

Beheersmaatregelen voor lasrook in de laswerkplaats

Door Ing. W. Pors EWE
Nederlands Instituut voor Lastechniek

Ten aanzien van lasrook, afkomstig van metalen, geldt momenteel een Maximale Aanvaarde Concentratie (MAC-waarde) van 5 mg per m³ lucht. Op medische gronden wil men in de toekomst deze waarde teruggebracht zien naar 1 mg/ m³.

Vooruitlopend op deze waarde van 1 mg/ m³ geldt met ingang van 1 januari 2003 een wettelijke MAC-waarde voor lasrook afkomstig van ongelegeerd staal van 3,5 mg/ m³. Veel bedrijven kunnen heden nog niet voldoen aan deze aangescherpte waarde. Daarom is een grootse en breed gedragen voorlichtingscampagne opgezet, teneinde het bedrijfsleven te informeren omtrent deze aanscherping. Deelnemers in deze voorlichtingscampagne zijn in alfabetische volgorde: het CNV, de FME-CWM, het FNV, de Metaalunie, het Ministerie van Sociale Zaken, het NIL, Syntens, de Unie en de VHP Metalektro.

Doel van deze publicatie is om basisinzicht te geven in de factoren die de lasrookontwikkeling beïnvloeden, alsmede van het aangeven van mogelijk te ondernemen stappen ter verbetering van het klimaat in de laswerkplaats.

Inleiding

Bij het lassen en thermisch snijden kan de lasser alsook zijn omgeving bloot worden gesteld aan onder meer de volgende factoren:

- de warmtestraling, afkomstig van de warmtebron, nodig om het metaal tot smelten te brengen
- de zichtbare lichtstralen, afkomstig van de elektrische boog bij de booglasprocessen
- onzichtbare ultraviolette en infrarode stralen vanuit de elektrische boog
- geluid afkomstig van de elektrische boog of het snijgas
- spatten vanuit de boog en het smeltbad
- lasrook, ontstaan door het tot smelten brengen van het te lassen materiaal cq. het lastoevoegmateriaal.

Tegen de meeste factoren zal de lasser zich beschermen, daar hij daarvan directe hinder ondervindt. Ten aanzien van de lasrook ligt dat vaak anders. Veel onbegrip en onkunde zorgen ervoor dat veel lassers de geadviseerde beschermende maatregelen als een onnodige belemmering bij de uitoefening van hun beroep ervaren. Ook veel managers onderkennen de gevaren verbonden aan het lassen, zeker ten aanzien van de lasrook, onvoldoende.

In dit artikel wordt alleen ingegaan op de lasrookproblematiek bij het lassen en snijden van metalen, zonder de gezondheidskundige aspecten ervan te belichten.

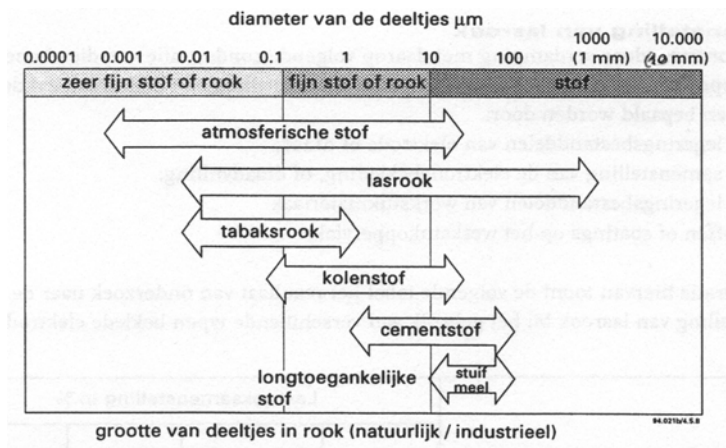
Wat is lassen?

Lassen is het verbinden van materialen, waarbij de materialen op de verbindingsplaats in vloeibare- of deegachtige toestand worden gebracht door toedoen van warmte, en/of druk, terwijl al of niet materiaal met dezelfde of ongeveer dezelfde smelttemperatuur als het te verbinden materiaal wordt toegevoegd. De eis is dat continuïteit tussen de te verbinden delen ontstaat.

In de definitie is aangegeven dat de materialen minimaal in de deegachtige toestand moeten worden gebracht voordat ze kunnen worden verbonden. Hiervoor is warmte nodig die, afhankelijk van het lasproces, afkomstig kan zijn van een elektrische boog, een brandbaar gasmengsel of een chemische reactie. De warmtebron zal voldoende capaciteit moeten hebben om de materialen tot smelten te kunnen brengen. Te verwachten is dan ook dat door de hoge temperatuur die tijdens het smeltlassen alsook het thermisch snijden optreedt, allerlei gassen en dampen alsmede stof vrij kunnen komen, die een min of meer schadelijk invloed kunnen hebben op de gezondheid van de lasser en die van andere personen in laswerkplaats.

