

Lasfouten / lasonvolkomenheden in lasverbindingen – "lamellar tearing"

In deze aflevering van Laskennis opgefrist, een bewerking van 'Job knowledge for welders' van TWI, gaan we in op de lamellaire scheuren. Omdat men ook in ons land veelvuldig de Engelse benaming gebruikt, noemen we deze hier ook.



Foto 1: Gevolg van een lamellaire scheur, veroorzaakt tijdens het reparatie lassen van een onvolkomen doorlassing.

Lamellar tearing is een fenomeen dat zich kan voordoen als gevolg van lassen, met name in gewalst plaatstaal. Door het walsen ontstaat een karakteristieke walsstructuur, die onder andere gekenmerkt wordt door sterkteafname in de dikterichting. In dit artikel wordt een beschrijving van de karakteristieke eigenschappen, de belangrijkste oorzaken en de meest toegepaste methoden ter minimalisering van het risico weergegeven.

Visuele herkenning

Aanblik

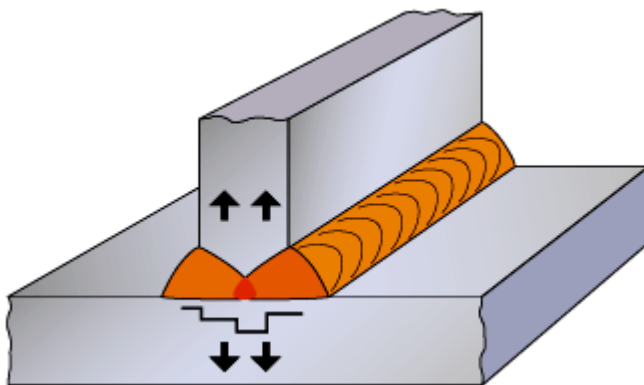
Lamellaire scheuren (terrasbreuk) zijn eenvoudig te herkennen omdat ze onder hoekverbindingen en hoeklassen voorkomen in het basismateriaal, en wel onder de smeltlijn die evenwijdig aan het metaaloppervlak loopt (zie fig.1). De scheuren verlopen trapsgewijs. De scheuren doen zich meestal voor net onder de sluitlaag van de las en onder de doorlassing maar de scheuren zijn altijd het directe gevolg van hoge spanningsconcentraties.

Breukvlak

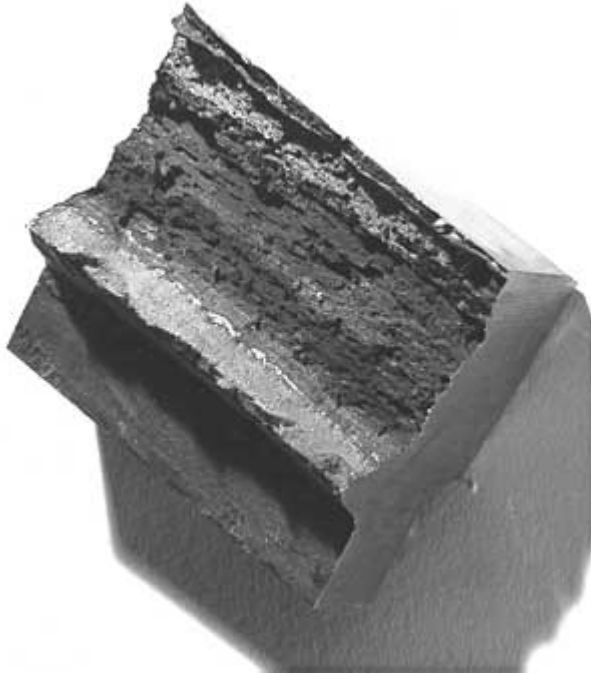
Het breukvlak vertoont een vezelachtige patroon met langerekte parallelle gedeelten. Dit verraadt de lage sterkte van het basismateriaal in de dikterichting (zie fig.2).

Metallografie

Aangezien lamellaire scheuren ontstaan als gevolg van een hoge concentratie van langgerekte insluitingen parallel aan het materiaal oppervlak, zullen de scheuren 'transkristallijn' zijn met een trapsgewijs verloop.



