

Onderzoek naar lasbaarheid nieuw soort gietstaal

In het kader van een offshoreproject werkt Franklin Offshore Europe B.V. mee aan een onderzoek naar de lasbaarheid van een nieuw ontwikkeld gietstaal. Welke testen moet het materiaal ondergaan voordat het kan worden toegepast in gietstukken en hoe gaat dit in zijn werk? We praten hierover met Mark van der Steen, International Welding Engineer bij Franklin.

door Margriet Wenekes

In de Atlantische Oceaan, 350 km ten oosten van het Canadese Newfoundland, wordt een nieuw olie- en gasplatform gebouwd. De fundamenten en de monopile onder het platform zijn gemaakt van beton. De voet van deze betonnen constructie heeft een diameter van 122 meter; de hoogte is 145 meter. Het platform zelf is gemaakt van staal, en voor de verbinding tussen de betonnen monopile en het staal wordt gebruikgemaakt van stalen gietstukken (castings).

Voor dit offshoreproject is een nieuw gietstaal ontwikkeld. Element Materials Technology heeft van de staalfabrikant opdracht gekregen om dit materiaal uitgebreid te testen, om te beoordelen of het voldoet aan de specificaties. Niet alleen in ongelaste toestand maar ook in gelaste toestand. Aangezien Element wel de benodigde kennis in huis heeft, maar niet de mogelijkheid heeft om zelf het fysieke laswerk uit te voeren, heeft Element dit deel van het werk uitbesteed. Franklin Offshore Europe B.V. is ingeschakeld voor het lastechnisch meedenken, het opzetten van de lasproeven en uitvoeren van het lassen van de proefstukken. Aan de hand van materiaalgegevens en uitgebreide voorproeven is er gezamenlijk een lasplan tot stand gekomen en zijn de WPS'en opgesteld.

Twee proefstukken

Mark van der Steen heeft de leiding over het project bij Franklin. Zijn visitekaartje laat zien dat hij een heel opleidingstraject heeft doorlopen: van lasser tot meesterlasser; van lasspecialist tot en met lasingenieur. Zijn praktijkervaring als lasser koppelt hij aan een uitgebreide theoretische kennis. Stap voor stap vertelt hij wat er gebeuren moet om het nieuwe gietstaal te testen. "De EN 10225 schrijft voor dat er twee proefstukken gelast moeten worden: één met een lage warmte-inbreng (0,7 kJ/mm) en één met een hoge warmte-inbreng (3,5 kJ/mm). Hiervoor zijn twee proefstukken aangeleverd uit dezelfde smelt (cast). Die stukken worden aan tegenplaten gelast. De tegenplaten moeten gemaakt zijn van materiaal met gelijkwaardige mechanische eigenschappen. Wij hebben gekozen voor een S460NL+Z35. Bewust hebben we hiervoor geen TM-staal (thermomechanisch gewalst staal) gebruikt. TM-stalen zijn gevoelig voor hoge temperaturen en dat kan bij het lassen een zogenaamde softening in de warmte-beïnvloede zone (WBZ) geven bij trage afkoeling. Hierdoor zouden we dus het risico lopen op sterkteverlies in de tegenplaat. Het zou zonde zijn als bijvoorbeeld dwarsrekproeven falen door sterkteverlies in materiaal dat we niet aan het testen zijn."

Voorwarmen

Voor het uitvoeren van de laswerkzaamheden is voorwarmen vereist. "De proefstukken moeten worden gelast op een minimale werkstuktemperatuur van 125 °C. Het voorwarmen (conform de norm EN-ISO 13916) hebben we uitbesteed aan Smit Heat Treatment Services. Zij zitten op hetzelfde terrein als Franklin en ze hebben de ervaring en specialistische kennis om grote stukken met veel massa op temperatuur te krijgen en stabiel op temperatuur te houden." Met behulp van zes thermokoppels werd de temperatuur continu gecontroleerd en waar nodig bijgestuurd. Zowel ter plaatse als online kon meegekeken en geherprogrammeerd worden via de digitaal instelbare voorwarmunit (figuur 1).

