

# Lastoevoegmaterialen voor moderne constructies

Nieuwe materiaalsoorten, nieuwe bedrijfsprocessen, gewijzigde procestemperaturen, strengere kwaliteitseisen, milieu- en duurzaamheidseisen. Al deze factoren hebben invloed op de ontwikkeling van lastoevoegmaterialen. Dit artikel is bedoeld om inzicht te geven in het spanningsveld waarin nieuwe toevoegmaterialen moeten worden ontwikkeld.

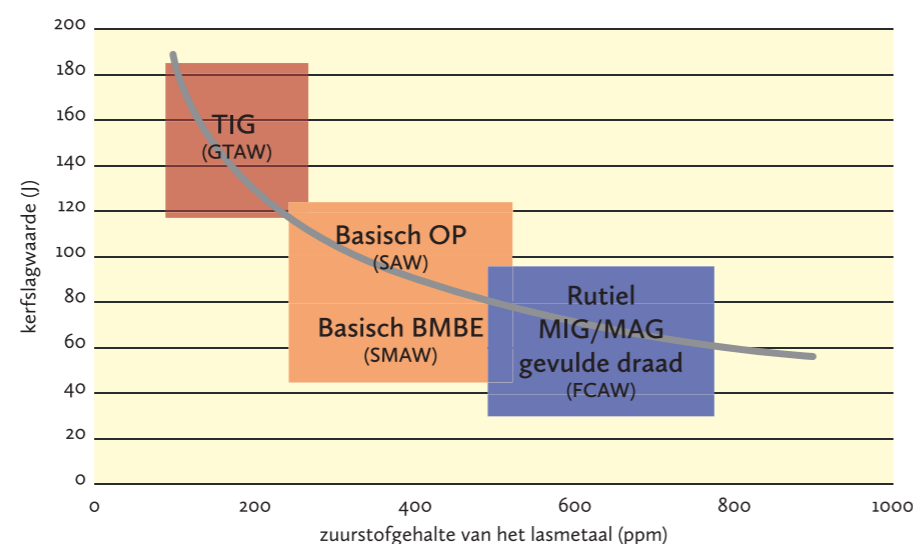
door ing. Peter van Erk IWE en ing. Harm Meelker IWE

In de loop van de laatste decennia zijn veel nieuwe staal-soorten op de markt gebracht om aan de veranderende behoeften en eisen van de moderne industrie te kunnen voldoen. Dunner en goedkoper construeren, hogere of juist lagere procestemperaturen en agressievere corrosieve omstandigheden. Dit zijn slechts voorbeelden van eisen die ten grondslag liggen aan innovatie. Ook de eisen aan gelaste constructies, en dus lasverbindingen, zijn verscherpt. Het spreekt vanzelf dat fabrikanten van lastoevoegmaterialen met hun tijd zijn meegegaan om oplossingen te blijven bieden aan de staalverwerkende industrie.

## Slakvormers

De combinatie van het toegepaste lasproces en het type lastoevoegmateriaal heeft grote invloed op de complexiteit van de ontwikkeling van nieuwe producten. Voor het booglassen met beklede elektroden (SMAW), het MIG/MAG-lassen met gevulde draad (FCAW) en het onderpoederlassen (SAW) worden lastoevoegmaterialen (of draad/poedercombinaties) met slakvormende elementen gebruikt. In deze processen is de keuze van het type grondstof voor het slakvormende systeem cruciaal voor de uiteindelijke producteigenschappen. De mechanische eigenschappen worden bepaald door de chemische samenstelling van het lasmetaal in combinatie met het slakstelsel. In het algemeen worden de sterkte-eigenschappen (rekgrens en trek-

sterkte) bepaald door de samenstelling van het lasmetaal. Bij gelijke samenstelling worden verschillen in kerfslagwaarden in hoge mate bepaald door het aandeel zuurstof in het lasmetaal. De invloed van het zuurstofgehalte wordt verduidelijkt in figuur 1. Naarmate een slakstelsel meer basisch is, neemt het zuurstofgehalte in het lasmetaal af en nemen de kerfslagwaarden toe. De zogenaamde 'executieve lasbaarheid' van een toevoegmateriaal, zoals boogstabiliteit, slaklossing, aanvloeiing, spatgedrag en stroombelastbaarheid, wordt vooral bepaald door het slakstelsel.



Figuur 1 Invloed zuurstofgehalte lasmetaal op de kerfslagwaarde

Hiermee kan ook het primaire verschil tussen lasbaarheid en eigenschappen van 'rutiel' en 'basische' lastoevoegmaterialen worden verklaard. Rutiel lastoevoegmateriaal leidt tot 'uitstekende slaklossing en acceptabele kerfslagwaarden'. Voor basisch lastoevoegmateriaal geldt het omgekeerde: 'acceptabele slaklossing en uitstekende kerfslagwaarden'. In figuur 1 is te zien dat het TIG-lasproces, waarbij geen slakvorming optreedt, leidt tot de laagste zuurstofgehalten en de hoogste kerftaaiheid, terwijl het MIG/MAG-lassen met rutiel gevulde draad de laagste kerftaaiheden laat zien. De uiteindelijke mechanische eigenschappen van de lasverbinding in een constructie worden daarnaast sterk beïnvloed door de toegepaste lasprocedure.

