

# KWALITEITSCONTROLE VAN LASSEN DOOR AKOESTISCHE EMISSIE

VEELBELOVENDE NIET-DESTRUCTIEVE ONDERZOEKSTECHNIEK

Een veelbelovende methode voor kwaliteitsborging is akoestische emissie. Deze methode is een niet-destructieve onderzoekstechniek die toegepast kan worden tijdens het productieproces. Ze biedt de mogelijkheid de kwaliteit van alle lassen te testen. Akoestische emissiekwaliteitscontrole als niet-destructieve, vergelijkende testmethode is ontwikkeld gebaseerd op het feit dat elk materiaal natuurlijke trillingen vertoont en dat machines en processen geluiden uitstoten.

K. Faes (BIL), P. Van Rymentant (KU Leuven)

## ONDERZOEK

De conventionele kwaliteitsborgingstechnieken volgens de norm EN ISO 17635 bereiken in sommige gevallen hun grenzen, zowel technisch als economisch. Dit is zeker zo wanneer lasverbindingen in dunne metalen platen getest moeten worden. Ultrasoon onderzoek bijvoorbeeld kan slechts gedeeltelijk lasfouten detecteren. Dit is zelfs nog meer het geval voor processen waarbij de geometrie van het werkstuk door het lassen gewijzigd wordt, zoals bij projectielassen. Ook behandelen de Europese normen voor ultrasoon onderzoek het testen van dunne materialen verbonden door druklasprocessen niet (diktes kleiner dan 8 mm) (cf. EN ISO 11666). Akoestische emissie (AE) is in dat opzicht veelbelovend.

## AKOESTISCHE EMISSIE

Akoestische emissie is een niet-destructieve onderzoekstechniek, waarbij er geen gebruikgemaakt wordt van geluidsgolven die door het materiaal gestuurd worden zoals bij ultrasoon (US) onderzoek, maar die het geluid gebruikt dat door een materiaal of proces zelf wordt geproduceerd. Materialen maken bij een voldoende hoge belasting hoorbare geluiden. Voorbeelden daarvan zijn het gekraak van buigende masten van zeilboten en het 'schreeuwen' van tin bij vervorming. AE verschilt ook van US-onderzoek, omdat met AE dynamische verschijnselen kunnen worden gedetecteerd. Het defect zendt zelf de AE-signalen uit.

## TOEPASSINGEN

Een belangrijk toepassingsgebied van akoestische emissie is het bewaken van technische constructies. Met AE kan bijvoorbeeld het ontstaan van waterstofscheuren en vermoeiingsscheuren worden gedetecteerd. Ook excessieve deformatie van een constructie kan tijdig worden waargenomen. Een ander belangrijk toepassingsgebied is ook het detecteren van lekkages in pijpleidingen, kleppen of opslagtanks.

## TOEPASSINGEN VOOR LASPROCESSEN

In bijna alle lasprocessen treden dynamische verschijnselen op, die verschillende karakteristieke geluidsbronnen hebben. Daardoor werden talrijke onderzoekers al snel aangetrokken tot de technologie van de akoestische emissie om lasprocessen te evalueren. Volgens de literatuur werd controle via akoestische emissie uitgevoerd voor alle karakteristieke fasen van het lasproces: tijdens het lasproces zelf, onmiddellijk na het lassen en tijdens de levensduur van de las. De fundamentele doelstelling van controle via AE tijdens het lassen, tijdens het afkoelen of bij het beproeven van de lassen, is het verkrijgen van nuttige informatie over de kwaliteit van de verbindingen en de geschiktheid van de gebruikte lasparameters. Het belangrijkste kenmerk van de techniek van akoestische emissie, in tegenstelling