Figuur 1: Lamellaire scheur



Figuur 2: Breukvlakuiteerlijk van een hoekverbinding

Oorzaken

Algemeen wordt aangenomen dat er aan drie voorwaarden moet zijn voldaan voor het ontstaan van lamellaire scheuren:

1. Trekkrachten in de dikterichting. De krimpspanning van een las bijvoorbeeld, wanneer deze aangrijpt in de dikterichting. Aanwezigheid van een starre constructie en een onjuiste lasvolgorde versterken het effect van krimpspanning.
2. Las oriëntatie. De smeltlijn moet ruwweg evenwijdig aan het basismateriaal oppervlak lopen.
3. Het materiaal moet gevoelig zijn voor lamellaire scheurvorming, dwz. het materiaal moet een duidelijk verslechterde ductiliteit hebben in de dikterichting. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van uitgewalste insluitingen, zoals sulfiden en silicaten.

Al met al kan gezegd worden dat het risico op lamellaire scheuren toeneemt, wanneer de spanning die door krimpkracht wordt veroorzaakt loodrecht op de dikterichting staat. Het risico neemt ook toe naarmate het waterstofniveau in het lasmetaal oploopt.

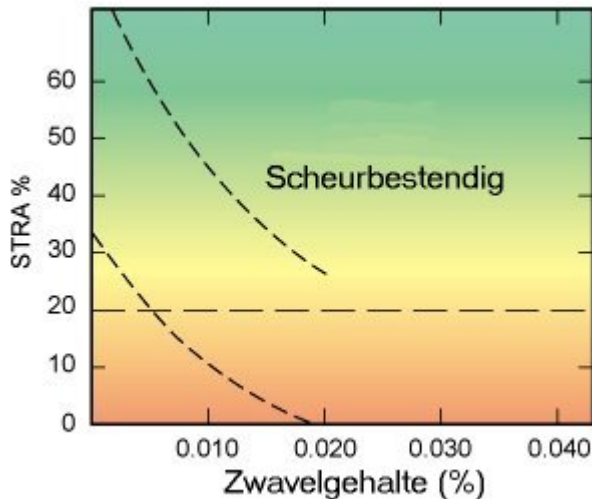
Preventieve maatregelen

Zowel de materiaalkeuze, de lasnaadvorm, het lasproces, de toevoegmaterialen, het voorwarmen, alsmede het, voorafgaand aan het verbindingslassen, oplassen van het basismateriaal: het werkt allemaal mee bij het terugdringen van het risico op lamellaire scheurvorming.

Materiaal

Zoals gezegd: lamellaire scheuren ontstaan uitsluitend in gewalste plaatstaal en dus niet in smeedstaal en gietstaal. In principe is de gevoeligheid voor lamellaire scheuren niet gekoppeld aan bepaalde staaltypen. Alle staalsoorten met een geringe reductiefactor (z-faktor) in dikterichting hebben een verhoogde gevoeligheid voor lamellaire scheurvorming. In het algemeen geldt dat staalsoorten met een reductiefactor groter dan 20% zeer weinig gevoelig zijn- en staalsoorten met een reductiefactor onder de 10 - 15% een duidelijk verhoogde gevoeligheid hebben voor het ontstaan van lamellaire scheuren.

Staalsoorten met een verhoogde sterkte zijn eveneens verhoogd gevoelig, in het bijzonder bij wanddikten vanaf 25mm. Ontzwaveld staal (<0,005% S) is duidelijk minder gevoelig. Staalleveranciers kunnen plaatmateriaal leveren met zg. TTP-waarden ('Through Thickness Properties'), met een gegarandeerde reductiefactor van boven de 20% (fig. 3).



Figuur 3: Relatie reductiefactor ("STRA"; Short Transverse Reduction in Area)-zwavelgehalte m.b.t. 12,5 tot 50 mm dikke plaat.

Lasnaadvorm

Lamellaire scheuren doen zich voor onder lasverbindingen die in de dikterichting een hoge krimpspanning veroorzaken, in het bijzonder bij hoekverbindingen en T-naden. Vooral als de lasnaad volledig doorgelast wordt is de kans op lamellaire scheuren groot. Aangezien door krimpvervorming de krimpspanning in de doorlassing en in de sluitlaag behoorlijk kan oplopen, kunnen er ook scheuren ontstaan in dikke gedeeltes waar krimpvervorming vrij spel krijgt (fig. 4).

