

DE NIEUWE GENERATIE GEWIJZIGDE 2^{1/4}Cr STALEN

T23/P23 EN T24/P24: LASBAARHEID EN HOOGTEMPERATUREIGENSCHAPPEN

Doel van het normproject is data genereren voor de nieuwe Europese normen voor hoogtemperatuurmaterialen en -toepassingen. Meer specifiek wordt onderzocht of bij het lassen van de nieuwe generatie 2^{1/4}Cr stalen voorverwarmen en/of een warmtebehandeling na het lassen (PWHT) noodzakelijk is. Ook worden alle materialen onderzocht op reheat cracking gevoeligheid en het kruipgedrag van de gelaste pijpen. Op basis van de resultaten worden praktijkgerichte aanbevelingen opgesteld.

Door Ing. J. Vekeman

SAMENVATTING

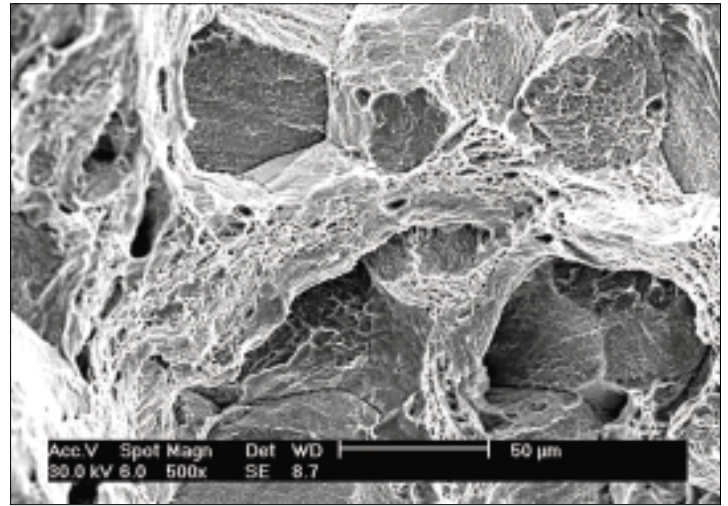
Het onderzoek richt zich op de gewijzigde 2^{1/4}Cr stalen T24/P24 en T23/P23, waarbij toevoegingen van V, Ti, B en/of W, Nb en een gelimiteerd koolstofgehalte (0,05-0,10%) zorgen voor een hoge kruipsterkte, gecombineerd met een beperkte hardheidsverhoging na het lassen. Dit biedt talrijke interessante toepassingsperspectieven in de energie-opwekkende en (petro-)chemische industrie.

Het ontbreken van een volledige Europese en internationale normering - geen van beide materialen zijn in de EN-normen vermeld - is echter een ernstige belemmering voor de succesvolle toepassing en doorbraak van deze nieuwe materialen. Daarom worden alle onderzoeksresultaten

ingebracht in het veel grootschaliger en internationale COST 522-project dat momenteel

HET ONTBREKEN VAN EEN VOLLEDIGE EUROPESE EN INTERNATIONALE NORMERING IS EEN ERNSTIGE BELEMNERING VOOR DE SUCCESVOLLE TOEPASSING EN DOORBRAAK VAN DEZE NIEUWE MATERIALEN

lopende is. Op die manier worden de data doorgespeeld naar organisaties die zich intensief met de materiaalnormering bezighouden. Belangrijk is het feit dat in 2002 de nieuwe PED (Pressure Equipment Directive - 97/23/EC) van kracht geworden



SEM-foto van lasgesimuleerde trekproefstaven getrokken bij 700 °C. Voor P24 is het breukaspect gemengd ductiel-intergranulair met ductiele eigenschappen op de korrelgrenzen (Alle doc.: Marc Martens)