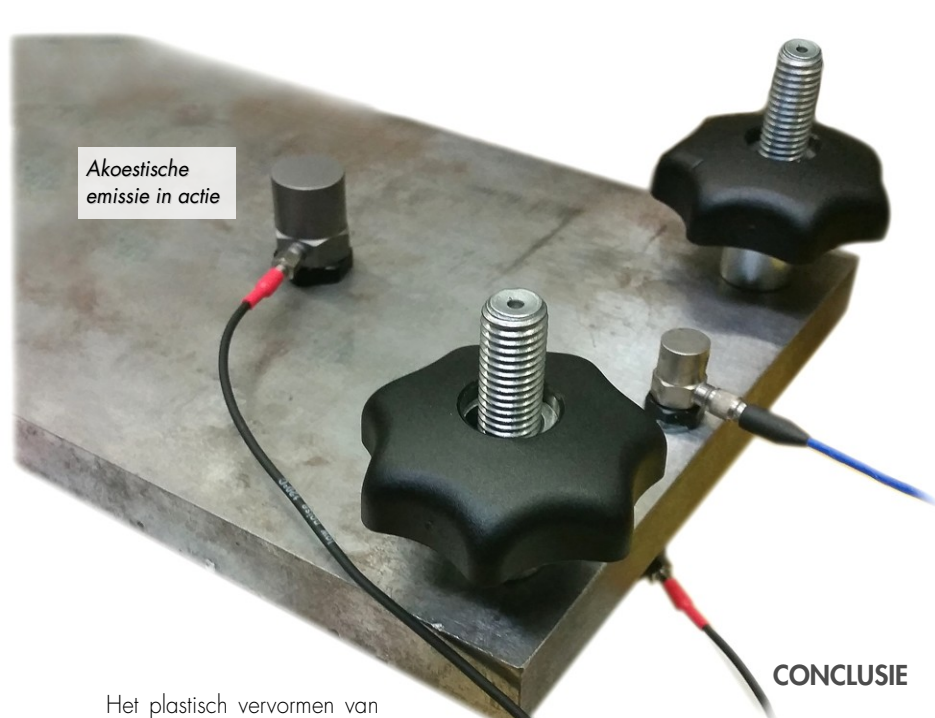
tot andere niet-destructieve testmethoden, is dat de gegevens realtime zijn, zodat oorzaken van lasfouten effectiever bepaald kunnen worden. De brede toepassing van deze techniek wordt geïllustreerd door voorbeelden van de controle van onderpoederdek-, TIG- en weerstandpuntlassen. Akoestische emissie kan worden gebruikt om defecte lassen te detecteren en kan bij benadering de omvang van de defecten bepalen. Bovendien kan de mogelijke scheurgroei worden gerelateerd aan andere dynamische lascondities. Door het bepalen van het exacte moment waarop de lasdefecten worden gevormd, kan de oorzaak van die defecten beter worden begrepen. Toepassingen van akoestische emissiemetingen in productielijnen kunnen nu worden toegepast, maar empirische kalibratie is vereist voor elke toepassing. De techniek is ook niet als inspectiemethode gekwalificeerd, maar wanneer deze gebruikt wordt ter aanvulling van de gevestigde lasinspectiemethodes, kan akoestische emissiecontrole leiden tot het verminderen van de kosten van het herwerken en tot een verbetering van de laskwaliteit.

## WEERSTANDLASSEN

Akoestische emissie tijdens het weerstandpuntlassen kan informatie geven over de sterkte van de las, de grootte van de laslens, de lasimperfecties en de totale lengte van scheuren. Er zijn een aantal fasen in de vorming van een weerstandpuntlas, waarbij akoestische signalen worden geëmitteerd. Deze kunnen allemaal worden gedetecteerd door een piezo-elektrische transducer, gemonteerd op de elektrodehouder van het lastoestel. Signalen kunnen worden gedetecteerd tijdens het eerste elektrodecontact en tijdens het opnieuw openen van de lastang, en voorts tijdens het uitzetten, rekristallisatie, solidstatetransformaties, plastische vervorming, smelten, verdampen, stollen, en soms bij het scheuren van de las (indien dit het geval is). Omdat de amplitude het grootst is bij de spatgrens, is het mogelijk om het begin van spatten te bepalen door middel van de gemeten stroom. De spatgrens is de stroomsterkte waarbij er niet geen spatvorming optreedt van de weerstandlas.



