

# Koudscheuren vermijden? Elimineer het risico bij de bron

BIJ HET VERMIJDEN VAN KOUDSCHEUREN TIJDENS DE BOUW VAN OFFSHORE CONSTRUCTIES GAAT VAAK ALLE AANDACHT NAAR DE LASPROCEDURES, DE CONTROLE VAN DE LASSERS EN DE BEHEERSING VAN DE OMSTANDIGHEDEN OP DE BOUWPLAATS. DAARBIJ WORDT VERGETEN DAT OOK DE VERPAKKING VAN LASTOEVOEGMATERIALEN KAN BIJDRAGEN AAN DE ELIMINATIE VAN WATERSTOFSCHEUREN EN DE BEHEERSING VAN LASKOSTEN.

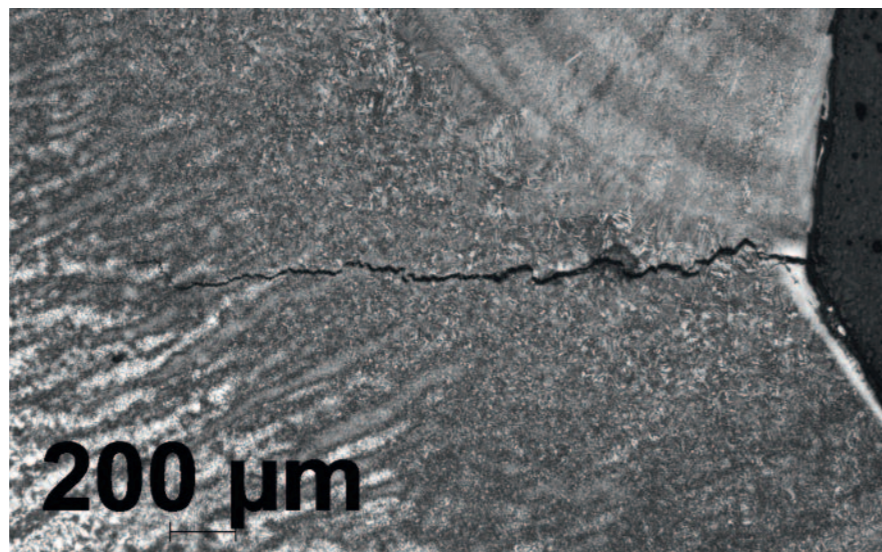
door Tim Buyle

**C**onstructies in de offshore-industrie worden over het algemeen opgebouwd uit dikke platen en dikwandige pijpen met bijbehorende lasverbindingen in alle mogelijke posities. Slechts een handvol lasnaden kan onder de hand (PA) - al dan niet gemechaniseerd - worden gelast, terwijl de bulk van de verbindingen in de vaak complexe constructies volledig handmatig werk blijft. De voornaamste lasprocessen zijn daarom MIG/MAG-lassen met gevulde draad (FCAW) voor alle laswerk in positie, het onderpoederlassen (SAW) voor werken in vlakke posities en ten slotte het elektrodelassen (SMAW of MMA) voor de verbindingen met beperkte toegankelijkheid. De geschikte lastoevoegmaterialen worden steeds geselecteerd op basis van mechanische vereisten, productiviteit en de broodnodige lage-waterstofkarakteristiek. Tijdens de constructie wordt nauwlettend gekeken naar de productiviteit en het percentage afkeur van de lasnaden. De laspraktijkengineer wordt uitgedaagd om lasprocedures uit te werken die een hoge productiviteit verenigen met een voldoende veiligheidsmarge, en dit op materialen met een steeds hoger wordende rekgrens. Het beheersen van de lasomstandigheden en de lasparameters is uitermate belangrijk om de vaak in een later stadium optredende koudscheuren te vermijden.