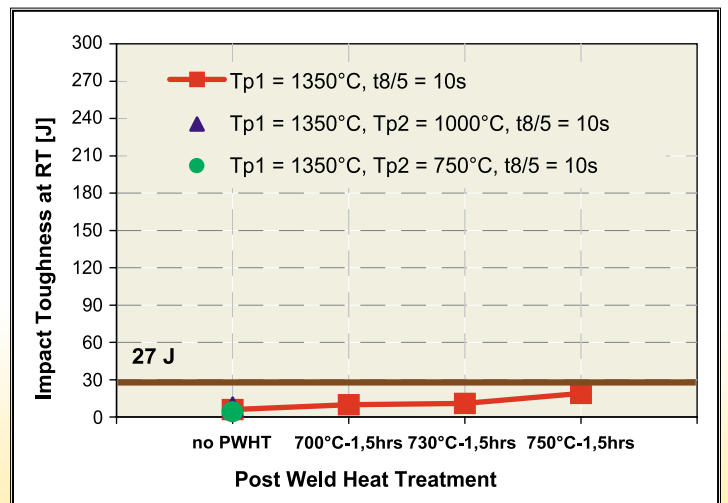
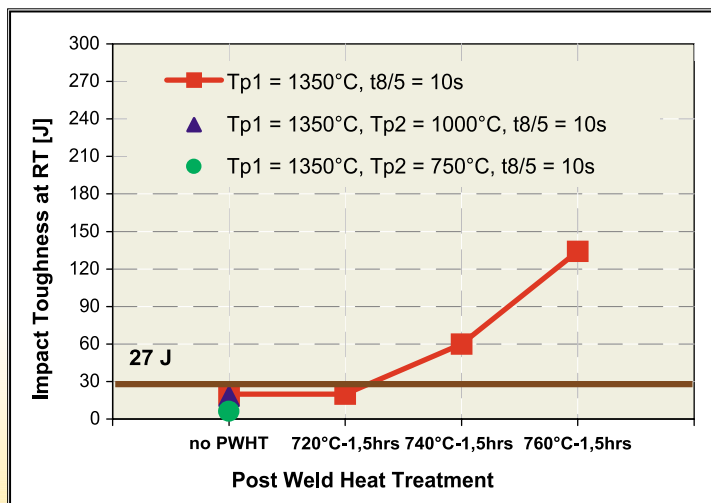
is. Deze richtlijn bepaalt de essentiële veiligheidseisen waaraan de nieuwe toestellen of de nieuwe installaties moeten voldoen. Binnen deze regelgeving zijn drie methodes mogelijk om een materiaal te mogen gebruiken. De meest aangewezen weg is het verwijzen naar een "Geharmoniseerde Product of Materiaal Europese Norm". De in dit project gegenereerde resultaten zullen zeker bijdragen tot de opname van deze nieuwe materialen in een geharmoniseerde product-of materiaalnorm. Het BIL wil met dit onderzoek een belangrijke bijdrage leveren tot de Europese en internationale normering van de nieuwe gewijzigde 2^{1/4}Cr stalen. Na een karakterisatie van het basismateriaal (tube and pipe) werd gedurende het eerste jaar