Wat is lasrook?

Onder lasrook wordt algemeen verstaan de bij het lassen vrijkomende dampen en stof. Eveneens kunnen er gassen ontstaan. Het in de lasrook aanwezige stof maakt de lasrook veelal zichtbaar en is, al naar gelang de deeltjesgrootte long toegankelijk dan wel niet-longtoegankelijk (zie figuur 1.)



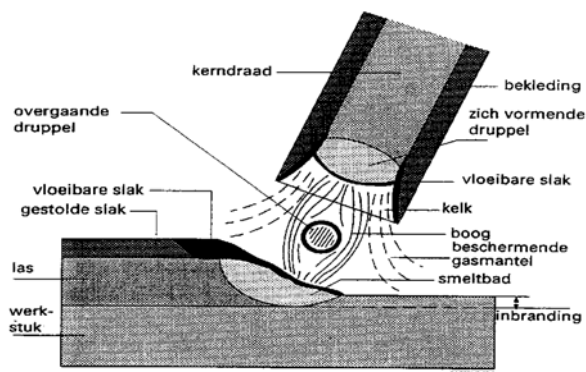
Figuur 1 Deeltjesgrootte van lasrook in vergelijking met ander stof.

Tegen deze stofontwikkeling worden veelal maatregelen genomen omdat die als direct hinderlijk wordt ervaren.

De gassen en dampen daarentegen echter zijn niet zichtbaar. Gassen die kunnen ontstaan zijn onder meer ozon (ten gevolge van de inwerking van de ultraviolette straling op de in de lucht aanwezige zuurstof), nitreuze dampen en koolmonoxide. De gassen en dampen kunnen zowel toxisch als niet toxisch zijn. Op de inwerking van de verschillende stoffen op het menselijk lichaam wordt hier niet ingegaan, daar de effecten ervan, zeker op de langere termijn, niet eenduidig zijn.

Ontstaan van lasrook

Om een metaal tot smelten te brengen is warmte nodig. De plaatselijke warmtetoevoer zal groter moeten zijn dan de warmte-afgifte naar het omringende materiaal (warmtegeleidingsvermogen) of naar de omgeving tengevolge van warmte-uitstraling. Dit houdt in dat het gesmolten metaal kan worden oververhit, zal verbranden en dat daardoor metaaldampen vanuit het smeltbad zullen ontstaan. Bovendien wordt meestal nog gesmolten materiaal toegevoegd, gevormd door de elektrische boog die tussen de elektrode en het werkstuk brandt. In figuur 2 is schematisch het metaaltransport bij het lassen met een beklede elektrode weergegeven.



Figuur 2 Metaaltransport door de boog bij het lassen met beklede elektrode.

Het toevoegmateriaal zal, ten gevolge van het transport door de boog, een hogere temperatuur hebben dan het smeltbad zelf, waardoor relatief gezien meer metaaldampen ontstaan tijdens dit transport. Met andere woorden: de meeste metaaldampen zijn afkomstig van het stroomvoerende toevoegmateriaal.

Een uitzondering vormt het toevoegmateriaal bij het TIG-lassen; dit wordt zijdelings in de boog gebracht en door de boogwarmte tot smelten komt. Het metaaltransport bij het TIG-lassen is dus afwijkend van dat bij de meeste andere booglasprocessen.

Bij het lassen met beklede elektroden smelt de bekleding even snel af als de kerndraad. Vanuit de gesmolten bekleding ontstaan ook dampen en mogelijk gassen, daar deze uit metallische en soms ook uit organische componenten bestaat. Deze gassen en dampen van de bekleding komen in de omgevingslucht terecht.

Door de ultraviolette straling uit de elektrische boog ontstaat, onder inwerking van deze straling, vanuit de zuurstof in de omgevingslucht ozon. Aan dit onzichtbare gas worden in het algemeen toxische eigenschappen toegekend.

Ook zijn er booglasprocessen waarbij de afscherming van het smeltbad wordt verkregen door de omgevingslucht rond de boog te verdringen door een beschermend gas. Naast inerte gassen, zoals bijvoorbeeld argon, bestaan ook CO₂-houdende menggassen. Het CO₂ zal CO doen ontstaan:
$$\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}$$

Niet alleen bij het lassen ontstaat rook, ook bij de thermische snijprocessen wordt rook gevormd. Doordat bij het thermisch snijden het te verwijderen materiaal wordt verbrand ontstaan bovendien allerlei oxiden en nitriden die als stof in de snijrook voorkomen. Tevens ontstaan gassen als onder andere NO_x (NO + NO₂) die giftig zijn.