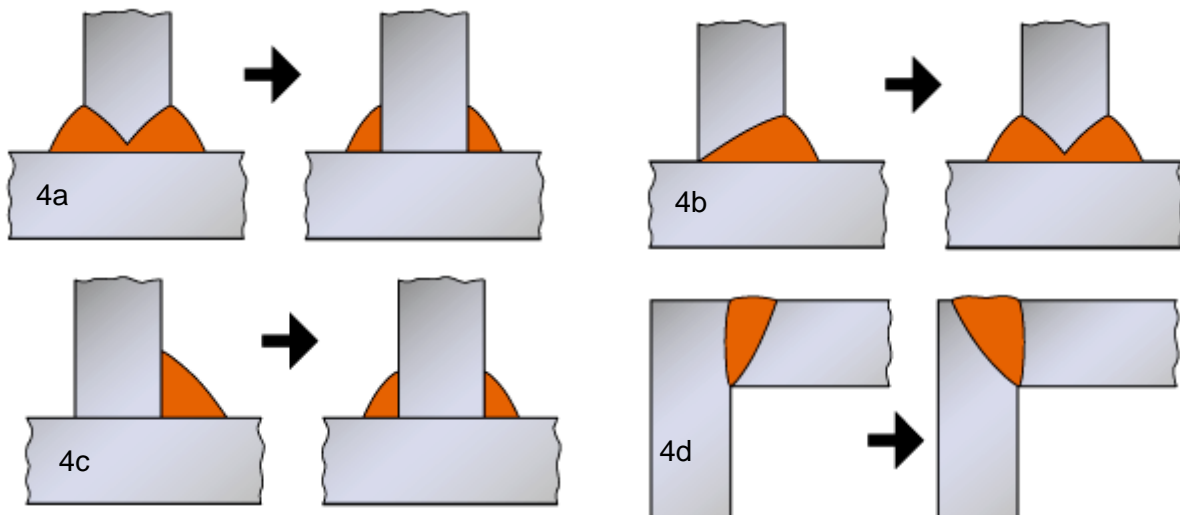


Fig. 4: Aanbevolen lasnaadvormen ter vermindering van het risico op lamellaire scheuren.

Onderstaand vindt u een aantal praktische aanwijzingen:

- Gebruik bij T-verbindingen bij voorkeur (twee) hoeklassen, aangezien volledig doorgelaste naden eerder lamellaire scheuren vertonen (fig. 4a).
- Moet er volledig doorgelast worden, kies dan voor dubbelzijdig gelaste naden in plaats van enkelzijdig gelaste naden. Dit levert - afgezien van het

Laskennis opgefrist nr. 34: Lasfouten / onvolkomenheden in lasverbindingen – "lamellar tearing"

economische voordeel vanwege de ca. 50% geringere lasnaadinhoud - een, met het oog op de krimpspanning, goed uitgebalanceerde situatie op die een sterk verlaagd scheurrisico meebrengt (fig. 4b).

- Vervang grote enkelzijdige hoeklassen door kleinere dubbelzijdig gelaste (fig. 4c).
- Het zodanig ontwerpen van lasnaadvormen, dat er geen smeltlijnen evenwijdig aan plaatoppervlakten lopen is de meest effectieve maatregel (fig. 4d).

Lasnaad afmetingen

Lamellaire scheuren zullen eerder ontstaan onder grote lasnaden, en met name wanneer de beenlengte van de hoeklas- cq. de diepte van de stompe lasnaad groter wordt dan 20mm.

Lasproces

Doordat het basismateriaal en de lasnaadvorm de belangrijkste invloedsfactoren zijn bij de vorming van lamellaire scheuren, heeft het lasproces slechts een relatief geringe invloed. Toch zullen processen die relatief veel warmte en dus ook brede warmte beïnvloede zones en een diepe inbranding veroorzaken, het risico van lamellaire scheuren verminderen.

Aangezien waterstof altijd een risicofactor is m.b.t. scheurvorming zal ook het lamellaire scheurrisico verlaagd worden wanneer een lasproces met een gering waterstofaanbod wordt gebruikt.

Lastoevoegmateriaal

Toevoegmaterialen met een lage rekgrens zorgen ervoor dat de krimpspanning grotendeels wordt opgenomen door het lasmetaal. Dunne elektrode diameters helpen om dunne rupsen te trekken waardoor relatief weinig krimpspanning op het basismateriaal wordt uitgeoefend.

(Overigens geldt ook, dat veel (dunne) rupsen totaal meer krimp opleveren dan weinig (dikke) rupsen). Uiteraard geldt ook hier dat laag waterstofhoudende toevoegmaterialen het kunnen bijdragen aan het verlagen van het scheurrisico. De toevoegmaterialen dienen overeenkomstig de voorschriften van de leveranciers te worden behandeld.

