

'WEERSTANDLASSEN VAN HOOGSTERKTE STAALSOORTEN'

COLLECTIEF ONDERZOEKSPROJECT

Dit artikel is een korte samenvatting van het collectief onderzoeksproject over weerstandlassen van hoogsterkte staalsoorten en staalsoorten met deklagen, dat door het onderzoekscentrum van het BIL en het De Nayer Instituut werd uitgevoerd in 2004 en 2005. In het project werd de lasbaarheid van verschillende recent ontwikkelde hoogsterkte staalsoorten onderzocht en werd de invloed van deklagen op staalsoorten op de weerstandlasbaarheid nagegaan.

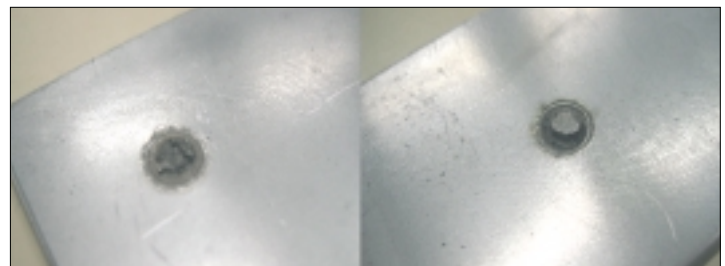
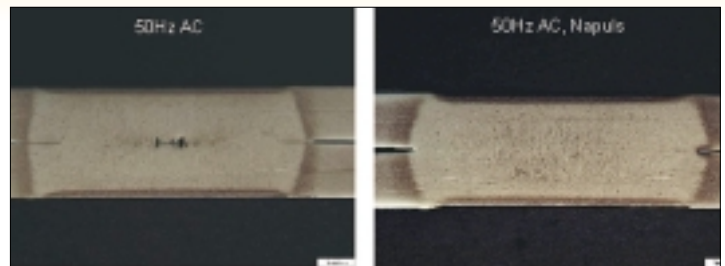


Door Ing. B. Verstraeten, Ing. J. Feyaerts
Onderzoekscentrum van het BIL

Ontwikkelingen

De laatste jaren werd heel wat ontwikkeling gedaan op hoogsterkte staal, voornamelijk als antwoord op de opkomst van lichtgewicht materialen (aluminium) in de automobielsector. Een veelheid aan nieuwe staalsoorten met treksterkten tot 1.500 N/mm² werd ontwikkeld. Gegevens over de lasbaarheid van deze staalsoorten zijn in sommige gevallen nog niet beschikbaar en zijn in de meeste gevallen ook sterk verschillend van de lasbaarheid van 'klassieke' staalsoorten. Dit betekent dat de lasparameters bij het weerstandlassen of puntlassen sterk afwijken van de parameters die bij de klassieke staalsoorten gebruikt worden. Parallel met de ontwikkeling van de hoogsterkte staalsoorten werden ook op het gebied van de weerstandlasapparatuur nieuwigheden ontwikkeld: middenfrequente weerstandlasmachines (1 KHz MFDC i.p.v. de klassieke 50 Hz AC-machines), lasmachines met adaptieve regeling, waarbij een stroomaanpassing tijdens de lascyclus mogelijk is. De hoogsterkte staalsoorten hebben een hoger koolstofequivalent dan de klassieke staalsoorten. Als we daarbij rekening houden met de zeer hoge afkoelingsnelheden, eigen aan het weerstandlasproces, kan men verwachten dat de las en de omliggende zone dikwijls zeer hoge hardheidswaarden zullen bereiken. Dit heeft als gevolg dat bij een gebruikelijke peltest de las

niet meer volledig zal uitknopen maar slechts gedeeltelijk (partial interfacial failure) of zelfs helemaal niet (full interfacial failure). Deze verschillende manieren van uitknopen betekent niet automatisch dat men te maken heeft met een slechte las of plaklas. Het geeft wel een idee over de hardheid en de ductiliteit van de las. Om de corrosiebestendigheid van de gebruikte staalsoorten te verhogen wordt er steeds meer gebruik gemaakt van deklagen. De meest gebruikte deklagen zijn zinkcoatings (bv. ELO verzinkt of hot-dip verzinkt), maar nieuwe ontwikkelingen situeren zich ook op het gebied van 'lasbare' organische coatings (bv. bonazinc, myriaweld,...). De te verwachte problemen daarbij zijn een verkorting van de standtijd (levensduur) van de puntlaselektroden en de stabiliteit van het lasvenster (lasbaarheidsgebied wordt kleiner, optreden van spatpen). Om het project gestructureerd te laten verlopen werd het opgesplitst in verschillende werkpakketten. Eén van de doelen van het project was de lasbaarheid van de nieuwe staalsoorten te bepalen (lasvenster). Voor de bepaling van het lasvenster werden de verschillende staalsoorten gepuntlast, waarbij er werd uitgegaan van een bepaalde elektrodekracht, verschillende lastijden en een gebied van lasstromen. De las wordt als goed omschreven als diameter van de las groter is dan 3,5 keer de



