

Het oppervlak van 3D geprinte metalen: hoe, wat en waarom ervan wakker liggen?

i VUB
Prof. Iris De Graeve

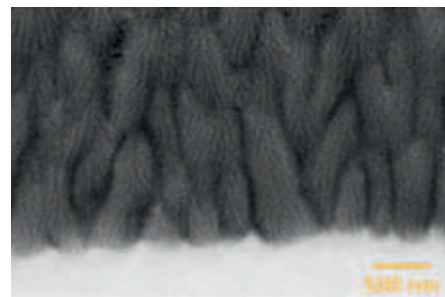
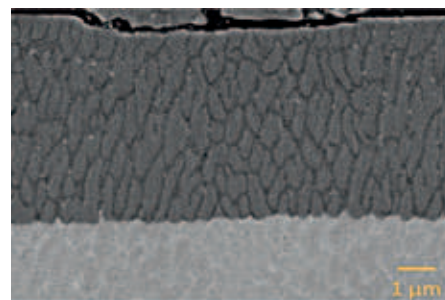
3D-printing van metalen kent een razendsnelle evolutie / revolutie in de materiaalkunde. Het 3D-printen oogst vooral succes in sectoren die gebaat zijn met productietechnieken die omslachtige assemblage van complexe stukken kunnen voorkomen zoals in machinebouw, lichtere designs toelaten zoals in de lucht- en ruimtevaart en/of kunnen voldoen aan de vraag naar meer custom-fitting zoals in de biomedische sector. Tot nu is daar al heel wat aandacht aan besteed en kunnen we al tal van metalen 3D printen: met een brede waaier aan methodes is er voor elke toepassing wel een oplossing te bedenken. Initieel worden de printapplicaties zo geoptimaliseerd dat de geprinte stukken voldoen aan de vereiste mechanische waardes van sterkte, stijfheid, taaiheid, ductiliteit, vermoeiing ... wat al heel wat uitdagingen met zich meebrengt. Maar waar het soms misgaat zijn de tot nu toe weinig bestudeerde oppervlakken van de 3D-stukken, die verantwoordelijk zijn voor tal van andere functionaliteiten zoals hechting met een coating of verflaag, corrosie in verschillende milieus, uitzicht in termen van kleur en reflectie ... en tegelijk mechanische karakteristieken zoals vermoeiing drastisch kunnen beïnvloeden.

Het oppervlak van een metaal is zowiezo vaak een mysterieuze speler in het verhaal mits die oppervlakken moeilijk te voorspellen of te definiëren zijn. Sommige metalen vormen een natuurlijke passivaatielaag, meestal een type oxide, maar die varieert afhankelijk van de onderliggende metaalsamenstelling en –microstructuur, twee factoren die nu net bij 3D-printing sterk verschillend zijn van die bij conventionele metaalproductie, en ook vaak nog eens veranderen als warmtebehandelingen na het printen aan de orde zijn, voor

bijvoorbeeld stress-release. We merken op dat bijvoorbeeld de weerstand tegen putcorrosie van 3D-geprint roestvast staal anders is dan bij het gekende conventionele product. We zien ook dat als we 3D-geprint aluminium anodiseren, de gevormde oxidelaag tegen corrosie een compleet andere structuur heeft dan de gekende anodisatielagen. Deze verschillen hoeven zeker niet negatief te zijn, in tegendeel: de corrosie-weerstand is zelfs beter in sommige gevallen, maar het waarom hiervan moeten we achterhalen om het volledig te kunnen benutten en zo het 3D-printen tot een nog hoger kennis- en gebruiksniveau te tillen. Een andere voorbeeld is de ruwheid van printstukken: vaak vervloekt, want afhankelijk van de toepassing moet na het printen gepolijst worden op een of andere manier om bijvoorbeeld bepaalde coatings succesvol te kunnen afzetten of porositeiten te verwijderen. Na behandelen betekent extra kosten ... Zijn die extras dan te voorkomen? Mogelijks via betere printinstellingen? Of: misschien helemaal niet! Maar in dat laatste geval moeten we tenminste weten hoe we zo efficiënt mogelijk de problemen kunnen oplossen via oppervlakte-processing. En bij deze oppervlakte-processing mogen we er niet vanuit gaan dat de conventionele behandelingen de job zullen klaren ... want ja: de oppervlakken zijn niet zoals we die gewoon zijn!

BACK TO THE DRAWING BOARD?

Eigenlijk wel voor een stukje ... maar niet helemaal: onze huidige kennis over het gedrag van metaaloppervlakken, de oppervlakte-analysmethoden, en de gekende oppervlakte-behandelingen vormen natuurlijk de perfecte basis om verder op



te bouwen richting de 3D structuren met hun unieke uitdagingen, die we met plezier en succes aangaan. Bring it on! SURF-VUB is er alvast klaar voor!

Bovenste beelden zijn scanning elektronen microscopie beelden van cross-sections van geanodiseerd 3D-geprint aluminium (Al10SiMg) op twee vergrotingen (3D-printing via Selective Laser Melting). In het bovenste donker grijze deel van de foto's zie je de oxidelaag - ongeveer 4.5 µm in dit voorbeeld op de bovenste foto. Het geprinte aluminiumsubstraat is onderaan de foto licht grijs. De oxidelaag bevat een bijna volledig verbonden netwerk van siliciumoxide (zwarte structuur op de foto's) en in deze netwerkcellen is het aluminium omgezet in poreus aluminiumoxide (donker grijs). In de onderste foto is duidelijk zichtbaar dat de richting van de poriën de radius van de siliciumoxide-cellen volgt, waardoor de oxidelaag niet de gekende loodrechte poriën heeft, maar eerder een vertakte poriestructuur vertoont. Anodisatie in 3M zwavelzuur, 1 A/dm² voor 20 min op 25°C.