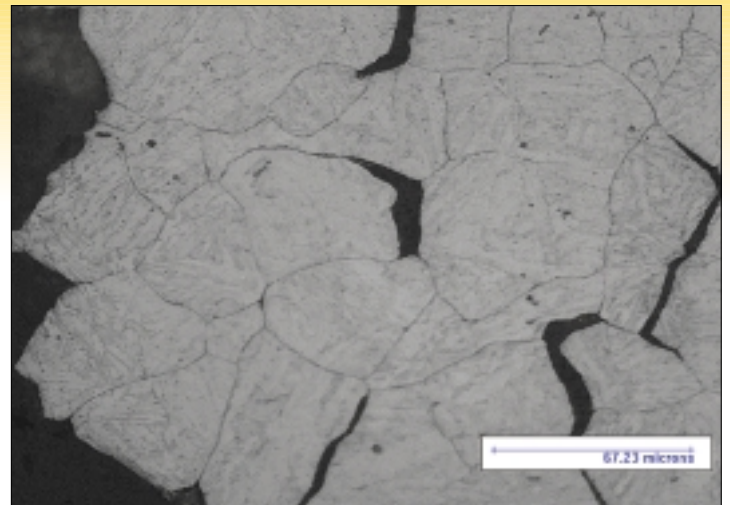
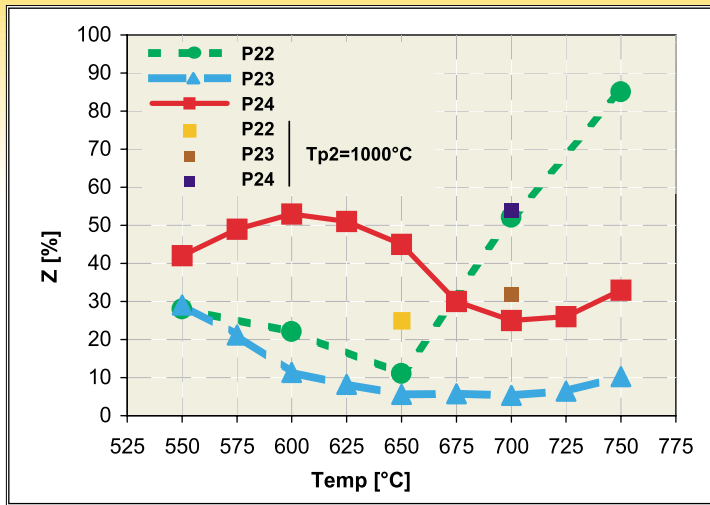
vooral onderzoek verricht op de lasbaarheid van deze materialen. Kerfslag- en trekproefstaven werden onderworpen aan een enkele of dubbele lastthermische cyclus, overeenstemmend met een werkelijke las. De voornaamste resultaten zijn hieronder samengevat.

LASSIMULATIEPROEVEN

Bij de lassimulaties op kerfslagproefstaafjes wordt de invloed van de piektemperatuur en de afkoeltijd op de hardheid, taaheid en microstructuur nagegaan. Om te bepalen of een warmtebehandeling na het lassen nodig is, werden de volgende criteria gehanteerd: maximale hardheid van 350HV10 en een minimale kerfslagtaaiheid bij kamertemperatuur van 27 J

Inloed van een tweede thermische cyclus met een piektemperatuur Tp2 en een warmtebehandeling na het lassen (PWHT) op de kerfslagtaaiheid bij kamertemperatuur van lasgesimuleerde kerfslagproefstaven





Reheat cracking in gesimuleerde warmtebeïnvloede zone (Tp1=1.350°C, t8/5=20s)

Reheat cracking in P23

(34J/cm² voor de tubes).
 -Voor T23 lagen de hardheidswaarden beneden 350HV10 en was de gemiddelde kerfslagtaaiheid steeds hoger dan 34J/cm² na enkelvoudige lassimulatie.
 Een tweede lascyclus met een piektemperatuur van 750°C en een afkoeltijd t_{8/5} tussen 700°C en 400°C van 15s heeft een nadelige invloed op de kerfslagwaarde (10J/cm²) en hardheid (367HV10). Een PWHT van 740°C gedurende 30 minuten op een gesimuleerde proefstaaf met piektemperatuur 1.350°C en afkoeltijd t_{8/5} 10s verlaagt eveneens de kerfslagtaaiheid van 41J/cm² tot 22J/cm².
 -Voor P23 is een warmtebehandeling na het lassen noodzakelijk om de hardheid te verlagen voor een afkoeltijd t_{8/5} tussen 800°C en 500°C van 10s vanaf 1.350°C, alsook de kerfslagtaaiheid bij kamertemperatuur te verhogen in de grofkorrelige warmte beïnvloede zone. Bij een PWHT moet de houdtemperatuur minstens 740°C zijn met een houdtijd van 1,5 uur om de kerfslagtaaiheid te verhogen.

