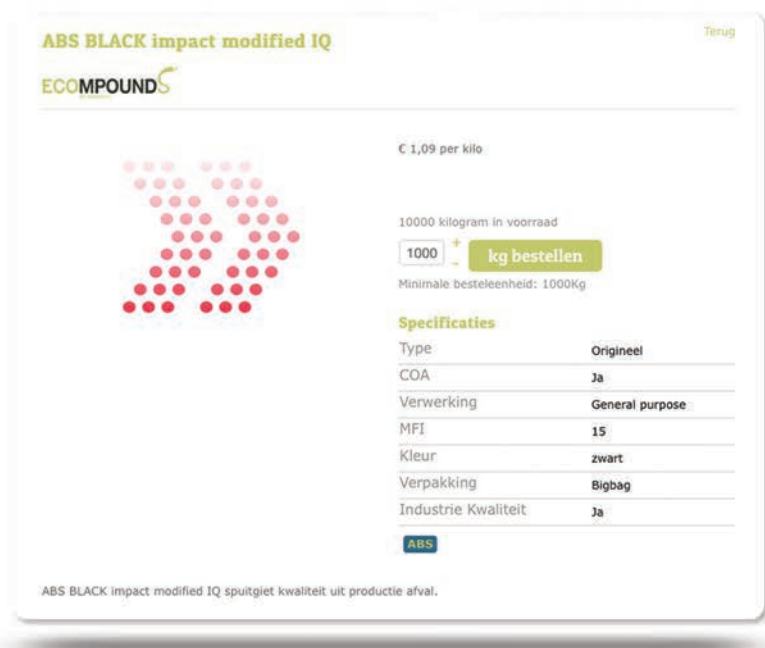
Als klant kunt u ook uw eigen restposten op E-stock.nl zetten. Als fee betaalt u slechts 5% over de verkoopprijs! Wanneer u veel verschillende posten heeft kunt u deze ook naar ons e-mailen: dan zullen wij deze voor u op de website zetten. Want service staat bij ons hoog in het vaandel.

GEGARANDEERDE KWALITEIT

E-stock.nl onderscheidt zich van andere websites waar restposten aangeboden worden. Veel websites bieden materialen aan die soms erg lang gestaan hebben en kwaliteitsproblemen opleveren door slechte verpakkingen. Ook op de E-stock website staan restposten, maar 85% van de materialen zijn prime materialen van West-Europese producenten. Die zijn altijd beschikbaar en altijd gelijk van kwaliteit. Bij aankopen via E-stock.nl heeft men 100% gegarandeerde garantie, doordat het een 100% dochter is van KORRELS BV.

EEN WEBSHOP MET RECHT-STREEKS CONTACT

Ondanks dat u een aankoop doet in een webshop hebben we er alles aan gedaan om persoonlijk contact mogelijk te maken. Zo