Welke gassen en stoffen ontstaan is afhankelijk van het toegepaste las- of snijproces. De mate van gas- en lasrookontwikkeling, ook wel lasrookemissie genoemd, wordt voor de bekendste en meest toegepaste las- en snijprocessen besproken. Er wordt in deze publicatie niet ingegaan op de principes van de lasprocessen zelf; zij worden als bekend verondersteld. Wel wordt beknopt ingegaan op de wijze van lasbadbescherming zoals die bij de verschillende lasprocessen optreedt.

Indeling las- en snijprocessen naar lasrookvorming

Lasprocessen

Zoals gezegd wordt bij het lassen het materiaal vloeibaar gemaakt door warmtetoevoer. De in de omgevingslucht aanwezige gassen zoals zuurstof en stikstof hebben de eigenschap te diffunderen in het vloeibare materiaal. Zij vormen allerlei verbindingen zoals oxiden en nitriden die aan het lasmetaal negatieve eigenschappen geven. Een bekend fenomeen is bijvoorbeeld de vorming van ijzernitriden in het staal, met als gevolg een afname van de taaiheidseigenschappen van het staal met verloop van de tijd. Dit fenomeen is bekend als de zogenaamde “veroudering” van het staal.

Het gevormde smeltbad en de van de elektrode afkomende metaaldruppels moeten dus beschermd worden tegen de inwerking van de omgevingslucht. Zo zijn de volgende methoden van bescherming van het smeltbad ontwikkeld:

- bescherming door slak en gas; deze wijze van bescherming is aanwezig bij het lassen met beklede elektroden alsook bij het onder beschermgas lassen met gevulde draad
- bescherming door slak, zoals bij het onder poeder lassen het geval is
- bescherming door een extra toegevoerd gas. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar het lassen met afsmeltende elektroden zoals het MIG-/MAG-lassen alsook het lassen met niet-afsmeltende elektrode zoals het TIG-lassen
- bescherming door een vacuüm, zoals bij het elektronenstraal lassen.

Een andere wijze van badbescherming is die waarbij stoffen uit de vulling van een gevulde draad zich binden met de zuurstof en de stikstof uit de rond het smeltbad en de boog aanwezige lucht. Bij deze wijze van lassen wordt geen extra bescherming rond de boog en het smeltbad aangebracht. Dit lasproces is bekend als het lassen met gasloze draad, ook wel “open-arc” lassen genoemd. Ook het autogeen lassen kan in principe tot deze wijze van badbescherming worden gerekend.

Thermische snijprocessen

Bij de thermische snijprocessen wordt ook een smeltbad gevormd dat echter nu door middel van een overmaat aan zuurstof verbrandt dan wel wordt weggeblazen. Oxidatie van het smeltbad en dus van metallische componenten is het gevolg. Naast de hoeveelheid extra lawaai die de processen kenmerken ontstaat een grote hoeveelheid stof. Bij de thermische snijprocessen moeten dus ook maatregelen genomen worden ter bescherming van de uitvoerder van het snijden.

De benodigde warmte kan worden ontwikkeld uit een elektrische boog dan wel uit een autogene vlam. Snijprocessen waarbij een elektrische boog wordt gebruikt zijn onder meer de verschillende varianten van het plasmasnijden. De varianten op deze processen berusten op de verschillende toepasbare

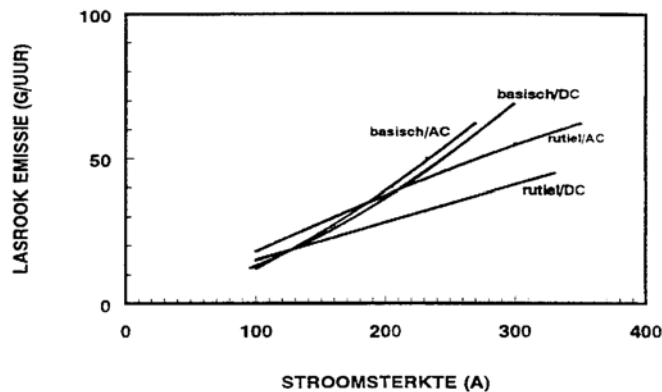
snijgassen, van argon-waterstof combinaties via stikstof tot perslucht. Deze processen worden hier verder niet behandeld.

Daarnaast zijn er nog een aantal thermische methoden waarmee defecten uit lasnaden kunnen worden verwijderd. Hierbij moet gedacht worden aan het koolboog alsook het autogeen gutsen. Bij de eerste methode wordt een elektrische boog onderhouden tussen een koolstofelektrode en het werkstuk. Het gevormde smeltbad wordt met perslucht weggeblazen, terwijl dat via de autogeenmethode, zoals bij het autogeen snijden, wordt verbrand. Het zal duidelijk zijn dat bij deze methoden ook gassen en stof vrijkomen. Zeker het koolbooggutsen is te onderkennen als een methode waarbij zeer veel stof ontwikkeld wordt. Ook is de geluidsbelasting bij deze methode zeer hoog. Het grote voordeel van deze methode van verwijderen van defecten is echter dat deze tijdens de bewerking in de boog zichtbaar zijn.