Lassen

De proefstukken zijn gelast met het lasproces 138 (MAG-lassen met metaalpoedergevulde draad). "We hebben ook testen uitgevoerd met proces 136, maar vooral bij de hoge warmte-inbreng bleken er af en toe kleine bindingsfouten en slakinsluitingen te ontstaan. Met het proces 138 was dit niet het geval en daarom had dit de voorkeur."

Om met name bij de hoge warmte-inbreng te waarborgen dat het smeltbad niet voor de boog uit zou lopen, is gekozen voor licht opwaarts ($\approx 13-14^\circ$) lassen. Het lassen is uitgevoerd met een lasboom die in dezelfde hellingshoek als het werkstuk was gepositioneerd, zodat de lastoorts evenwijdig aan het proefstuk bleef en er niet tijdens het lassen in hoogte gecorrigeerd hoefde te worden. "Voor een goede beheersing van het smeltbad en om - vooral bij het lassen met hoge warmte-inbreng - bindingsfouten te voorkomen, is zwaaien vereist. Hiervoor is gebruikgemaakt van een digitale pendelunit die geïntegreerd was in de lasboom. Pendelbreedte, snelheid en pauzetijden links, rechts en in het midden van de lasnaad konden digitaal ingegeven worden, waardoor de instellingen voor elke laag en run goed reproduceerbaar waren."

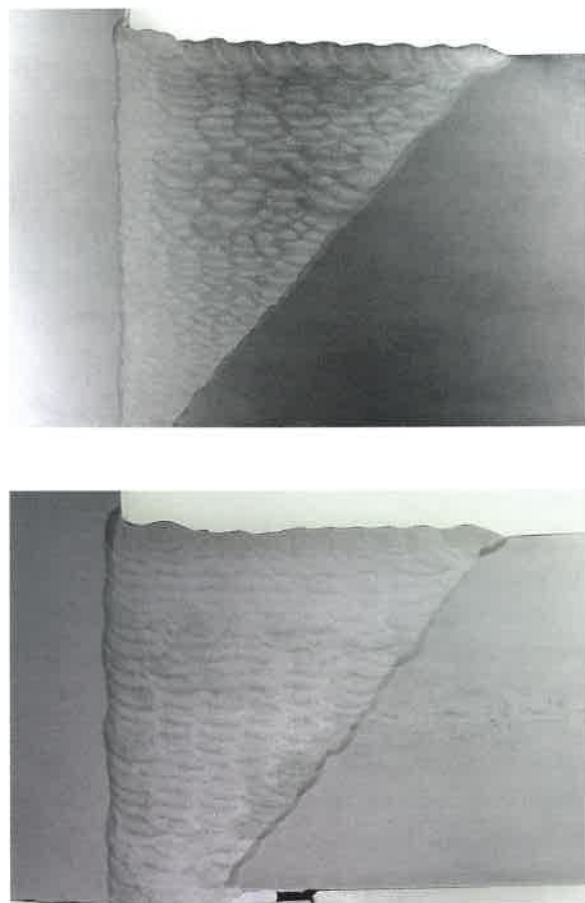
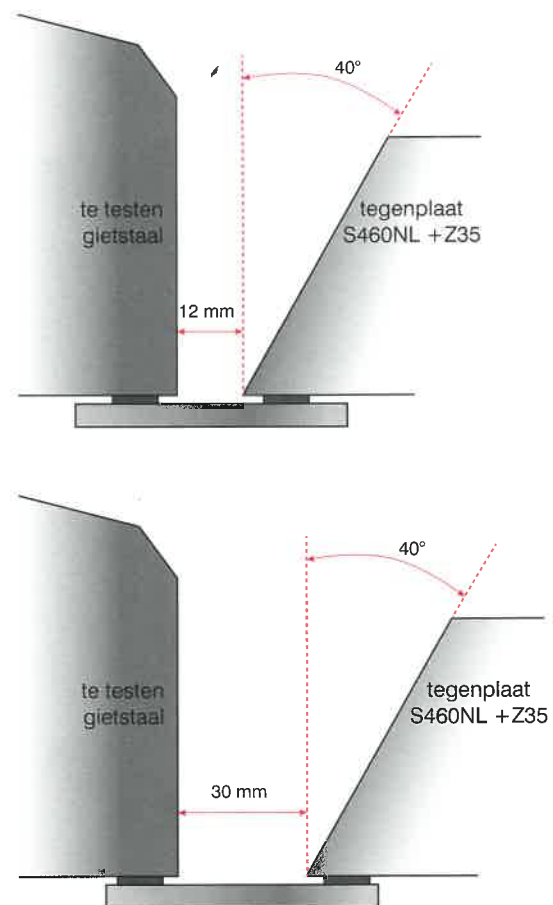