Boven: Doorsnede laslens, TRIP690 1,6mm Z, zonder napuls (L) en met napuls (R); Onder: gedeeltelijk uitgeknoopte las, TRIP 780 1,2 mm (Partial Interfacial Failure)

wortel van de plaatdikte en de maximumdiameter van de laslens is deze waarbij er bij de gebruikte parameters spatpen optreden (spatgrens). Hierbij geldt dat een groter lasstroomgebied (grote variatie in toe te passen stromen, waarbij er een goede las bekomen wordt) een hogere procesbetrouwbaarheid betekent en een groter lasvenster. Voor de puntlasproeven werd er altijd gewerkt met CuCrZr F16 elektrodeklappen. Voor de bepaling van de lasbaarheid van de verschillende staalsoorten werden er telkens mechanische proeven (trekproeven), metallografisch onderzoek (krimpholten/stolscheuren...), vermoeiingsproeven en hardheidsmetingen uitgevoerd. Ook de standtijd van de elektroden bij toepassing van verschillende deklagen werd uitgebreid beproefd. Verder werd de bruikbaarheid van ultrasoon onderzoek op puntlassen na. Waar tot voor kort enkel door middel van destructieve peltesten de kwaliteit van de lassen geverifieerd werd, biedt niet-destructief onderzoek ook heel wat perspectieven. Omtrent de bruikbaarheid van ultrasoon onderzoek bestaat echter in heel wat bedrijven wel wat scepticisme. Een ander werkpakket behandelde de corrosiebestendigheid van staalsoorten met deklagen.

Werkpakket 1

In een eerste werkpakket werd een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd en werden de verschillende recent ontwikkelde hoogsterkte staalsoorten en de nieuwe deklagen grondig gesitueerd en beschreven. Uit deze studie werd door de deelnemers aan het project (gebruikerscommissie) een selectie gemaakt van te testen staalsoorten en deklagen. Op deze manier werd er onderzoek verricht naar actueel gebruikte materialen in de industrie. De keuze van staalsoorten (variabel in dikte tussen 0,7 mm en 1,75 mm) en was: dieptrekstaal (STD 1111 en DX56), thermomechanisch gewalst staal (TM 500 en TM 700), Dual Phase-staal (DP 590), Transformation Induced Plasticity-staal (TRIP 690 en TRIP 780), boron-staal (BTR 165) en HSLA-staal (H360 LA en H260 LA). De deklagen waren: ELO-verzinkte lagen, Hot Dip-verzinkte lagen en een organische vinylcoating met geleidende deeltjes (MyriaweldR).

Werkpakket 2

In het grootste werkpakket (werkpakket 2) werd de lasbaarheid onderzocht en het lasvenster bepaald per staaltipe en dit zowel gelast met de klassieke 50 Hz AC machine als met de 1 kHz MFDC machine. Elk staaltipe apart bespreken zou ons te ver leiden. Enkele algemene conclusies zullen hier moeten volstaan. Bij het

weerstandlassen van hoogsterkte staalsoorten moet er gewerkt worden met een hogere elektrodekracht (4 kN i.p.v. 3 kN). Het lasvenster verkleint bij toenemende sterkte van het staal, het bruikbare gebied van toepasbare stroominstelling verkleint. Bij langere lastijden kan het lasvenster terug iets vergroten. In bijkomende lasproeven werd het effect van een napuls na de eigenlijke lasstroompuls nagegaan. Het lassen met een napuls zou een tempering van harde structuren moeten teweegbrengen. De napuls zorgde er echter voornamelijk voor dat het voorkomen van holten/stolscheuren midden in de laslens veelal teruggedrongen werd. Figuur 1 geeft een metallografische doorsnede weer van een las gelegd zonder napuls en een las gelegd met napuls. De verzachting van de structuur die te verwachten is door het heropwarmen van de las bij het toepassen van een napuls werd echter amper waargenomen (daling van de hardheid met enkele procenten ten opzichte van lassen zonder napuls), ook in sterkte en in breukmodus kon er geen duidelijk verschil waargenomen worden tussen de proefstukken gelast met en zonder napuls. Dit wil niet zeggen dat een napuls niet doeltreffend kan zijn, variatie in stroom en tijd van de napuls zal in sommige gevallen zeker leiden tot een lagere hardheid en een aanvaardbare breukmodus. De toepassing van middenfrequente lasmachines vergroot in de meeste gevallen het lasvenster, de minimum laslensdiameter wordt sneller en met een lagere stroomwaarde bereikt. Verder heeft het lassen met een 50 Hz AC-machine dan wel met een 1 kHz MFDC-machine geen invloed op het breukgedrag, de sterkte,

hardheid of structuur.