Op de verschillende snij- en gutsprocessen wordt hier niet verder ingegaan.

Invloedsfactoren op het ontstaan van lasrook en gassen

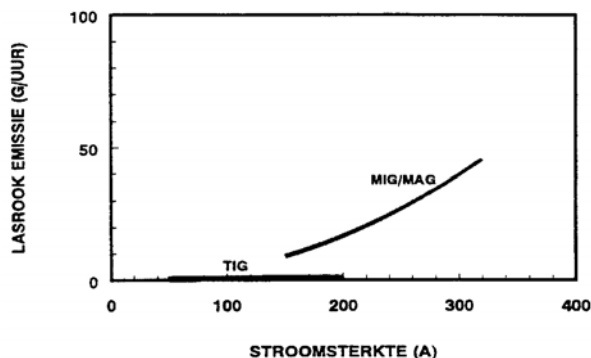
Per proces komt een hoeveelheid lasrook vrij; de hoeveelheid is onder meer afhankelijk van de toegepaste lasstroomsterkte, de stroomsoort en het type toevoegmateriaal. Zo is in figuur 2 te zien wat de invloed van de stroomsterkte en de stroomsoort is op de hoeveelheid ontwikkelde lasrook bij de twee meest toegepaste beklede elektroden, namelijk de rutiel en basische elektroden. Het type bekleding bepaalt de toepassing, de mechanische eigenschappen en de lasbaarheid van een elektrode. Op deze aspecten wordt niet verder ingegaan.



Figuur 2 Invloed stroomsterkte en de stroomsoort op de hoeveelheid ontwikkelde lasrook bij het lassen met verschillende typen elektroden.

Uit de grafiek is af te leiden dat basische elektroden meer lasrook ontwikkelen dan rutiel elektroden en dat het lassen met gelijkstroom minder lasrook oplevert dan het lassen op wisselstroom. Beide aspecten zijn terug te voeren tot de verschillen in samenstelling van de bekleding van beide typen elektroden.

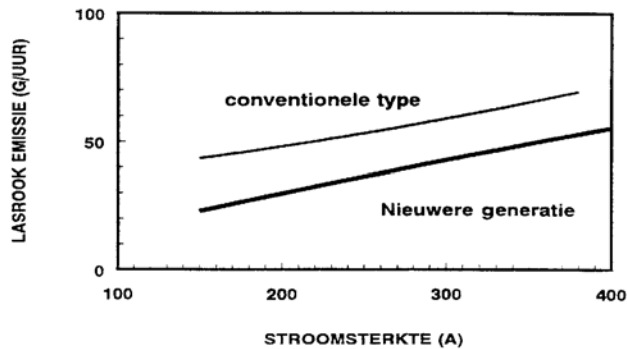
Bekijken we de gasbooglasprocessen, figuur 3, dan valt op dat het TIG-lassen de minste lasrookontwikkeling geeft. Zoals al eerder opgemerkt komt dit doordat het materiaaltransport niet door de boog plaats vindt, maar doordat van een niet-stroomvoerende draad materiaal wordt afgesmolten door indoping in het gevormde smeltbad; wel ontstaan meer gassen (ozon, NO_x)



Figuur 3 Lasrookontwikkeling bij de gasbooglasprocessen.

In dezelfde grafiek valt de invloed van de stroomsterkte op de ontwikkelde hoeveelheid lasrook bij het MIG-/MAG-lassen te onderkennen: de hoeveelheid ontwikkelde lasrook is een duidelijk functie van de stroomsterkte; hoge lasstromen veroorzaken meer lasrook.

Bij gebruik van gevulde draden mag verwacht worden dat, ten gevolge van de slakvormers in de vulling, de hoeveelheid ontwikkelde lasrook meer zal zijn dan bij het lassen met massieve lasdraden. Door de technische ontwikkelingen in de gevulde draden zijn nieuwe type draden ontstaan die minder lasrook leveren dan de oude typen (zie figuur 4.)

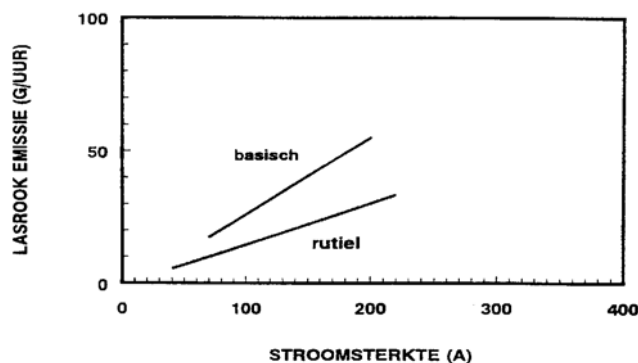


Figuur 4 Hoeveelheid lasrook bij het lassen met gevulde draden.

