



Footprint inc. evalueert de recyclebaarheid van 3D-prints door pellet-extrusie

06 juni 2024, 11:15

Henri Appeldoorn
David Gay

Footprint inc. is een 3D-printbedrijf dat inzet op duurzame en circulaire materialen. Om deze missie te ondersteunen, wilde het bedrijf klanten de mogelijkheid bieden hun op maat gemaakte stukken terug te sturen, om ze te kunnen hergebruiken als grondstoffen voor nieuwe prints. Hiervoor was een grondige kennis van het recyclingproces nodig: zou het gewoon om shredderen gaan, of zouden er extra stappen aan te pas komen, zoals het opnieuw gieten of het toevoegen van additieven? Footprint inc. werkte met Sirris samen om de volledige keten te testen.

Een complex recyclingproces

Footprint inc. gebruikt in zijn printproces bij voorkeur polymeren, omdat het zo met verschillende duurzame en biologisch afbreekbare materialen kan werken. Het recyclen van **vezelversterkte polymeren** is echter complex. Vooral wanneer biologische vezels worden gebruikt, omdat deze de neiging hebben te verkolen en af te breken bij temperaturen.

Om de recyclebaarheid ervan correct in te schatten, hielp Sirris Footprint inc. bij het bedenken en uitvoeren van een **testproces voor pellet-extrusie**. Ze hebben samen demonstratie- en proefonderdelen geprint, de monsters geshredderd, het geshredderde polymeer opnieuw verwerkt

met het oog op recycling, en hun prestaties, verwerkbaarheid en printbaarheid geëvalueerd.

Test van twee materialen

UPM: toevoerproblemen en onregelmatig debiet

Het basismateriaal voor het testproces was UPM, een granulaat composiet van PLA (polymelkzuur) voor 20% gevuld met cellulosevezels. De geprinte onderdelen werden **in twee partijen geshredderd** (buisvormige snippers en schilfers), die vervolgens werden gemengd alvorens opnieuw te worden verwerkt.

Helaas hebben de extrusietests met deze gemalen materialen procesinstabiliteiten veroorzaakt, met als gevolg een variabele materiaaldosering. **Een verbetering aan de pelletvorm** zorgde voor een vlottere pelletstroom naar de extruder, maar verbeterde het printgedrag niet. **Het toevoegen van virgin polymeren** (tot 33%) was ook geen succes.

De volgende stap bestond uit een **doorstroomtest van zowel het virgin als het gerecyclede polymeer** bij constante temperatuur en schroefsnelheid. Het virgin polymeer vertoonde een betrouwbaar debiet en een extrusieproces met extreem lage cijfers voor gemiddelde, mediane en standaardafwijking (gram geprint materiaal per minuut). Het gerecyclede polymeer bleek daarentegen veel inconsistenter. De gemiddelde en mediane cijfers van gram per minuut lagen respectievelijk tot 37% en drie keer lager dan die van het virgin polymeer. De standaardafwijking was drie tot vier maal hoger.

Niet-gevuld PLA 3D870: verbeteringen en verwacht prestatieverlies

Daarop besloten Footprint inc. en Sirris om de doorstroomtest te herhalen met een **materiaal zonder vezels**: niet-gevuld PLA 3D870, een biobased soort PLA met hoge mechanische prestaties en glasovergangstemperatuur. Er werden monsters voor buigsterkte geprint met zowel virgin als 100% gerecycled materiaal.

De monsters vertoonden aanzienlijke verbeteringen op het stuk van stabiliteit in vergelijking met UPM, zodat voor hergebruik geen complexe mengsels of extra verwerkingsstappen nodig zouden zijn. Ze gaven echter wel een prestatieverlies van ongeveer 20% aan, wat waarschijnlijk te wijten was aan een **hogere smeltindex na de eerste verwerking**. Bovendien had hun **natuurlijke kleur de neiging om te vervagen**, maar dat kon worden opgelost door pigmenten te gebruiken.

De **standaardafwijking** van het mechanische monster tussen virgin UPM (4,64%) en virgin 3D870 (5%) was zeer vergelijkbaar. Na recycling ging de standaardafwijking echter naar 23,18% voor UPM en 8,67% voor 3D870. Het **debiet** van UPM vertoonde aanzienlijke variaties na recycling (tot 60%), terwijl dat van 3D870 op 14% piekte.

Follow-up

Het project leverde waardevolle **inzichten op in de impact van vezels** op polymeren en hun extrusieproces na het printen en shredderen. Het printen van gerecycled UPM leidde tot een inconsistente stroom, waarschijnlijk als gevolg van vezeldegradatie, maar dat is nog niet definitief bevestigd. Niet-gevuld PLA had minder invloed op het extrusieproces.

Hieruit bleek dat voor het herstellen van de oorspronkelijke eigenschappen van de materialen meer nodig was dan alleen mechanische verwerking. Deze hergebruikte materialen kunnen echter nog

steeds **geschikt zijn voor toepassingen met lagere kwaliteitseisen**.

Footprint inc. zal dus zoveel mogelijk vezelversterkte materialen vermijden en de voorkeur geven aan monomaterialen. Footprint inc. en Sirris zullen hun samenwerking **verderzetten** om te onderzoeken of bepaalde materialen beter geschikt zijn voor mechanische recycling en om te bestuderen hoe printinstellingen de afbraak en recyclebaarheid van polymeren beïnvloeden.

Onze experts voor dit innovatieproject

[Henri Appeldoorn](#) en [Matthieu Dallenogare](#)

Jaarverslag 2023: Alweer een jaar vol innovatie!

2023 was voor Sirris een jaar vol aanpassingen, maar vooral een jaar van innovatie en optimalisaties.

Van het stimuleren van innovatiediensten tot verdere verdieping in energietransitie en productie, we zijn druk bezig geweest. Meer dan 1.200 innovatieprojecten werden afgerond, een selectie van 13 industriële cases vindt u terug in ons jaarverslag. En tot slot, laten we vooral onze sprong naar Generative AI niet vergeten, wat echt een game-changer is...

[Lees het volledige jaarverslag hier](#)

Auteurs



Henri Appeldoorn



David Gay