Werkpakket 3

In een derde werkpakket werd de invloed van deklagen op de standtijd van de elektroden en de lasbaarheid in het algemeen onderzocht. Hierbij werden geen 'zware' problemen tegengekomen bij de verzinkte staalsoorten en zijn de gegevens beschikbaar voor verschillende staalsoorten en deklagen. Problemen waren er wel bij het lassen van het staal met de Myriaweld-coating. Dit is een vinylcoating met geleidende deeltjes aangebracht op een gegalvaniseerd staal. Met de 50 Hz AC- en met de 1 kHz MFDC-machine kon er geen consistente las gelegd worden, het optreden van spatpen kon niet vermeden worden en na een tiental lassen waren de elektroden zeer sterk aangeladen met het coatingmateriaal. Om dergelijke problemen te omzeilen werd in een bijkomend werkpakket gebruik gemaakt van een middenfrequent lasmachine met adaptieve controlemogelijkheden. Met een dergelijke methode kan de stroom aangepast worden tijdens de lascyclus, afhankelijk van de tijdens het lassen opgemeten weerstandswaarde. Bij deze methode dient er wel eerst een shuntlas gelegd te worden. Met het adaptieve lasapparaat konden er wel lassen worden gelegd met een stabiele laslensdiameter en was het optreden van spatpen beduidend minder. De standtijd van de elektroden was ook hoger (80 laspunten) dan bij het 50 Hz AC-lassen. In het algemeen wordt er wel een beduidend langere elektrodestandtijd opgemeten bij het gebruik van MFDC-machines dan bij gebruik van AC-machines (stijging met 50 tot 100%!).

Werkpakket 4

In een vierde werkpakket werd de bruikbaarheid van simulatiesoftware nagegaan. Simulatiesoftware zou het aantal proeven om het lasvenster te bepalen doen kunnen afnemen, aangezien er minder trial- en error-werk uitgevoerd moet worden. Voor het projectielassen gaf het gebruikte simulatiepakket (SORPAS) een duidelijke meerwaarde en kwamen de simulaties overeen met de praktijkresultaten. Voor het puntlassen is de eindconclusie minder lovend. Het pakket vraagt veel input (nieuwe materialen) en is dus tijdsintensief, er blijft veel trial en errorwerk over bij het simuleren, er is geen duidelijkheid over de plaats van de bekomen las in het lasvenster (tegen spatgrens of tegen de ondergrens?) en er wordt ook geen informatie gegeven over het faalgedrag (uitpellen of niet). Bij een aantal simulaties klopte de computersimulatie, bij input van de lasparameters die gebruikt waren in de praktijktesten, helemaal niet met de resultaten uit de praktijk (bv. goede las in praktijk, simulatie geeft plaklas of geen las aan). In dit werkpakket werd ook getest in hoeverre een Design of Experiments (DoE) nuttig kan zijn voor puntlastoepassingen. Anders dan bij een simulatiepakket is de input van een DoE gebaseerd op specifiek machine gerelateerde parameters, waarbij men nog steeds deels praktisch proefgericht te werk moet gaan. Wat uit dit experiment besloten werd, is dat men door het uitvoeren en statistisch analyseren van een beperkt aantal lasproeven een realistisch beeld kan verkrijgen van een bepaald lasproces. Bij het toepassen van een DoE kan men de bekomen resultaten ook beter situeren in het lasvenster.

Werkpakket 5

In het werkpakket over niet-destructief ultrasoon onderzoek kunnen de volgende resultaten gegeven worden. Het ultrasoon onderzoek kan volgende lasfouten aantonen: plaklas, te kleine las, verbrande las... Dit werkpakket werd uitgevoerd door Opel Belgium, aangezien zij hiervoor de meeste ervaring hebben en gekwalificeerd personeel. De resultaten van het ultrasoon onderzoek (goed- of afkeur) werden vergeleken met de resultaten uit de bepaling van het lasvenster (goede las, te kleine lasdiameter, spatlas...). De betrouwbaarheid van het ultrasoon onderzoek varieerde in dit project tussen 65 en 80%.

Werkpakket 6

In het laatste werkpakket aangaande corrosieonderzoek, werden de gelaste plaatjes met een deklaag onderworpen aan een zoutneveltest. Hierbij bleek voornamelijk de myriaweld-coating een beduidend betere corrosievastheid te garanderen. De lasbaarheid van de plaatjes met een myriaweld-coating was anderzijds wel bedroevend slecht.

Eindconclusie

Het project bracht heel wat inzicht in het puntlassen van nieuwe hoogsterkte staalsoorten en gaf praktisch toepasbare lasparameters en resultaten. Het voordeel van een middenfrequent lasmachine tegenover een 50 Hz AC-lasmachine werd meermaals aangetoond en de bruikbaarheid van simulatiesoftware werd gerelativeerd. Voor specifieke informatie over lasparameters bij het puntlassen van bepaalde plaatcombinaties in hoogsterkte staal kan er steeds contact worden opgenomen met het Onderzoekscentrum van het BIL. □

Ultrasoon controle, A-scan van een puntlas van goede kwaliteit