Figuur 1 Digitale voorwarmunit

Lasnaadvorm

Volgens de EN10225 moet het te testen materiaal een rechte laskant hebben, zodat er een rechte smeltlijn en WBZ ontstaat. Van der Steen schetst op een schrijfblok hoe een kerfslagstaaf uit het gelaste materiaal wordt gehaald en licht toe: "De kerfslagstaaf wordt evenwijdig aan het plaatoppervlak, dwars op de lasrichting uitgenomen. De kerf van de proefstaaf ligt dan evenwijdig aan de lasrichting. Een rechte smeltlijn is vereist omdat de kerf dan volledig in het aangegeven gebied ligt (bijvoorbeeld smeltlijn + 1, 2 en 5 mm). Gekozen is daarom voor een halve V-naad. De gietstukken zijn vlak gemachineerd en de tegenplaten zijn voorzien van een afgeschuinde laskant."

"Een rechte smeltlijn is vereist omdat de kerf dan volledig in het aangegeven gebied ligt (bijvoorbeeld smeltlijn + 1, 2 en 5 mm). Gekozen is daarom voor een halve V-naad. De gietstukken zijn vlak gemachineerd en de tegenplaten zijn voorzien van een afgeschuinde laskant."



Figuur 2 Lasnaadvorm voor de proefflassen met lage warmte-inbreng (boven) en hoge warmte-inbreng (onder)

Om de toorts voldoende ruimte te bieden, en de aan de warmte-inbreng gerelateerde lasvolumes kwijt te kunnen, met name onder in de naad, is gekozen voor een openingshoek van 40° en een vooropening van 12 mm voor de proef met de lage warmte-inbreng en 30 mm voor de proef met de hoge warmte-inbreng (figuur 2). "Voor beide proeven is een stalen backingstrip gebruikt die op 3 mm vanaf de onderkant van de platen werd gefit, om 100% garantie te geven op volledige omsmelting van de naadflanken onderin."

Opspannen

Om vervorming en daardoor afname van taaiheidseigenschappen tegen te gaan, werd het werkstuk zwaar opgespannen. Er werden vijf relatief zware brugplaten aangebracht over de volledige breedte van het werkstuk. Elke brugplaat was 300 mm hoog en 100 mm dik.

Figuur 3 Elk proefstuk werd zwaar opgespannen met vijf brugplaten



Waarom opspannen?

De aanwezigheid van stikstof kan een afname in taaiheidseigenschappen van het materiaal veroorzaken. Stikstof en ijzernitriden vormen een obstakel voor het verplaatsen van dislocaties, wat resulteert in het harder en brosser worden van het materiaal. De moderne staalsoorten bevatten weinig stikstof, maar de lasboog zal stikstof vanuit de lucht meenemen en ook de lasdraad bevat stikstof. Een stikstofgehalte van meer dan 150-180 ppm (0,015 - 0,018%) kan funest zijn voor de kerfslagwaarde in staal. "Lassen met een wat langere boog kan een hoger stikstofgehalte veroorzaken omdat bij het lassen 60-80 ppm (0,006 - 0,008%) vanuit de lucht wordt opgenomen. Neem daarbij een vrij normaal stikstofgehalte van 0,005% in een lasdraad en er is al snel 0,012% stikstof aanwezig. Bij een langere lasboog is het bereiken van de drempelwaarde en dus een reductie in taaiheid een risico. Onder in de 120 mm dikke lasnaad kon een lange boog niet vermeden worden vanwege de beperkte bereikbaarheid van de lastoorts."

Vervorming door lasspanningen die optreden bij een temperatuur tussen 200° en 300°C kunnen deze zogenoemde verbrossing of veroudering bevorderen. Het voorkomen van vervorming verlaagt het risico."