## Nieuwe materiaalsoorten

Zoals aan het begin van dit artikel al aangegeven, is er de laatste jaren een groot aantal nieuwe basismaterialen en toevoegmaterialen op de markt verschenen. Omwille van de beknoptheid lichten we hier één voorbeeld uit.

Hogesterktestaalsoorten (staalsoorten met een hoge rekgrens) zoals EN 10025 S690 en hoger, zijn gemeengoed in de industrie geworden. Echter de eisen voor lasverbindingen, waaronder minimale kerfslagwaarden bij lagere temperaturen, 'overmatching' van de minimale rekgrenswaarden van het basismateriaal en CTOD-eisen (Crack Tip Opening Displacement) zijn in de loop van de tijd aangescherpt en/of toegevoegd. Diverse aanpassingen in de samenstelling van lastoevoegmaterialen waren dan ook noodzakelijk om te kunnen blijven voldoen aan de nieuwe eisen.

De combinatie van sterkte en goede kerfslagwaarden is een delicate balans. Door een lastoevoegmateriaal te legeren met koolstof, nikkel, chroom en molybdeen (gezamenlijk gehalte tot circa 3,5%) neemt de sterkte van het lasmetaal toe en wordt de gewenste microstructuur verkregen. Echter, voor het verkrijgen van uitstekende kerfslagwaarden in het lasmetaal is méér nodig, namelijk het beperken van het zuurstofgehalte in het lasmetaal. Dit kan door het toepassen van basische slaksystemen of, in het geval van rutiel gevulde draden, het toepassen van microlegeringselementen zoals titaan en borium.



Figuur 1 Enkele grondstoffen die gebruikt worden voor de productie van beklede elektroden en gevulde draden. Van boven naar onder: bauxiet, chroom ijzer.

Ook de toegepaste lasprocedure, met variabelen zoals warmte-inbreng, afkoelsnelheid van het lasmetaal tussen 800°C en 500°C ( $t_{8/5}$ ) en laagdikte, heeft een cruciale invloed op de structuur van het lasmetaal en daarmee op de mechanische eigenschappen ervan.

Naast de ontwikkeling van hogesterktestaalsoorten zijn er veel ontwikkelingen geweest op het gebied van roestvast en kruipvast staal. Ook bij het fabriceren van lastoevoegmaterialen voor deze staalsoorten moeten tegenstrijdige eigenschappen met elkaar in balans worden gebracht, met als doel een zo breed mogelijk toepasbaar lastoevoegmateriaal.

### Standaarden en classificaties

De ontwikkeling van nieuwe lastoevoegmaterialen voor bestaande basismaterialen zal meestal plaatsvinden binnen de kaders van de Europese en Amerikaanse standaarden EN-ISO A/B en AWS/ASME. Deze standaarden zijn echter slechts beperkt bruikbaar bij het ontwikkelen van lastoevoegmaterialen voor compleet nieuwe basismaterialen.

Voor compleet nieuwe ontwikkelingen en modificaties op bestaande toevoegmaterialen kan de 'Z'-classificatie binnen EN-ISO A en de 'G'-classificatie binnen AWS/ASME uitkomst bieden. Zowel de 'Z'- als 'G'-classificatie betekenen "een samenstelling nader overeen te komen tussen producent en afnemer". Hierin zijn nuances aan te brengen, waarvoor verwezen wordt naar de genoemde standaarden.

Bij het specificeren van een lastoevoegmateriaal met een 'Z' en/of 'G', bijvoorbeeld in een inkoopspecificatie, is het van belang dat de gewenste samenstelling en toepassing duidelijk vermeld worden. Een elektrode met classificatie AWS A5.5 E9018-G-H4R kan bijvoorbeeld zowel een samenstelling hebben voor een hogesterktestaaltoepassing, maar evengoed voor een hogetemperatuur- of kruipvaste toepassing, zonder dat dit duidelijk blijkt uit alleen de classificatie!

De ontwikkeling van nieuwe standaarden volgt per definitie de ontwikkeling van nieuwe lastoevoegmaterialen. Niet alle nieuwe lastoevoegmaterialen zullen uiteindelijk een eigen classificatie krijgen. Daarnaast kan het meerdere jaren duren voordat een nieuwe classificatie in een standaard terecht komt.



Scan de code en bekijk het WAAM-project 'scheepsschroef'

### Wire Arc Additive Manufacturing

De meest recente ontwikkelingen op het gebied van toevoegmaterialen spitsen zich toe op Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) ofwel '3D printen'. De juiste samenstellingen van draden worden momenteel ontwikkeld om te voldoen aan de gestelde mechanische eisen in combinatie met het WAAM-proces. Ten opzichte van conventioneel lassen zijn zaken zoals lasgeometrie, afkoelsnelheden en residuele spanningen vele malen complexer. Naast complexe programmeermodellen moet een deel van de oplossing komen uit specifiek ontwikkelde toevoegmaterialen. Recente voorbeelden van grootschalige WAAM-projecten in Nederland zijn de fabricage van een brug (MX3D), scheepsschroef (RAMLAB) en een offshore kraanhaak (Huisman). Met de verdere ontwikkeling van WAAM zal ook de vraag naar specifieke toevoegmaterialen toenemen en zullen nieuwe dimensies aan de ontwikkelingen en standaardisatie worden toegevoegd.