Daarnaast hebben de ontwikkelingen van de toepasbare menggassen ertoe geleid dat het lasbad "rustiger" is geworden, waardoor minder lasspatten optreden. Minder lasspatten buiten de beschermgaskegel leiden tot minder oxidaties en dus tot minder lasrook.

Het lassen van roestvast staal is, voor wat betreft de benodigde bescherming tegen de blootstelling aan lasrook, een verhaal apart. Aangenomen wordt dat bij het lassen van rvs komt zeswaardig chroom vrijkomt, waaraan kankerverwekkende eigenschappen worden toegeschreven. Echter, de "geleerden" zijn het nog niet eens over de vorm waarin het zeswaardige chroom in de lasrook ontstaat en of de invloed ervan wel zo ernstig is als algemeen wordt aangenomen. Tot nadere berichten geldt maar één advies: **wees voorzichtig met de lasrook bij het lassen van roestvast staal.**

Ook van de processen die gebruikt kunnen worden voor het lassen van roestvast staal zijn gegevens bekend over de ontwikkeling van lasrook. In figuur 5 is de lasrookemissie van twee type toegepaste beklede elektroden, namelijk rutiel en basisch, weergegeven.



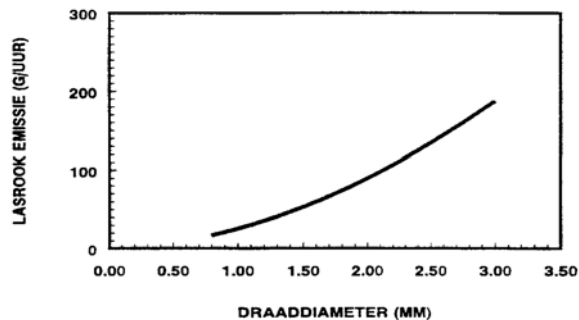
Figuur 5 Lasrookontwikkeling bij het lassen van roestvast staal met beklede elektroden.

De samenstelling en de hoeveelheid lasrook die ontwikkeld wordt is ook afhankelijk van het al of niet aanwezig zijn van een metallische danwel organische coating op het werkstuk. Bovendien speelt het te lassen materiaal een belangrijke rol.

Bovendien zal bij het TIG-lassen veel ozon kunnen ontstaan. Dit omdat bij dit proces de elektrische slechts door een gaskegel van de buitenlucht afgeschermd wordt afgeschermd, zodat de ultraviolette

straling vrijelijk de omringende zuurstof kan omzetten tot ozon. Bij het lassen van aluminium zal bovendien, ten gevolge van het grote warmtegeleidingsvermogen ervan, met een hogere stroomsterkte moeten worden gelast, waardoor een hogere intensiteit van de UV-straling optreedt.

Eerder zijn de gasloze gevulde draden genoemd. Vanwege het binden van de lucht rond de boog, zullen oxiden en nitriden ontstaan. Te verwachten is dan ook dat dit type lasdraden aanmerkelijk meer lasrook zullen opleveren dan de gevulde draden die bij het lassen onder gasbescherming worden gebruikt. Figuur 6 bevestigt inderdaad deze verwachting.



Figuur 6 Lasrookemissie van gasloze gevulde lasdraden

Dit type lasdraad is eigenlijk ontwikkeld voor het lassen in de buitenlucht en niet in de laswerkplaats, tenzij een efficiënte bronafzuiging wordt toegepast.

Metten van lasrook

Het meten van de hoeveelheid en de samenstelling van de lasrook is geen eenvoudige zaak. Allereerst moet worden gedefinieerd waar wordt gemeten, in de ademzone van de lasser dan wel op de achtergrond. Bovendien zal de afstand tot de rookpuim, de bron, moeten worden gedefinieerd. Als volgende aspect geldt, om metingen met elkaar te kunnen vergelijken, met welke lasstroomsterkte wordt gelast; tevens moet de duur van de blootstelling worden vastgesteld.

Wil men dan nog in plaats van de directe omgeving van de lasser op overige plaatsen in de werkplaats concentratiemetingen doen, dan spelen andere factoren een belangrijke rol. Kortom, het meten van lasrookconcentraties is werk van specialisten, waarmee veel tijd gemoeid is en hetgeen dus veel geld kost. Vandaar dat de industrie behoefte heeft aan praktijkaanbevelingen met maatregelen waarmee men aan de voorgeschreven MAC-waarden kan voldoen zonder dat hoeft te worden gemeten.