Evaluatie laswerk

Het lassen van de proefstukken werd bijgewoond door Lloyd's Register. Omdat resultaten zo snel mogelijk bekend moesten zijn, is men zeven dagen per week, dag en nacht, doorgegaan met lassen. Het laswerk was overzichtelijk maar zeer tijdsintensief. De complexiteit in relatie tot lasfouten zat vooral onderin de lasnaad, vanwege de slechte bereikbaarheid door lastoorts en slijptol.

"Omdat de toegestane bandbreedte op de warmte-inbreng slechts 0,2 kJ/mm was, werd een snelheidsmeter op de lasboom geplaatst en werd het geheel aangesloten op het log-systeem. Hierdoor was tijdens het lassen de actuele voortloopsnelheid, afgelegde weg en warmte-inbreng ook zichtbaar. Er kon dus direct bijgestuurd worden zodra men buiten de bandbreedte dreigde te komen. Het is gelukt om hierbinnen te blijven."

Het lassen van de proefstukken was arbeidsintensief, zeker bij de lage warmte-inbreng, omdat er per run zeer weinig materiaal neergesmolten werd. Elk snoer moest netjes gelogd worden en er was geregeld overleg over zwaai-breedten en lassnelheden. Ook het tussentijds schoonmaken, en het af en toe even terugslippen om te controleren op een goede versmelting van het gelaste snoer met de onderliggende laag, kostte de nodige uren. Bij de proef met de lage warmte-inbreng werden 42 lagen gelast, met een gemiddelde laagdikte van 2,86 mm. Bij de proef met de hoge warmte inbreng werden 27 lagen gelast, met een gemiddelde laagdikte van 4,44 mm.

Niet-destructief onderzoek

Lasonderzoek was vereist om uit te sluiten dat eventuele indicaties in proefstaven terecht zouden komen en daarmee de resultaten van het destructief onderzoek zouden kunnen vertekenen. "TEAM Industrial Services is gespecialiseerd in vele NDO-technieken. Dit bedrijf voert al jaren diverse soorten lasonderzoek uit bij Franklin Offshore Europe en is ook voor dit project ingeschakeld."

De gelaste proefstukken werden ultrasoon onderzocht met 2MHz-tasters van 0°, 45° en 60° (0° vanaf de kopse kant van de tegenplaat). Na het toepassen van transfercorrectie



ties bij het in-ijken werd een extra versterking van 20 dB gebruikt om zelfs de kleinste indicaties in kaart te kunnen brengen. Uit dit onderzoek bleken de gemaakte lassen ruimschoots acceptabel voor het uitvoeren van de destructieve testen.

Destructief onderzoek

Het destructieve onderzoek is door Element Breda zelf uitgevoerd. Na het NDO zijn de proeven direct naar Element gebracht, waar de volgende testen zijn uitgevoerd: trekproeven over de volle lasdikte, kerfslagproeven over de smeltlijn en de grondlaag, hardheidsproeven (op macro) en CTOD-proeven (crack tip opening displacement).

Stand van zaken

Op het moment van dit interview zijn de resultaten van de proeven nog niet compleet. Pas als alle resultaten bekend en geanalyseerd zijn, zal duidelijk worden of het nieuwe gietstaal voldoet aan de gestelde eisen en of het gebruikt kan worden voor het maken van gietstukken voor het offshoreproject.

Franklin Offshore Europe B.V. (FOE) is onderdeel van de Franklin Offshore Group uit Singapore, met vestigingen in Australië, Indonesië, Zuid-Korea, Azerbeïdjan, Qatar en de Verenigde Staten. FOE is voornamelijk actief in de maritieme sector, de offshore-industrie, olie- en gasindustrie en de windenergiesector. Het bedrijf produceert onder andere staaldraad, ankers, ankerkettingen, tuigage- en afmeeruitrusting. Verder voert FOE de- en mobilisatiewerkzaamheden uit aan een eigen kade en fabriceert het staalconstructies zoals spreader-bars, grillages, boot landings en pedestals. Naast producten levert FOE diensten als certificering, inspectie, installatie, warehousing en logistiek.

advertentie

**Wil je ook het naadje van de las weten?
Neem een abonnement**

LASTECHNIEK

www.vakbladlastechniek.nl