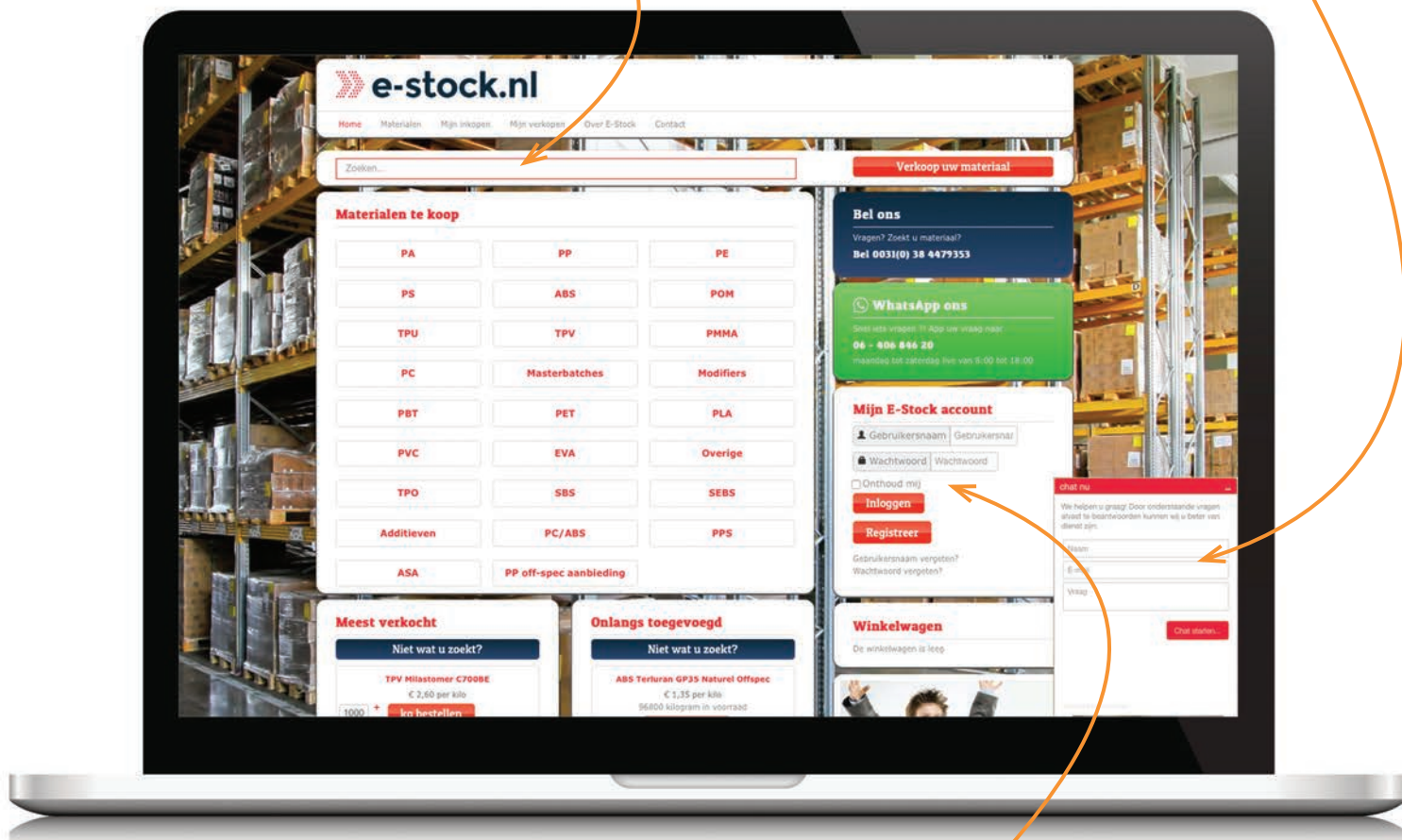
Alle industriekwaliteiten zijn duidelijk herkenbaar aan de groene tekst en natuurlijk het ECompounds-logo. Zo bent u verzekerd van een goede kwaliteit en de beste prijs.

» ZOEKEN

Wanneer u snel door de beschikbare materialen wilt scrollen kunt u zoeken op een type materiaal. U vult uw zoekterm in bij de rode balk met het woord zoeken en krijgt een lijst van de beschikbare materialen.

» CONTACT VIA WHATSAPP EN LIVE CHAT

E-stock.nl heeft de eerste WHATSAPP-service in kunststofverwerkend Nederland. Daarnaast is er nu ook een LIVE CHAT waar men vragen kan stellen aan een van de E-stock.nl-medewerkers.



» METEEN AAN DE SLAG!

Maak nu een account aan op E-stock.nl. Op basis van uw adresgegevens kan E-stock.nl uitrekenen wat de kosten zijn om het materiaal bij u af te leveren. Leveringen geschieden meestal binnen 24 uur. Nog sneller uw materiaal nodig? E-stock.nl heeft een eigen spoedtransport waarmee het materiaal dezelfde dag nog bij u kan worden afgeleverd (binnen Nederland).

heeft E-stock.nl de eerste WHATSAPP service in kunststofverwerkend Nederland. E-stock.nl heeft nu ook een LIVE CHAT waar men vragen kan stellen aan een van de E-stock.nl medewerkers wanneer iets onduidelijk is

of men hulp nodig heeft bij het bestellen. Het zijn nieuwe manieren om snel met elkaar informatie uit te wisselen. Omdat we het erg belangrijk vinden om de klant dezelfde service te geven als dat men

gewend is bij onze andere activiteiten, is er ten slotte ook de mogelijkheid om gewoon te bellen. Er is altijd persoonlijk contact mogelijk — ook voor technische vragen met betrekking tot de verwerking.