## Scheuren door waterstof

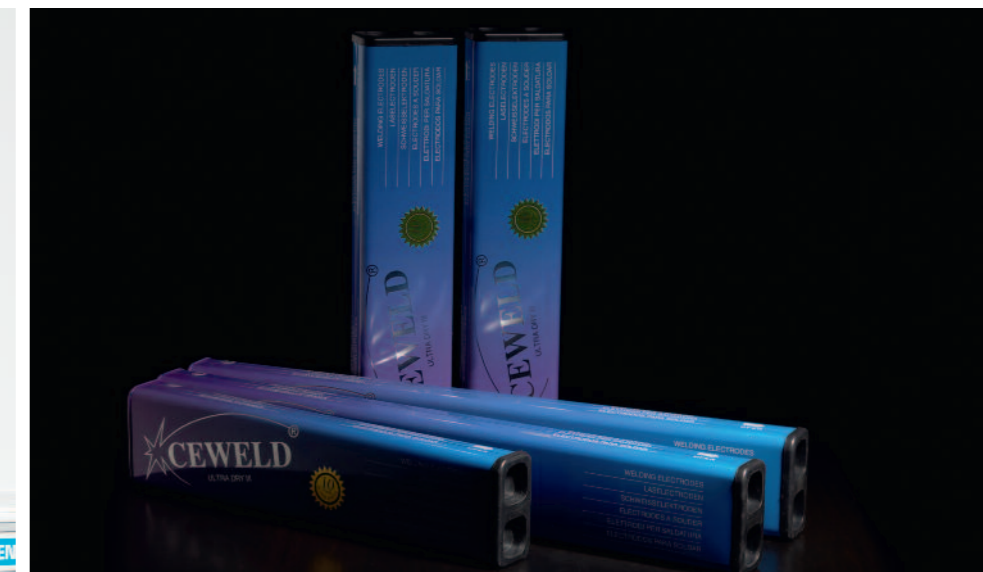
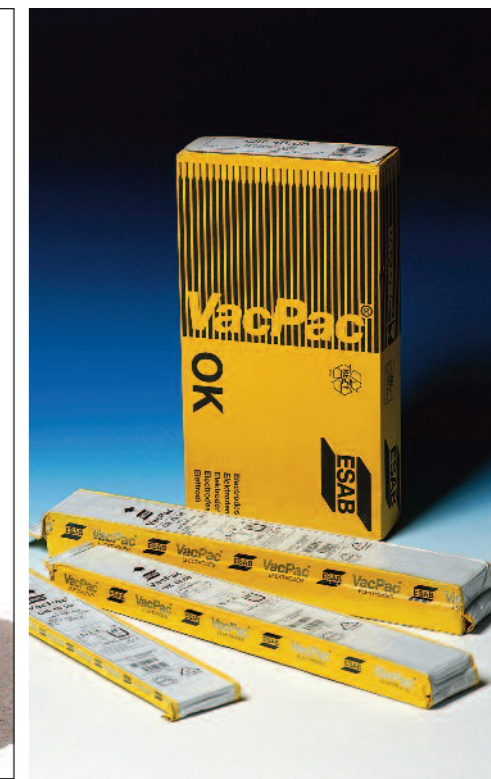
Waterstofscheuren (koudscheuren) kunnen optreden wanneer er een bron is van diffundeerbare waterstof, een gevoelige microstructuur en de aanwezigheid van restspanningen in het materiaal. Bij het uitwerken van een lasprocedure wordt dit nogal eens over het hoofd gezien, terwijl men zich voornamelijk laat leiden door hoge neersmeltsnelheden van een proces. De verhoogde productiviteit resulteert veelal in dikkere individuele laspassen en

meer lasnaden per uur (en dus minder verloren tijd tussen de laspassen). Dit resulteert in een grotere diffusie-diepte, een kortere periode om waterstof te laten ontsnappen en dus een verhoogd risico op koudscheuren, zeker wanneer het gaat om de typische hogere rekgrensstaalsoorten die in de offshore worden gebruikt.



## CTOD

Bovenop het verhoogde risico van waterstofscheuren is er dikwijls nog een probleem met het behalen van de vereiste mechanische waarden. Een typische offshoreparameter is de CTOD-breuktaaiheid (Crack Tip Opening Displacement) die een maat is voor het scheurstoppend vermogen van een materiaal bij een bepaalde foutgrootte. De CTOD-waarden nemen sterk af bij dikkere laspassen voor alle conventionele lasprocessen. Veel legeringen ontwikkelen voldoende taaiheid in een lasrups wanneer de microstructuur van het lasmetaal wordt verfijnd tijdens heropwarming door de bovenliggende gelaste lagen. Lasmetaal in 'as welded' conditie wordt geassocieerd met een grove microstructuur, de aanwezigheid van meer korrelgrensferriet en een lagere taaiheid voor de Mn-Si- en Mn-Si-Ni-staalkwaliteiten. Het is dus van belang om de keuze



van het aantal lasrupsen en de lasvolgorde vast te leggen, om voldoende breuktaaiheid van de verbinding te kunnen garanderen. De ontwikkeling van lastoevoegmaterialen voor de offshore wordt gestuurd door de eis van verhoogde productiviteit enerzijds en de praktijk van dikkere individuele lasrupsen anderzijds, die niet altijd op de meest optimale manier kunnen worden verdeeld in een willekeurige lasnaadvoorbereiding. Er bestaan intussen laslegeringen die ondanks grotere korrels in de structuur de taaiheid van lasmetaal met een fijne microstructuur benaderen. De bekledingen en vulstoffen van die legeringen zijn vaak hygroscopisch, al zijn er ook LMA-varianten (Low Moisture Absorption). In elk geval blijft het de achilleshiel van de lastoevoegmaterialen.

