

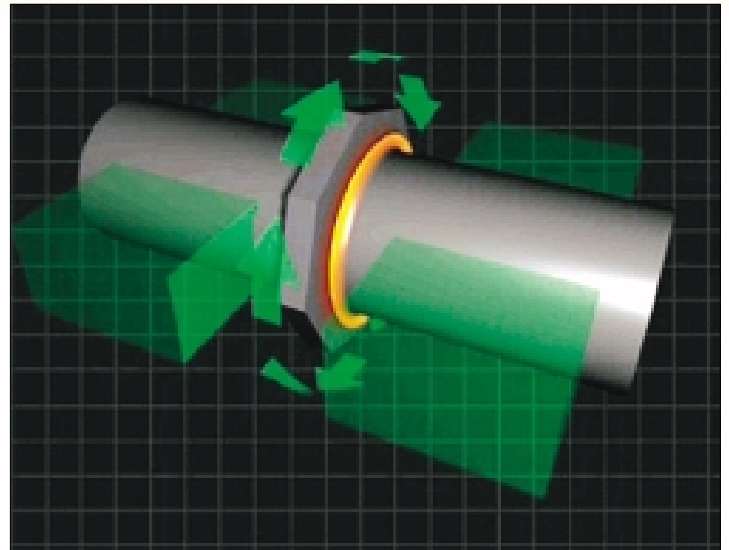
NIEUW WRIJVINGSLASPROCEDÉ VOOR AUTOMATISCH LASSEN PIJPLEIDINGEN

PRINCIPE, VOORDELEN EN RESULTATEN

De firma Denys nv heeft in samenwerking met het Belgisch Instituut voor Lastechniek, de universiteit in Gent, Cenaero en dankzij de steun van het Vlaamse Gewest (IWT) een project uitgewerkt met als hoofddoel het ontwikkelen van een nieuw wrijvingslasprocedé, meer bepaald een combinatie van wrijvingslassen met een explosief aangebrachte smeedkracht. Het nieuwe proces heeft de naam "FRIEX" gekregen. Het principe, de belangrijkste voordelen en resultaten van het nieuwe wrijvingslasproces worden beschreven.



Door Paul Afschrift, Directeur R&D Denys nv
ir. Koen Faes, EWE, BIL



Figuur 1: Principe van de nieuwe variant van het wrijvingslasproces

Principe

Wrijvingslassen is een mechanisch lasproces waarbij de warmte noodzakelijk voor het lassen verkregen wordt door het over elkaar wrijven van de te verbinden oppervlakken onder een axiale drukkracht. In de praktijk wordt het rotationeel wrijvingslasproces het meest gebruikt. Het basisprincipe is dat één van de twee te verbinden delen om zijn as wordt gerotereerd en vervolgens tegen het andere wordt aangedrukt. De toegevoerde energie aan het roterend deel wordt door de wrijving omgezet in warmte in het contactoppervlak van de te verbinden delen. Deze warmte verhoogt de temperatuur van het scheidingsvlak tot de smeedtemperatuur, zonder evenwel de smelttemperatuur te bereiken. Op dit ogenblik worden door middel van een axiale drukkracht de beide delen aan elkaar gesmeed.

Het nieuwe lasproces is ontworpen en ontwikkeld voor het volledig automatisch lassen van pijpleidingen met behulp van het wrijvingslasproces. Aangezien de lange pijpstukken om praktische redenen niet gerotereerd kunnen worden en bijgevolg niet gelast kunnen worden met het klassieke wrijvingslasproces, werd een nieuwe variant ontwikkeld. (Zie **figuur 1**)

Bij deze nieuwe variant van het wrijvingslasproces worden -in tegenstelling tot het klassieke wrijvingslasproces- niet één, doch de twee te lassen componenten geklemd en axiaal verschuifbaar gemonteerd op rails. Ook wordt

er bij dit procedé gebruik gemaakt van een ringvormig toevoegmateriaal, hier de ringschijf genaamd. De ringschijf wordt tussen de twee dwarsdoorsneden van de te verbinden stukken geplaatst. De nodige laswarmte wordt gegenereerd door het toevoegmateriaal wrijvend te laten roteren tussen de dwarsdoorsneden van de te lassen pijpen. De toegevoerde energie aan het bewegend deel wordt omgezet in warmte. Eens de las voldoende is opgewarmd, wordt de finale explosieve smeedkracht axiaal aangebracht, na het afremmen tot stilstand van de ringschijf. Een principeschets wordt gegeven in **Figuur 1**.