-Voor T24 was enkel in de grofkorrelige zone met de snelste afkoeltijd (10s) de kerfslagtaaiheid lager dan 34J/cm². De maximale hardheid (352HV10) werd gevonden bij 1.200°C, afkoeltijd 10s. Een PWHT van 735°C gedurende 30 minuten geeft aanvaardbare waarden betreffende hardheid en kerfslagtaaiheid.
 -Voor P24 is een warmtebehandeling na het lassen noodzakelijk om de kerfslagtaaiheid bij kamertemperatuur te verhogen in de grofkorrelige warmte beïnvloede zone.
 Een PWHT bij 700, 730 of 750°C met een houdtijd van 1,5 uur had geen merkbare invloed op de kerfslagtaaiheid.

REHEAT CRACKING PROEVEN

Bij reheat cracking proeven wordt het materiaal onderzocht op gevoeligheid voor intergranulaire scheuren op bedrijfstemperatuur of na een warmtebehandeling (550°C tot 750°C). Hiertoe wordt een isotherme trekproef op lasgesimuleerde trekproefstaven

(Tp1=1.350°C, t8/5=20s) uitgevoerd. Een insnoering beneden 20% is reeds een indicatie dat het materiaal gevoelig is voor reheat cracking.
 -Het V, Ti, B, Nb, W gelegerde T23 met kleine korrelgrootte ASTM 7 is licht gevoelig voor reheat cracking wanneer een warmtebehandeling na het lassen (PWHT) tussen 700°C en 760°C wordt toegepast. Op bedrijfstemperatuur (maximum 585°C ten gevolge van corrosie) en wanneer er geen PWHT is uitgevoerd, is het materiaal niet gevoelig voor reheat cracking.
 -Na een PWHT wordt het P23 met

BIJ REHEAT CRACKING PROEVEN WORDT HET MATERIAAL ONDERZOCHT OP GEVOELIGHEID VOOR INTERGRANULAIRE SCHEUREN OP BEDRIJFSTEMPERATUUR OF NA EEN WARMTEBEHANDELING (550°C TOT 750°C)

grote korrelgrootte ASTM 5 zeer gevoelig voor reheat cracking bij het simuleren van één laspas. Bij dubbele laspas simulatie met een tweede piektemperatuur van 1.000°C verhoogt de insnoering tot boven de 20%, wat erop wijst dat een meervoudige laspas simulatie reheat cracking elimineert.
 -De onderzochte V, Ti, B gelegerde T24/P24 stalen met kleine korrelgroottes ASTM 8 respectievelijk ASTM 9, zijn niet gevoelig voor reheat cracking. Hoge insnoeringen werden gemeten bij de isotherme trekproeven op gesimuleerde proefstaven.
 De resultaten werden voorgesteld op de COST meeting in Freiburg (D). Ook wordt samengewerkt met TNO (Nederland), die een complementair project uitvoeren. Proefgegevens worden uitgewisseld, hetgeen een meerwaarde betekent voor beide projecten.

VERDER ONDERZOEK

Onderzoek op werkelijke rondnaadlassen zullen ons in staat stellen de lasbaarheid van deze materialen verder te beoordelen. Alle bedrijven zijn inmiddels gestart met lassen. Beide 2 1/4Cr stalen worden door TIG-lassen (Gas Tungsten Arc Welding of GTAW), manueel elektrodelassen (Shielded Metal Arc Welding of SMAW) en onderpoederdeklassen (Submerged Arc Welding of SAW) aan zowel homogene als heterogene materialen gelast. In de loop van volgend jaar (2003) zullen deze rondnaadlassen niet-destructief en destructief onderzocht worden en de resultaten hiervan zullen gecorreleerd worden aan bovenstaande bevindingen. Finaal worden aanbevelingen geformuleerd naar het verwerken en veilig gebruik van deze nieuwe materialen. Aan dit onderzoek nemen volgende bedrijven deel:
 Vallourec & Mannesmann, Böhler-Thyssen, Air Liquide/Saf-Oerlikon, Fabricom, CMI: Cockerill Mechanical Industries, CIP: Carnoy Industrial Piping, Stork-Mec, Laborelec, Aib-Vincotte, CRIF, VCL: Vervolmakingscentrum voor Lassers. □

Ing. Johan Vekeman

SEM-foto van lasgesimuleerde trekproefstaven getrokken bij 700 °C. Het breukaspect voor P23 is duidelijk intergranulair