Biobased TPU

GROEN ZÓNDER CONCESSIONS

Om in te spelen op de vraag naar duurzame producten, is nu een biobased TPU ontwikkeld, die aan deze vraag voldoet. De LARIPUR RS-familie van COIM is een biobased thermoplastische polyurethaan, geproduceerd uit grondstoffen van duurzame bronnen. Het aandeel van deze grondstoffen is hoog (meer dan 60% van het totale gewicht). Dit betekent een aanzienlijke vermindering van de milieu-impact van deze materialen in vergelijking met de klassieke TPU's. De LARIPUR RS-types kunnen dezelfde eigenschappen bereiken als de gewone TPU's, dus met behoud van de optimale verwerkbaarheid en de uitstekende mechanische eigenschappen die typerend zijn voor TPU.

De LARIPUR RS-producten kunnen worden toegepast in producten zoals schoenen (vrije tijd & sport), skischoenen, slangen, profielen, folies en verschillende andere, technische toepassingen.

Het belangrijkste kenmerk van deze biobased TPU's is dat ze, hoewel ze een hoog percentage aan grondstoffen uit duurzame bronnen bevatten, kunnen worden verwerkt onder exact dezelfde condities als standaard TPU's. Dus met dezelfde machines en matrijzen en met behoud van de totale recyclebaarheid en de mogelijkheid om verschillende additieven toe te voegen (pigmenten, schuimmiddelen, anti-statica, enzovoort).

De LARIPUR RS-types zijn in drie verschillende percentages biobased verkrijgbaar (40, 50 en 60 % aandeel), in meerdere hardheden en met

verschillende mechanische eigenschappen. Het materiaal moet ongeveer drie uur vorge-droogd worden bij 80 tot 90 °C. De verwerking kan het beste plaatsvinden bij temperaturen tussen de 180 en 195 °C, gebruikmakend van een parabolische op- en afbouw. (Bijvoorbeeld: 180-185-190-185).

OVERIGE TPU-MATERIALEN

COIM heeft naast deze nieuwe LARIPUR RS lijn van biobased TPU's een assortiment TPU-materialen voor praktisch alle toepassingen. Zo zijn er producten op basis van een standaard-kwaliteit polyester. Deze typen laten een sterke veerkracht en hoge scheurweerstand zien. Ook hebben ze een uitstekende slijtvastheid en een goede stabiliteit in water en oplosmiddelen, alsmede weerstand tegen licht en oxidatie. Maar er zijn ook producten op basis van speci-

ale kwaliteiten polyester, evenals producten op basis van polycaprolactonen. De producten op basis van een hoge kwaliteit polyether onderscheiden zich in vergelijking met de ester series, door een betere weerstand tegen hydrolyse en microbiologische aantasting en hebben ze een zeer goede koudeflexibiliteit. De bestendigheid tegen oxidatie is echter geringer. Het portfolio omvat ook TPU's die speciaal zijn ontwikkeld voor de productie van hydraulische pakkingen of een andere toepassing waar bij hoge compressieset, weerstand tegen oliën en/of hoge temperaturen vereisten zijn.

En dan zijn er nog de homogene mengsels van andere technische polymeren met TPU, in een variabele verhouding. De kenmerken kunnen aanzienlijk variëren, afhankelijk van de aard van het bindmiddel. Het uitgebreide productgamma wordt gecompleteerd met TPU's voor speciale toepassingen, bijvoorbeeld voor de productie van synthetisch leer.

OVER COIM

COIM is een internationaal bedrijf met zes productielocaties, verdeeld over de hele wereld. Overal waar TPU wordt verwerkt is het bedrijf met haar inmiddels alom geroemde LARIPUR-materialen toonaangevend. Het bedrijf heeft haar groei te danken aan continue research op het gebied van polyurethaan. Men is doorlopend bezig om het productieproces te monitoren en alle mogelijke technische facetten van het materiaal te verbeteren. Door hun omvang zijn ze trendsetter van nieuwe ontwikkelingen op het gebied van TPU-polymeren.

COIM heeft in 2015 de samenwerking gezocht met 4KFLEX® om de aansluiting te vinden in de markt op het gebied van klantspecifieke compounds. Kleine aanpassingen die nodig zijn voor specifieke toepassingen worden door de twee bedrijven samen gedaan, waarbij de ontwikkelaars nauw samenwerken.

VERWERKING VAN TPU

TPU staat bekend als een lastig te verwerken materiaal. Echter, wanneer men de juiste condities schept tijdens de verwerking, is LARIPUR een eenvoudig te verwerken product. De procescondities kunnen aanzienlijk variëren, afhankelijk van het type LARIPUR en de vorm en afmetingen van het product dat moet worden gespoten. De belangrijkste voorwaarde is de temperatuur!