Resultaten

Voor het behalen van goede eigenschappen in de laszone, zoals taaiheid, is het noodzakelijk dat de parameters binnen een bepaalde range of 'window' liggen. Een belangrijk deel van het onderzoek had als doel het bepalen van dit parametervenster. Een testprogramma werd opgesteld om na te gaan welke de voorwaarden zijn voor het realiseren van kwalitatieve lassen. Hierbij werd de invloed van de verschillende parameters onderzocht. Met behulp van een kleinschalige proefopstelling werden proefnemingen uitgevoerd

met drie- en vierduimse pijpen (resp. 89 en 114 mm buitendiameter) in de pijpleidingsmaterialen API X42, X52 en X70. Veel aandacht werd besteed aan de bepaling van het materiaal, de vorm en afmetingen van de ringschijf. De lassen werden steeds metallografisch onderzocht en destructief beproefd volgens de methoden beschreven in de geldende API- en EN-normen.

Een voorbeeld van een gerealiseerde lasverbinding wordt getoond in **Figuur 2** en **Figuur 3**. Het betreft hier een verbinding van twee vierduimse pijpen met een wanddikte van

8,5 mm. Dergelijke verbindingen worden gerealiseerd in een zeer korte tijdsduur: de duur van de wrijvings- en de smeedfase bedraagt respectievelijk 20 en 10 sec. De totale procesduur bedraagt dus 30 sec., exclusief het in- en ontklemmen.

Modelleren

Belangrijk bij het ontwikkelen van de nieuwe lasmethode is het numeriek modelleren van het wrijvingslasproces. Deze taak wordt momenteel uitgevoerd door de onderzoeksinstituut Cenaero, uit Charleroi. Aan de hand van numerieke eindige elementen analyses (temperatuurverdeling, warmtefluxen, plastische vervorming ...) werden modellen

opgesteld die toelaten het wrijvingslassen van verschillende productvormen (met verschillende diameters en vervaardigd uit verschillende materialen) nauwkeurig te beschrijven. Met behulp van dit theoretisch model kan een voorspelling gemaakt worden van de procesparameters voor het realiseren van kwalitatieve lassen, en dit in functie van het materiaal en de geometrie van de te lassen stukken. (Zie **figuur 4**) Bij het herrekenen van de lasexperimenten werd aangetoond dat het gemodelleerde uitzicht van de lasverbinding een grote gelijkheid vertoont met de werkelijk gerealiseerde verbindingen. Ook zijn de berekende temperaturen op welbepaalde afstanden van het wrijvingsvlak en de berekende verkortingen in overeenstemming met de metingen tijdens de lasexperimenten, uitgevoerd met de kleinschalige proefopstelling van het Belgisch Instituut voor Lastechniek.