Wet en regelgeving

De eerste wetgeving op het gebied uit arbeidsomstandigheden dateert van het einde van de 19^e eeuw en van af die tijd werd de overheid steeds actiever op dit terrein. Uiteindelijk resulteerde dit in de huidige Arbo-wet en het Arbo-besluit. Gelijk met het Arbo-besluit is de Arbeidsomstandighedenregeling (Arbo-regeling) in werking getreden. In deze regeling worden bepaalde artikelen van de Arbo-wet en het Arbo-besluit nader uitgewerkt. In de wet- en regelgeving worden bepaalde voorschriften soms globaal weergegeven in de vorm van doelvoorschriften zoals bijvoorbeeld 'doelmatige afzuiging' en 'voor zover technisch mogelijk'. Voor zover een bepaalde invulling van deze voorschriften voor het merendeel van de praktijksituaties toepasbaar is worden er voor specifieke werkzaamheden beleidsregels geformuleerd. Een beleidsregel is dus geen wettelijk voorschrift. Kan men op een andere manier (andere techniek of andere werkwijze) minimaal hetzelfde resultaat bereiken dan is dit toegestaan. De doeltreffendheid moet dan echter wel worden aangetoond.

Voor de metaalverwerkende industrie, waar lassen en snijden deel van uitmaakt, is de Arbo-beleidsregel 4.9-2 van belang. Hierin zijn maatregelen beschreven die kunnen worden getroffen om voor de medewerkers gezondheidsschade te voorkomen bij het uitvoeren van deze werkzaamheden. Deze Beleidsregel vervangt Module C1 van oktober 1992. De bestaande beleidsregel is gebaseerd op een MAC-waarde voor lasrook van ongelegeerd staal van 5 mg/m³ lucht

Uitgangspunt van de Arbo-wet is dat arbeidsomstandigheden een gezamenlijke verantwoordelijkheid zijn van werkgever en werknemers. In de wet is geregeld dat de werkgever zijn bedrijfsbeleid mede

moet richten op de arbeidsomstandigheden binnen het bedrijf. Om hieraan invulling te geven moet het bedrijf een deugdelijke en schriftelijke inventarisatie en evaluatie hebben van de risico's voor de arbeidsomstandigheden binnen het bedrijf, de zogenaamde RIE. Tenslotte dient de aanpak van de geconstateerde arbo-risico's te worden vastgelegd in een plan van aanpak.

MAC-waarden

Voor een groot aantal stoffen die schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens zijn in Nederland MAC-waarden vastgesteld. Deze grenswaarden geven aan aan welke concentratie een mens tijdens het werk mag worden blootgesteld zonder dat hij/zij een risico loopt voor zijn/haar gezondheid. Voor enkele combinaties van stoffen is ook een dergelijke grenswaarde vastgesteld. Zo ook voor lasrook dat vrijkomt bij het lassen van ongelegeerde staalsoorten. Last men echter met gelegeerde toevoegmaterialen of andere metalen, dan worden de gezondheidsrisico's in eerste instantie bepaald door het vrijkomen van componenten die in deze toevoegmaterialen zitten. De MAC-waarde voor deze stoffen is vaak veel lager dan die voor lasrook van ongelegeerd staal. Om aan deze grenswaarden te kunnen voldoen zijn zwaardere maatregelen nodig. Kennis van de samenstelling van de lasrook alsmede de relevante MAC-waarden is dan ook vereist. In geval van twijfel is het raadzaam de leverancier van het toevoegmateriaal, het beschermgas of een externe deskundige van bijvoorbeeld uw Arbo-dienst te raadplegen.

Daar, zoals in de inleiding reeds is gezegd, met ingang van 1 januari 2003 de MAC-waarde voor ongelegeerd staal wordt aangescherpt, zal de huidige beleidsregel dan niet meer geldig zijn, zodat er een nieuwe beleidsregel komt, geënt op die nieuwe MAC-waarde en/of op de nieuwe nationale MAC-lijst van 2001.