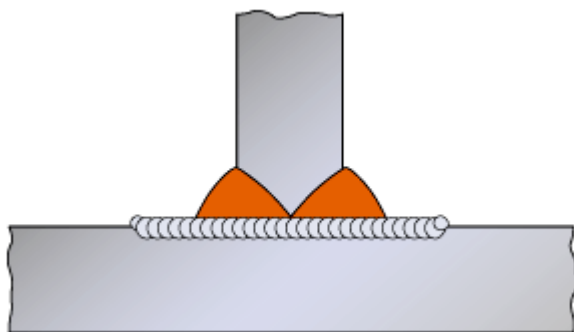
Voorwarmen

Voorwarmen reduceert de hoeveelheid waterstof die opgelost achterblijft in het lasmetaal. Houd er overigens goed rekening mee dat een star aangebouwde lasverbinding (waarin de krimpspanning na het lassen hoog oploopt) die hoog wordt voorgewarmd uit hoofde van waterstofscheurpreventie na het afkoelen aan een te hoge krimpspanning kan overlijden.

Voorwarmtechnieken moeten daarom uitsluitend worden toegepast met het oog op waterstofscheuren, maar op een zodanige lage temperatuur en omvang, dat het spanningsniveau na het afkoelen niet te ver wordt opgevoerd.

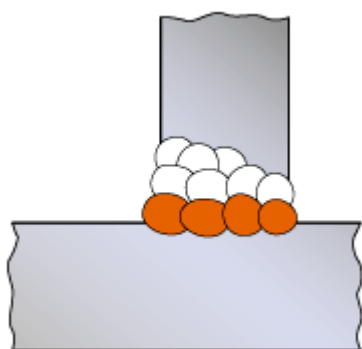
Oplassen

Het aanbrengen van low-yield lasmetaal (lasmateriaal met een lage rekgrens) op het oppervlak van de voor lamellaire scheuren vatbare plaat wordt al op ruime schaal toegepast.



Figuur. 5A Oplassing (buttering) op het oppervlak van de verdachte plaat.

Zoals aangegeven in fig.5a kan de plaatoppervlakte zo worden voorbereid dat de opgelaste laag 5 tot 10 mm dik is en 15 tot 25 mm aan weerszijden buiten de las uitsteekt.



Figuur. 5B In-situ oplassing (buttering).

In-situ oplassen - voorafgaande het vullen van de naad (zie fig. 5b) is eveneens met succes toegepast. Voordat men deze methode toepast dient men het ontwerp opnieuw door te rekenen en er zich van te vergewissen dat de sterkte van de uiteindelijke las aan de gestelde eisen voldoet.

Keuringscriteria

Aangezien lamellaire scheuren in de categorie 'lineaire lasdefecten met scherpe randen' vallen zijn ze niet toegestaan voor laswerk dat moet voldoen aan de kwaliteitsniveau's B, C en D volgens NEN-EN-ISO 5817.

Waarneming en inspectie

Wanneer een lamellaire scheur het oppervlak bereikt is detectie zowel visueel als d.m.v. penetrant- of magnetischonderzoek goed uitvoerbaar. Inwendige scheuren kunnen uitsluitend middels ultrasoononderzoek worden aangetoond, maar het is niet eenvoudig om lamellaire scheuren te onderscheiden van slakinsluitels. Door

hun oriëntatie zijn lamellaire scheuren praktisch niet aantoonbaar te maken met behulp van radiografische technieken.

Reparatie

De gedetecteerde scheuren uitslijpen of gutsen en daarna controle met penetrant- of magnetischonderzoek of de scheuren in z'n geheel zijn verwijderd. Aansluitend de verbinding opnieuw lassen volgens een vooraf opgestelde reparatielasprocedure. Reparaties zijn zeer tijdrovend (duur) omdat de scheuren tot op aanzienlijke diepte in de plaat voor kunnen komen.

Deze aflevering in de rubriek 'Laskennis opgefrist' is een bewerking van 'Job Knowledge for welders Part 48' uit TWI Connect door Henk de Jong, geactualiseerd eind 2008.

Inlichtingen

Nederlands Instituut voor Lastechniek
Boerhaavelaan 40
2713 HX Zoetermeer
Website: www.nil.nl
e-mail: info@nil.nl

Informatie en advies van het NIL wordt verstrekt in goed vertrouwen en is gebaseerd op de huidige stand der technische kennis. Er kan geen garantie verleend worden aan de resultaten of effecten door toepassing van de informatie van deze website. Ook kan er geen verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid geaccepteerd worden voor iedere vorm van verlies of schade .