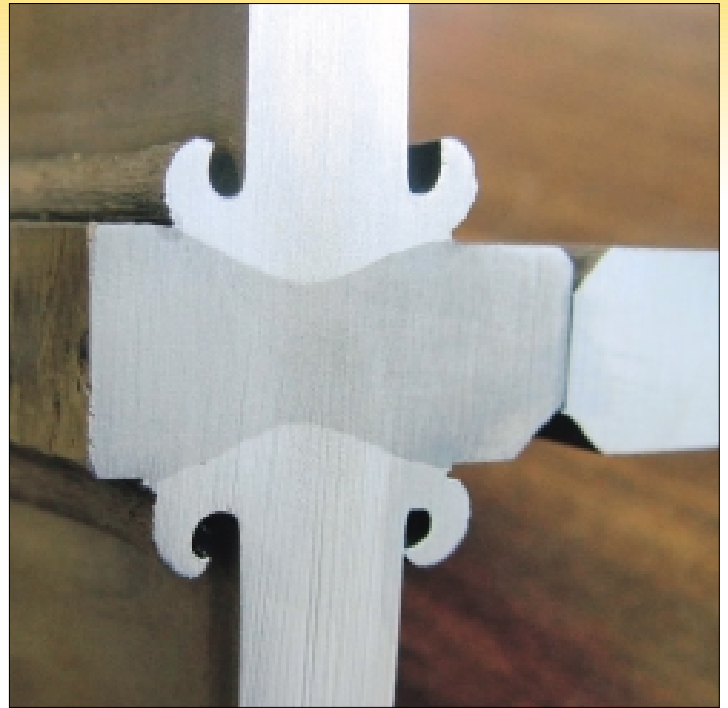
Huidige ontwikkelingen

Tijdens de derde projectfase -die nog loopt tot eind augustus 2006- wordt een extrapolatie uitgevoerd van de reeds verworven kennis naar grotere diameters toe. Momenteel wordt gebouwd aan een grootschalige proefopstelling waarmee het mogelijk zal zijn om 'in the field' lasexperimenten uit te voeren met pijpen tot een diameter van 14 duim (buitendiameter: 355 mm). In dit project worden eveneens alle uitvoeringstechnische moeilijkheden onderzocht die

BIJ DEZE NIEUWE VARIANT VAN HET WRIJVINGSLAS- PROCES WORDT NIET ÉÉN, MAAR WORDEN DE TWEE TE LASSEN COMPONENTEN GEKLEMD EN AXIAAL VERSCHUIFBAAR GEMONTEERD OP RAILS



Figuur 2: *Verbinding van twee vierduimse pijpen (mat.: API X42, wanddikte 8,5 mm)*



Figuur 3: *Detail van figuur 2*

kunnen optreden bij het gebruik van de nieuwe techniek. Dit onderzoek loopt in samenwerking met de universiteit van Gent (Vakgroep Mechanische constructie en Productie). Voor het uitvoeren van grootschalige trekproeven werd een proefopstelling ontworpen waarbij de proefstukken onder interne (water)druk gebracht kunnen worden zodat de operationele condities perfect gesimuleerd worden, met andere woorden de rondnaad kan tijdens de proef gelijktijdig onderworpen worden aan een externe axiale trekkracht en een interne druk. Deze unieke proefopstelling zal het mogelijk maken het vervormingsgedrag onder bi-axiale belasting te bestuderen. Op lastechnisch gebied werd verder onderzoek verricht naar de haalbaarheid van het lassen van

pijpen in de moderne microgelegeerde TMCP-staalsoorten (Thermo-Mechanical Controlled Processing) met behulp van de nieuwe lastechniek. In een eerste fase werd de invloed van de lascyclus op de eigenschappen van de lasverbinding onderzocht, met in het bijzonder de invloed op de kerftaaiheid. Hiervoor werden fysische lassimulaties uitgevoerd die de opwarming, afkoeling en faseovergangen in de warmtebeïnvloede zone van de las nauwkeurig simuleren. Met de gerealiseerde gesimuleerde verbindingen werden kerfslagproeven, trekproeven, hardheidsmetingen en metallografische onderzoeken uitgevoerd. Er werden eveneens lasproeven verricht met het veelgebruikte TMCP-materiaal API X70. Kwalitatieve lassen werden

hierbij gerealiseerd; de verbindingen voldeden aan de EN- en API-normen.

Conclusies

De voornaamste resultaten van de studie uitgevoerd tijdens het project "Nieuw wrijvingslasprocedé voor het automatisch lassen van pijpleidingen" kunnen als volgt samengevat worden:

- De basiskennis werd ontwikkeld voor het verbinden van lange pijpstukken door middel van het wrijvingslasproces met een ringschijf als toevoegmateriaal.
- Het wrijvingslassen werd gemodelleerd: een theoretisch eindig elementenmodel werd opgesteld voor verschillende geometrieën van de te verbinden delen en voor verschillende materialen. Extrapolatie naar

andere dimensies en materialen is hierbij steeds mogelijk.

- Kwalitatieve verbindingen van pijpen werden gerealiseerd tot een diameter van 141 mm, in de materialen API X42, X52 en X70.
- De kwaliteit van de verbindingen werd met succes aangetoond aan de hand van de karakterisering van de lasverbindingen via niet-destructief onderzoek, metallografie en mechanische proeven. De resultaten van de trek-, plooi- en kerfslagproeven voldoen aan de desbetreffende normen.
- Op basis van deze resultaten wordt momenteel een grootschalige proefopstelling ontworpen en gebouwd voor het voltooien van het onderzoek naar technologische moeilijkheden inherent aan de implementatie van de nieuwe techniek in de praktijk. □

Figuur 4 en 5: *Modelleren van het lasproces*