#### Hoeveelheid waterstof

De kwalificatie van materialen en lasprocedures voor kritische offshoreconstructies en pijplijnen omvat een intensief test- en validatieprogramma in reële productieomstandigheden voor de mechanische eigenschappen van de laswerken. Daarbij wordt steeds gekeken naar de beheersing van waterstof. De meeste offshore bouwplaatsen liggen namelijk in een vochtig klimaat nabij de zee. Het spreekt dan ook vanzelf dat de fabrikant van de laselektroden, de gevulde draad en de OP-fluxen stevast een zo laag mogelijk waterstofgehalte dient aan te leveren. Ultralage gehalten, typisch lager dan 3 ml per 100 g neergesmolten lasmetaal, komen inmiddels veel voor. Inspecteurs zijn al blij met waarden lager dan 5 ml, maar bij waarden van 10 ml en hoger breekt velen het angstzweet uit.

#### Voordelen composietverpakkingen

- Er is geen indringing van vocht, zelfs niet tijdens maritiem transport.
- Langdurige opslag (meerdere jaren) is mogelijk in de meest uiteenlopende omstandigheden.
- Omgevingsvochtigheid of temperatuurverschillen leveren geen risico op, zelfs in extreme klimaatcondities.
- Er is geen herconditionering nodig voor gebruik van de toevoegmaterialen.
- De verpakking levert een actieve bijdrage aan de eliminatie van koudscheuren.
- Temperatuur en vochtigheid tijdens opslag hoeven niet beheerst te worden.
- De verpakking maakt eenvoudige handling mogelijk.

#### Verpakken van lastoevoegmaterialen

Het bepalen van het waterstofgehalte in een fabriekslaboratorium is niet zo moeilijk, maar het garanderen van een laag waterstofpotentieel tot op de werf is een andere zaak. De fabrikanten doen dan ook naarstig onderzoek naar de correlatie tussen vochtigheid op de bouwplaats en de hoeveelheid diffundeerbare waterstof. Deze kennis is van belang om geschikte aanwijzingen te geven aan de offshoreconstructeurs wat betreft de opslag en het gebruik van de lastoevoegmaterialen.

Wanneer lastoevoegmaterialen kunnen worden gebruikt zonder voorafgaande herconditionering, dan verlaagt dit de kosten en complexiteit. Bovendien is er dan ook geen extra risico op vergissingen tijdens het behandelen. Dankzij de ontwikkeling van onder meer nieuwe verpakkingen kunnen de materialen direct na opening worden verwerkt in productie. Worden daarnaast nog de aanwijzingen van de fabrikant gevolgd met betrekking tot de blootstelling aan vochtigheid en temperatuur, dan wordt het risico op koudscheuren al bij de bron geëlimineerd.

#### Composietverpakking

De nieuwste vochtbestendige verpakkingen bestaan uit aluminium-plastic composietfolies en bieden bescherming tegen de meest uiteenlopende barre omgevingen. Bovendien wordt ter beveiliging van de inhoud een gedeeltelijk vacuüm gecreëerd tijdens het verpakken. De lage druk in de verpakking dient als indicator van de integriteit van de verpakking. De fabrikant houdt minimale tijden aan tussen de fabricage van de lastoevoegmaterialen en het verpakken, al dan niet in een geconditioneerde ruimte. Op deze manier worden OP-fluxen, elektroden en sommige gevulde draden verpakt en worden de lage waterstofgehalten, zoals bepaald in de productielaboratoria, gegarandeerd tot bij de lasser op de bouwplaats.

#### Conclusie

Het beheersen van laskosten en het verminderen van het percentage uitval tijdens constructie wordt voor een deel bepaald op het ogenblik dat de lastoevoegmaterialen worden besteld en dus nog voordat ook maar één deel wordt geconstrueerd. Alle aandacht gaat vaak uitsluitend naar de mechanische vereisten en de chemische analyse van het lasmetaal, terwijl een schijnbaar detail als verpakking van lastoevoegmaterialen ten onrechte wordt vergeten. Ook dat heet laspraktijk.

#### Personalia

Ing. Tim Buyle IWE, eigenaar van Weldone Consultancy Services, werkt als zelfstandig lastechnisch consultant en opleider. Daarnaast is hij werkzaam als productmanager en docent.