Maatregelen

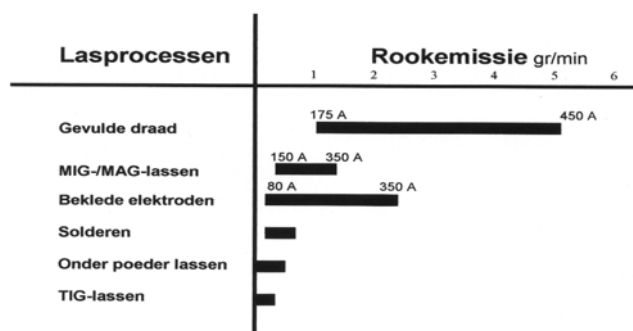
Maatregelen die moeten worden getroffen om blootstelling aan gezondheidsgevaarlijke stoffen terug te brengen tot een niveau dat geen risico oplevert, moeten worden uitgevoerd volgens de zogenaamde Arbeids Hygiënische Strategie (AHS). De AHS is in de Arbo-wet vastgelegd en onderscheidt de volgende maatregelen die men achtereenvolgend moet aflopen:

1. Vervanging van de schadelijke stof door een minder schadelijke
2. Afzuiging aan de bron en ventilatie van de ruimte
3. Scheiding van mens en bron
4. Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM)

Voor de vier stappen worden een aantal mogelijkheden genoemd waarmee men in de lastechniek kan komen tot een verlaging van de blootstelling aan lasrook van de lasser en de overige medewerkers in de werkplaats.

1 Vervanging van de schadelijke stof door een minder schadelijke

Zo kan als eerste maatregel bekeken worden of een ander lasproces met minder lasrookemissie kan worden ingezet. In figuur 7 is van een aantal lasprocessen schematisch de lasrookemissie in vergelijking tot elkaar weergegeven.



Figuur 7 Lasrookemissie van verschillende lasprocessen

Uiteraard spelen de economische aspecten bij de keuze van een toe te passen lasproces een grote rol. Zo zal men, indien een vat voor de petrochemische industrie inwendig moet worden voorzien van een roestvast stalen coating waarvoor ca. 1500 kg lasmetaal moet worden aangebracht, niet als eerste het TIG-lasproces kiezen hoewel dit proces een relatief lage lasrookemissie heeft. De

neersmeltsnelheid van dit proces, tot ca. 2 kg per uur, maakt dit proces economisch niet aantrekkelijk. Het onder poeder lasproces met gebruikmaking van een lasband zal, zeker gezien de grote neersmeltsnelheid, tot ca. 20 kg per uur hiervoor een economisch zeer aantrekkelijk proces zijn.

Daarnaast spelen de te realiseren mechanische eigenschappen een rol bij de keuze van bijvoorbeeld het type laselektrode. Zo zal men in plaats van rutiel elektroden basische elektroden toepassen bij hoogwaardige constructies zoals bijvoorbeeld offshoreconstructies. Dit vanwege de uitstekende mechanische eigenschappen van de basische elektroden. Dit gaat echter wel ten koste van een grotere lasrookemissie.

Gezien de grote ontwikkeling in allerlei bevestigingstechnieken, zeker in de dunne plaat sector, is het hier het overwegen waard te bezien of de verbinding kan worden gemaakt door bijvoorbeeld clinchen, bouten en moeren, lijmen enzovoorts. Ook kunnen, indien de werkstukken en de materialen zich daartoe lenen, alternatieve lasprocessen zoals het friction strirwelding worden overwogen (zie verder in de tekst).

2 Afzuiging aan de bron/ventilatie van de ruimte

Indien men, na ampele overwegingen, toch een bepaald lasproces wenst toe te passen waarbij lasrook vrij komt, is de te nemen stap de lasrook aan de bron, dus vlak bij de lasboog af te zuigen. Hiervoor is een groot scala aan afzuiginstallaties, zowel stationair alsook verplaatsbaar, beschikbaar. Wel vraagt dit discipline van de lasser: bronafzuiging werkt pas efficiënt indien hij op korte afstand van de boog is geplaatst; de lasser zal dus regelmatig de afzuigmond moeten verplaatsen naar de plaats waar hij last.

Zo kan men bijvoorbeeld overwegen om bij het MAG-lassen met gevulde draad een laspistool met geïntegreerd afzuigmondstuk toe te passen.

Bronafzuiging is eenvoudig aan te brengen indien men het laswerk gemechaniseerd dan wel gerobotiseerd kan uitvoeren. Het afzuigmondstuk kan dan vast in de buurt van de boog worden gemonteerd en zal zich met boog mee langs de lasnaad bewegen en zo een afdoende afzuiging bewerkstelligen.

Bovendien is het aan te bevelen om te allen tijden ruimtelijke ventilatie met voldoende capaciteit toe te passen.

3 Scheiding van mens en bron

Indien de twee bovenstaande stappen niet uitvoerbaar zijn moet deze stap worden gezet. Men kan bijvoorbeeld het laswerk in een aparte en afgesloten ruimte uitvoeren, hetzij gemechaniseerd hetzij gerobotiseerd. Alleen bij het wisselen van het werkstuk of bij het verhelpen van storingen komt de bedieningsman in deze ruimte, nadat de ruimte voldoende is geventileerd.

Voorbeelden zijn bekend van het in een aparte en volledig van de werkplaats afgescheiden lascabine oplossen met gasloze gevulde draad van onderdelen die aan slijtage onderhevig zijn zoals grijperbakken, randen van shovelbakken, enz.