De temperaturen worden gewoonlijk ingesteld met een totale stijging van ongeveer 20 °C, vanaf de voedingszone tot de laatste zone. De temperatuur wordt ook beïnvloed door de materiaalverblijftijd, het type TPU en de grootte van het product. De tegendruk op de schroef moet zodanig worden ingesteld, dat het net iets meer dan voldoende is om een goede plastificering van het materiaal te verkrijgen. Een te hoge tegendruk kan materiaaldegradatie veroorzaken. De injectiesnelheid is verbonden met de injectiedruk en voornamelijk afhankelijk van de wanddikte en deelgrootte van het te spuiten product. In het algemeen worden de beste resultaten verkregen met een zo laag mogelijk snelheid, om zo een optimale vulling en dimensiestabiliteit te bereiken.

PROCESCONDITIES BIJ EXTRUSIE

LARIPUR-producten eindigend op EG of AE kunnen worden gebruikt voor spuitgieten maar zijn uitermate geschikt voor extrusie. Deze types zijn speciaal geschikt voor slangen, profielen, kabels en verschillende soorten coating.

Het temperatuurprofiel van de extruder is vooral afhankelijk van het type TPU-materiaal dat wordt gebruikt en verder van de extrusiesnelheid en van de matrijs. De temperaturen in de verschillende zones zijn meestal als volgt ingesteld: stijgend in de eerste zones en dalend in de adapter/matrijs zone. Meestal wordt de toevoerzone gekoeld om blokkering te voorkomen. Hardere TPU materialen vereisen hogere temperaturen dan de zachtere types. Ook de extrusiesnelheid is van grote invloed op het materiaal en is afhankelijk van het materiaal dat wordt verwerkt en het uiteindelijke product. Extreme schroefsnellingen moeten worden vermeden, omdat er dan materiaaldegradatie kan optreden.

De matrijs moet voorzien zijn van voldoende koelkanalen en vervaardigd worden van een geschikt materiaal om hoge spankrachten te weerstaan, wanneer een specifiek ontwerp dat vereist. Het ontwerp van de matrijs voor TPU is vergelijkbaar met die van ABS of PVC. Wel zijn er grotere lopers en poorten nodig bij de verwerking van TPU. Er zijn normaal gesproken geen speciale metalen vereist. Afhankelijk

van de seriegrootte en de toepassing voldoet een aluminium matrijs bij kleinere series of prototypes. TPU producten zijn niet corrosief voor legeringen die normaal gebruikt worden voor tooling. De ideale temperatuur van de matrijs ligt tussen de 15 en 40° C.

4KFLEX KLANTSPECIEKE TPU-COMPOUNDS

4KFLEX® maakt klantspecifieke TPU compounds, die zorgen voor een optimale afstemming op uw toepassing. Door gebruik te maken van andere soorten rubbers en engineering plastics kunnen de positieve eigenschappen van TPU kunnen worden versterkt en tegelijkertijd de negatieve eigenschappen geminimaliseerd worden. Deze compounds worden ook wel 4KFLEX Hybride compounds genoemd.

De grootste voordelen van een TPU-compound ten opzichte van een TPU-polymeer zijn de lagere hardheden, de hechting op meerdere materialen, de makkelijkere lossing in de matrijs, kortere cyclustijden, kostenbesparingen en de mogelijkheid een klant- en productspecifiek materiaal te realiseren.

Vezelversterkte thermoplasten vormen de snelst groeiende categorie materialen

DE KRACHT VAN LANGE VEZELS

In de wereld van composieten vormt lange vezel gevulde thermoplasten de snelst groeiende materiaalcategorie; met name wanneer gevuld met glasvezel is er echt sprake van een forse groeiemarkt. De LFRT's (long fiber reinforced thermoplastics) volgen echter snel en deze compounds verbeteren nog bijna met de dag. Hoog tijd om deze materialen eens nader onder de loep te nemen.