Weerstandpuntlassen



## CONCLUSIE

Het plastisch vervormen van de elektrode kan worden beperkt door het gebruik van de AE-signalen, omdat op deze manier het opwarmen van de elektrode verminderd wordt. Dit leidt tot een langere levensduur van de elektroden. Een nadeel van de procedure is dat het verwerken van de signalen omslachtig is wanneer veel puntlassen worden gerealiseerd. Bij het weerstandlassen van gecoate materialen kan het AE-signaal worden gebruikt dat wordt uitgezonden wanneer de zinklaag verdampt om het proces te controleren.

Resultaten voor puntlassen van DC01 toonde de mogelijkheden aan om met deze techniek de lasparameters te optimaliseren en de laskwaliteit te voorspellen. Er werd geconcludeerd dat een analyse van de akoestische emissie nuttige informatie verschaftte over de vorming van de laslens. De AE-metingen bleken een betere indicator te zijn voor het voorspellen van spatten dan de gemeten elektrische en/of mechanische parameters. Een ander voordeel van de methode is dat het mogelijk is om te voorspellen wanneer de elektrode onderhevig is aan slijtage. De methode maakt het ook mogelijk om verbeterde puntlascontrolealgoritmen te ontwikkelen. [1] [2]

## WRIJVINGSBASEERDE LASPROCESSEN

Er wordt in de literatuur gerapporteerd dat het AE-signaal gebruikt kan worden om het wrijvingsroerlasproces te monitoren ('friction stir'-lassen), naast de andere controleparameters. [3]

In [4] wordt een onderzoek beschreven voor de ontwikkeling van een inline kwaliteitscontrolestelsel voor het wrijvingslassen met behulp van AE-technieken.

Als een van de belangrijkste resultaten werd bevestigd dat AE-technieken op betrouwbare wijze toegepast kunnen worden voor de beoordeling van de kwaliteit van de wrijvingslassen (sterkte van de las) met een betrouwbaarheid van 95%.

In [5] wordt het gebruik onderzocht van een contactloze, audiogebaseerde akoestische sensor voor het monitoren van de laskwaliteit tijdens het wrijvingslassen van koper aan roestvast staal.

Door de resonantiefrequentie van het audiosignaal te analyseren, kon de laskwaliteit in drie categorieën worden geclassificeerd (aanvaardbaar, voorwaardelijk aanvaardbaar en onaanvaardbaar), op basis van het percentage van de metallurgische integriteit van de lasinterface.

Tijdens het maken van een lasverbinding ontstaat er een akoestische emissie, ten gevolge van de vorming van de las, het ontstaan van defecten of storende invloeden. De vorm waarin akoestische emissie optreedt, is afhankelijk van het lasproces, het materiaal, de temperatuur en de geometrie van het werkstuk. Door gebruik van de correcte apparatuur en de bijbehorende analysesoftware kunnen de verschillende bronnen van akoestische emissie onderscheiden worden en kunnen mogelijke lasfouten worden aangegeven. Bovendien kan een indicatie worden gegeven over de ernst van de lasfout. Bij sommige processen, zoals het puntlassen, is het ook mogelijk om de sterkte van de verbinding te bepalen.

## VERDER ONDERZOEK

De akoestische emissie is echter sterk afhankelijk van onder andere het lasproces en het materiaal. Voor in een specifiek geval akoestische emissie toegepast kan worden, moet eerst een uitgebreid vooronderzoek worden uitgevoerd omtrent de signalen van de optredende fouten en storingen. Praktijktesten moeten ook worden uitgevoerd. Deze methode moet experimenteel worden getoetst, waarbij ook moet worden bepaald of een schadelijk defect kan worden gedetecteerd. Hiervoor moet bekend zijn wat de toelaatbare afmetingen van een defect zijn.