Het marktaandeel van met lange glasvezel (LGF) gevulde/versterkte materialen groeide van in de afgelopen 15 jaar met 13 tot 17 procent. Deze materialen kunnen we onderverdelen in:

- CLFT – Continuous Long Fiber Thermoplastics (staven en tapes)
- DLFT – Direct Long Fiber Thermoplastics (persvormen)
- GLFT – Granulate Long Fiber Thermoplastics (spuitgieten)
- GMT – Glassfiber Mat reinforced Thermoplastics (sheets)

De groei van het marktaandeel van dit type materiaal komt voornamelijk door de huidige

markttrends. Producenten zijn voortdurend op zoek naar lichtgewicht producten, waarbij men geen concessies wil doen aan met name de hoge mechanische eigenschappen. Ook ziet men steeds vaker dat producenten zich bewust worden van milieu-aspecten. Denk hierbij aan de CO₂-besparende ontwikkelingen in de automobielsector, te vertalen in gewichtsbesparingen. Metaalvervanging rukt daar steeds verder op en LFRT's vormen steeds vaker de oplossing. Ook kostenbesparingen zijn een reden voor het omschakelen naar dit soort materialen.

Maar ook andere industrieën stappen steeds vaker over naar het gebruik van LFRT's, zoals de luchtvaartindustrie, producenten van huishoudartikelen, de agricultuurbranche

maar bijvoorbeeld ook de bouw. Ook in andere industrieën waar van oorsprong metaal wordt gebruikt, zien we steeds vaker de inzet van LFRT's.

PP LANGE GLASVEZEL HET MEEST INGEZET

Hoewel een glasgevulde compound vaak een hogere grondstofprijs heeft, levert het doorgaans een lager gewicht op en kunnen de onderdelen worden geproduceerd tegen lagere productiekosten ten opzichte van metalen of gevulde thermoharder-composieten.

PP lange glasvezel is nog steeds het meest ingezette materiaal als LFRT. De laatste jaren komen er ook steeds meer nieuwe ontwikkelingen met natuurlijke vezelmaterialen zoals bijvoorbeeld hennep. Hoewel deze materialen goedkoper zijn hebben ze meestal een lagere stijfheid en bieden ze veel minder sterkte dan de glas gevulde materialen.

Ook wordt er steeds meer geëxperimenteerd met andere dragers (matrixmaterialen) zoals POM, TPU en PA. Ondanks deze alternatieven blijft PP lang glas, door zijn hoogwaardige eigenschappen en interessante prijs, de markt domineren.

Met nieuwe ontwikkelingen en producten zijn er steeds meer mogelijkheden, niet alleen qua technische eigenschappen van de diverse materialen, maar ook met de inzetbaarheid tot het design, zoals 2K-toepassingen en de hechting op metaal, glas, bekleding en decoratieve materialen. Met de komst van deze ontwik-



Lange glasvezel PP is populair bij metaalvervanging in de automobielsector, te vertalen in gewichtsbesparingen. De in de automobielsector ingezette LGF PP materialen vinden we terug in instrumentpanelen, deuren, raammechanismen, de middenconsole, de versnellingspook en zelfs in pedaalsets.



kelingen zijn er nieuwe constructies mogelijk. Zo maakt VW in de nieuwe Polo gebruik van een combinatie van PP lang glas en staal omdat deze hybride constructie lichter, dunner en sterker is dan wanneer er alleen gebruik zou zijn gemaakt van thermoplastische materialen. Ook fabrikanten als Ford, Volvo en Mazda maken voor het instrumentenpaneel in diverse modellen gebruik van soortgelijke materiaalcombinaties.

TOEPASSINGEN MET LGF PP

De in de automobielsector ingezette LGF PP materialen vinden we terug in instrumentpanelen, deuren, raammechanismen, de middenconsole, de versnellingspook en zelfs in pedaalsets. Voorbeelden van andere toepassingen in andere sectoren zijn laptops, telefoons, douchekoppen, power tools, haardrogers, enzovoort.

PP STANDAARD GLASGEVULD EN PP LANG GLASGEVULD

Het verschil tussen een standaard glasgevuld PP en een lang glasgevuld PP is de vezellengte. Een grotere vezellengte resulteert in hogere impactsterkte, hogere stijfheid en minder kruip. Dat laatste is de blijvende vervorming

van een materiaal dat gedurende langere tijd met een spanning (trekkracht, drukkracht, buiging) belast is. Dit doorgaans ongewenste verschijnsel kan een levensduurbepurende factor zijn.

VERSCHIL MET PA GLASGEVULD

Het is interessant om ook even te kijken naar het verschil tussen bekende engineering plastics zoals PA glasgevuld en lange glasvezel gevuld PP. Lange glasvezel gevuld PP kent een lagere dichtheid dan glasgevuld polyamide, heeft een hogere stijfheid en hogere impactsterkte en is minder gevoelig voor kromtrekken.

HET VERSCHIL TUSSEN PP LGF EN METAAL

Het inzetten van PP met lange glasvezel heeft een aantal interessante voordelen ten opzichte van het werken met metaal: het geeft productontwerpers extra ontwerpvrijheid, maakt slimme besparingen mogelijk én zorgt voor verbeterde functionaliteit. Het overschakelen van methoden voor het vormen van metaal naar het spuitgieten met PP LGF maakt het mogelijk om de productie van componenten met meer complexe geo-

metrieën te vereenvoudigen. Van bochten tot ingewikkelde details in ontwerpen — die onbetaalbaar zouden zijn of moeilijk te maken in gegoten metaal. Ze zijn eenvoudig én goedkoop te produceren met behulp van PP LGF spuitgietenprocessen.

Het vermogen om te kunnen produceren met meer complexe 3D-vormen leidt doorgaans tot een consolidatie van de onderdelen en het elimineren van secundaire bewerkingen en assemblagestappen. Spuitgieten met PP LGF met vormen die voldoen aan de specificaties maken lassen met behulp van laser, sonische of thermische lastechnieken eenvoudig mogelijk.

Meer biologisch en esthetisch design zorgen voor integratie van functies en de ergonomie die niet praktisch in ander materiaal mogelijk zou zijn. Deze kenmerken onderscheiden producten die zijn geproduceerd met behulp van lange vezels compounds. Stijve thermoplasten zijn overspuitbaar (overmoulding) met zachtere thermoplastische elastomeren om zo functionaliteit en ergonomie te verbeteren of als extra bescherming tegen stootkracht.

KOSTENBESPARINGEN

Bij het inzetten van PP LGF, als vervanging van andere materialen, moet niet alleen gekeken worden naar de materiaalkosten. PP compounds worden typisch verwerkt via spuitgieten dat is een zeer efficiënte methode om het herhaaldelijk produceren van hoogwaardige componenten in grote hoeveelheden te bewerkstelligen. Plastics vereisen ook minder afwerking dan andere materialen en doorgaans kan een aantal assemblagestappen in het proces geëlimineerd worden. Daar liggen de echte besparingen. Ten opzichte van metaal kent het gebruik van PP LGF ook nog een aantal andere belangrijke voordelen:

- Lager gewicht (ook minder transportkosten)
- Betere corrosiebestendigheid
- Hoge mechanische eigenschappen
- Eenvoudiger assembleren van onderdelen
- Mogelijkheden tot recycling
- Combinaties van verschillende materialen mogelijk
- Het verminderen van onderdelen
- Verbeterde functie-integratie
- Vermindering productietijd
- Sneller kunnen testen.

MATERIAAL EIGENSCHAPPEN

STIJFHEID

Het toevoegen van vezelversterking in thermoplastische polymeren levert een aanzienlijke verhoging in modulus op. Het type en de hoeveelheid versterkende vezels in het samengestelde compound zorgen voor een verhoogde stijfheid. Koolstofvezels verhogen de modulus meer dan glas of natuurlijke vezels en een composiet met 50 procent vezel zal stijver zijn dan een composiet met een 30 procent vezel. Gebruikmaken van composieten die meer stijfheid hebben verhoogt de laadcapaciteit (qua gewicht) die een product kan hebben en maakt een product met dunne wanden mogelijk. Dit verlaagt de kosten van het product, terwijl de eigenschappen behouden blijven. Stijfheid winnen door middel van vezelversterking geeft ook betere prestaties bij hoge temperaturen. Dit zijn de zogenoemde hitte afbuiging temperaturen (HDT, wat staat voor Heat Deflection Temperature. Dit is de temperatuur waarbij een teststaal onder invloed van een constante belasting een bepaalde doorbuiging ondergaat).

STERKTE

Langere glasvezels of een hogere vulgraad in de compound zorgt voor verhoogde sterkte. Lange



Nast de automobielsector en de luchtvaatssector vinden we lange glasvezel gevuld PP terug in alledaagse producten zoals laptops, telefoons, douchekoppen, power tools, haardrogers, enzovoort.

vezels geven de mogelijkheid om vervorming tegen te gaan en zorgen daarmee voor minder materiaalmoetheid. Het gebruik van versterkende vezels in spuitgietonderdelen beïnvloedt ook aanzienlijk de samengestelde kracht. Hoewel lange vezels verstrengelen en daardoor een intern structureel skelet vormen, zullen zij ook uitlijnen in de richting van de polymeerstroam wanneer de matrijs gevuld wordt.