Indien alle schadelijke defecten detecteerbaar zijn, en de ernst ervan bepaald kan worden met behulp van de AE-techniek, kan een richtlijn worden gegeven voor een inspectiecriteria. Om de mogelijkheden van deze techniek in kaart te brengen en aan de praktijk te toetsen, zal het BIL bij voldoende industriële interesse een onderzoeksproject opstarten. Het doel is het evalueren van deze techniek voor verschillende lasprocessen. Daarnaast zullen industriële cases worden ontwikkeld om het potentieel van de techniek aan te tonen. De inbreng van de industrie is hierbij wel noodzakelijk. Bedrijven die interesse hebben om dit onderzoek op te volgen, of om actief deel te nemen, kunnen contact opnemen met het Belgisch Instituut voor lastechnik. □

## Referenties

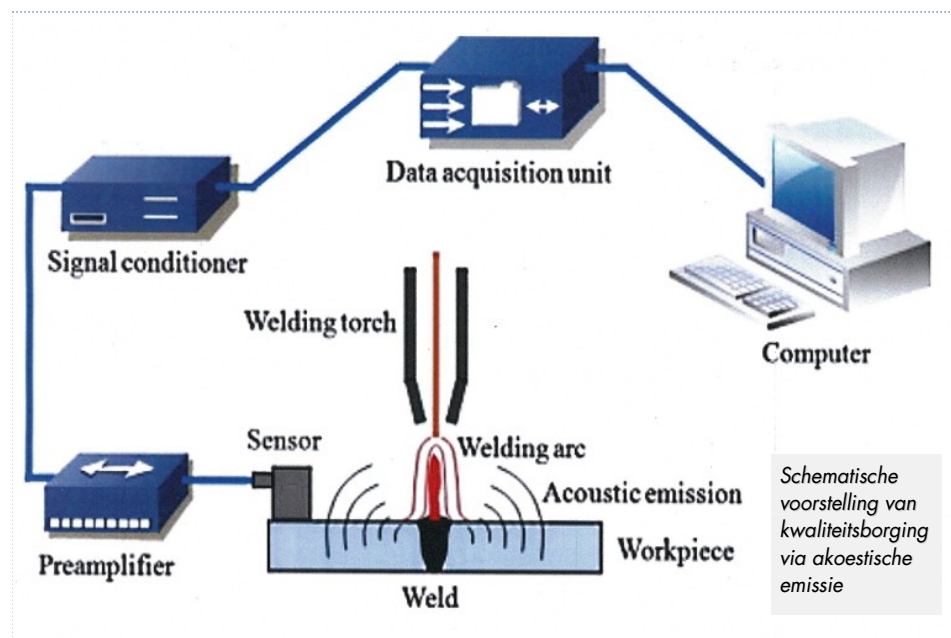
[1]: T. Kek, J. Grum, Ivan Polajnar. *Proceedings van de conferentie '10th International Conference of the Slovenian Society for Non-Destructive Testing - Application of Contemporary Non-Destructive Testing in Engineering'*, 1-3 Sept, 2009, Ljubljana, Slovenië, p. 243-250.

[2]: P. Podržaj, I. Polajnar, J. Diaci & Z. Kariž. *Estimating the strength of resistance spot welds based on sonic emission. Science and Technology of Welding and Joining*, Vol. 10, 2005 - Issue 4, p. 399-405.

[3]: Y. Lee, Md. A. Mowazzem Hossain, S. Hong, Y. Yum, & K. Park. *Characterization of Friction Stir Spot Welding of Aluminum Alloys using Acoustic Emissions. Proceedings of the 21st International Offshore and Polar Engineering Conference*, 2011.

[4]: S.K. Oh, J.H. Oh, T.E. Jeon. *Development of real-time evaluation of friction welding by acoustic emission. Proceedings of the Fifth (1995) International Offshore and Polar Engineering Conference, The Hague, The Netherlands, June 11.16, 1995*

[5]: D.A. Hartman, T.J. Lienert, W.L. Stellwag, M.J. Cola, V.R. Davé, I.E. Brazil. *Acoustic Monitoring of Inertia Friction Welded Austenitic Stainless Steels: Initial Studies.* [https://app.aws.org/conferences/abstracts/03\\_D\\_df](https://app.aws.org/conferences/abstracts/03_D_df)



Schematische  
voorstelling van  
kwaliteitsborging  
via akoestische  
emissie