WEERSTAND EN DUURZAAMHEID

Gewoonlijk zijn stijvere kunststoffen brosser. Echter, bij met lange vezel gevulde materialen zorgen de vezels juist voor een betere weerstand en duurzaamheid. De structuur van de lange vezelcomposieten maakt een efficiënte energieoverdracht tussen het polymeer en de vezel bij een inslag en verdeelt de krachten gedurende de inslag over de gehele polymeerstructuur.

De hogere taaiheid van lange vezels maakt het tot de meest duurzame soort kunststof. De structurele kenmerken zijn ideaal voor toepassingen die herhaalde botskrachten moeten kunnen opvangen. Dit om hun vorm te behouden zonder blijvende vervorming of

verslechtering van de functionele eigenschappen. De lange vezelversterking verbetert de bestendigheid tegen scheuren en belemmert scheurgroei door het vormen van een intern vezelskelet.

GEWICHTSBESPARING

De hoge sterkte-gewichtsverhouding van lange vezel composieten maakt ze een geschikte vervanging van metaal, zeker voor wie op zoek is naar gewichtsreductie. In combinatie met het juiste ontwerp van het product, kunnen lange vezels compounds dezelfde mechanische eigenschappen hebben als hun metalen tegenhanger.

Massareductie is een kern van aandacht in de lucht- en ruimtevaarttechniek en in automobiemarkten. Gewichtsreductie leidt tot een lager brandstofverbruik en dus minder uitstoot. In deze context, zijn lange glasvezelcompounds een ecovriendelijk alternatief voor zwaardere metalen uitvoeringen. Met minder van een beter presterende materiaal is het niet alleen een goede manier om gewicht te verminderen, maar kan het ook bijdragen aan lagere totale materiaalkosten.

Korrels BV ontwikkelt compounds, is producent van 4KFLEX® elastomeren en leverancier van 4KTEC® technische polymeren. Korrels BV werkt samen met Taroplast in de Benelux. Taroplast is een van de snelst groeiende compoundeurs van engineering plastics in West-Europa.

Lange glasvezel gevuld PP van Korrels BV is verkrijgbaar in vulgraden uiteenlopend van 20 tot 60 procent. Bij deze LGF PP compounds is er keuze in twee lengtesoorten: een granulaat met een lengte van 3 mm, waarbij de vezellengte 1 tot 2 mm bedraagt en een granulaat met een lengte van 10 tot 20 mm, waarbij de vezellengte eveneens 10 tot 20 mm is. Hierbij spreken we van een totaal gevuld materiaal. Wat stabilisatie betreft zijn er vijf opties beschikbaar:

- H: Heat stabilized
- HT: High heat stabilized
- L: UV stabilized
- E: Low emission grade
- C: Concentrate grade

KIJK OP **KORRELS.NL** VOOR ONS COMPLETE AANBOD



KORRELS

Ontwikkeling van compounds op maat



4KFLEX®

SBS / SEBS / TPV / TPO / TPU



4KTEC®

ABS / ABS blends / PA6 / PA6.6 / POM en specialty compounds



ECOmpounds®

Opwaarderen van productie uitvallen tot een compound met de eigenschappen van een nieuw materiaal



e-stock.nl

Webshop voor alle polymeren en compounds

ECOMPOUNDS®: OPGEWAARDEERDE PRODUCTIE UITVALLEN

Duurzaam hoeft niet duur te zijn



In de huidige markt waar duurzaamheid van het product en het productieproces vaak onder de loep wordt genomen, is de verantwoordelijkheid nemen voor uitval en afval steeds vaker een heet hangijzer. De kwaliteit van regeneraten is echter niet altijd constant en vooral op het gebied van de thermische stabiliteit levert men vaak veel in. Daarom introduceert Korrels ECOMpounds®: Opgewaardeerde productieuitval van bekende stromen materiaal met een goede kwaliteit.

Benieuwd naar de mogelijkheden van ECOMpounds?
Kijk dan op: www.korrels.nl

ECOMPOUNDS®
BY KORRELS