4 Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM)

De laatste stap in de strategie is het gebruik van PBM's. Het gebruik van de beschermingsmiddelen is belastend voor de mens maar is vaak het laatste redmiddel. Daarnaast is de effectiviteit van adembeschermingsmiddelen in hoge mate afhankelijk van de wijze waarop het middel wordt gebruikt. Het streven moet altijd blijven om hoger in de AHS te komen met als einddoel vermindering van de blootstelling tot een veilig niveau zodat het gebruik van PBM's niet meer nodig is. Het gebruik van PBM's moet dus gezien worden als een tijdelijke oplossing.

Persoonlijke beschermingsmiddelen zijn er in vele uitvoeringen en variëteiten, van de bekende lashelm met slabbe tot de overdrukhelm met verse lucht toevoer.

Zoals eerder gezegd is de Beleidsregel 4.9-2 aangegeven welke maatregelen men moet nemen om de blootstelling van de werknemer aan lasrook te reduceren. In de nieuwe Beleidsregel is als uitgangspunt gekozen het te lassen materiaal in combinatie met het lasproces. Hiervoor zijn deze combinaties ingedeeld in een aantal klassen, die, met oplopend getal, zwaardere maatregelen eisen. Volgens de AHS mag een zwaardere klasse (lees: maatregel) zonder meer worden toegepast voor een minder zware klasse omdat de hiervoor benodigde maatregelen altijd afdoende zijn voor een minder zwaar belastende combinatie van lasproces en materiaal.

Kosten

Het is duidelijk dat investeringen in lasrookbeheersingssystemen de totale laskosten verhogen. Echter, men moet zich realiseren dat bij het lassen van ongelegeerd staal, zonder gebruikmaking van lasrookafzuigsystemen, de laskosten bestaan uit:

- ca. 10 % kosten lasmetaal
- ca. 2 % investeringskosten
- ca. 88 % loonkosten.

Investering in afzuig- en overige hulpapparatuur zal de kosten doen toenemen. Echter door investering in afzuigapparatuur en goede ventilatie zal de lasser zich "comfortabel" voelen bij zijn werkzaamheden en zal zijn inschakelduur (de tijd dat zijn boog brandt ten opzichte van de totaal gewerkte tijd) toenemen. Tevens is de kans groot dat zijn foutpercentage zal afnemen. Hierdoor neemt zijn productie per dag toe en zullen de extra investeringen in de vorm van ventilatie of afzuigapparatuur eerder terugverdiend kunnen worden dan gedacht. Computerprogramma's waarmee deze investeringsberekeningen gemaakt kunnen worden zijn beschikbaar.

Toekomstverwachting

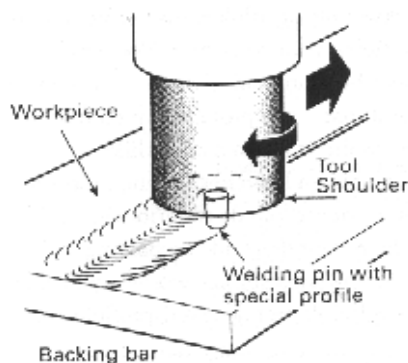
Wat kunnen we in de (nabije) toekomst verwachten?

Allereerst zal men blijven streven naar een MAC-waarde voor lasrook van 1 mg/m^3 . Momenteel kan een groot deel van de Nederlandse industrie zonder meer niet voldoen aan de met ingang van 1 januari 2003 geldende MAC-waarde van $3,5 \text{ mg/m}^3$, laat staan aan de waarde van 1 mg/m^3 . Het bedrijfsleven zal moeten investeren in goede afzuig- en ventilatie apparatuur. Alleen, daarmee zijn we er niet.

Laten we duidelijk zijn: het voorkomen van lasrook bij booglasprocessen is een utopie. Wel kan de hoeveelheid lasrook die bij de verschillende processen ontstaat mogelijk nog iets worden gereduceerd. Deels door aanpassing van de lastoevoegmaterialen en deels door aanpassing van de lasstroombronnen. Men moet zich echter realiseren dat de lastoevoegmaterialen al nagenoeg zijn geoptimaliseerd in laseigenschappen, mechanische eigenschappen en de emissie van lasrook. Een reductie van 10 % is mogelijk nog haalbaar. Wel moet daarbij rekening gehouden worden dat de laseigenschappen van de laselektroden negatief kunnen worden beïnvloed. Hierdoor is extra opleiding van de lasser nodig is om het foutpercentage vanwege de mindere laseigenschappen teniet te kunnen doen.

Ten aanzien van de lasapparatuur kan worden opgemerkt dat, dank zij de moderne elektronica, de druppelafplitsing en daardoor het lasproces beter kan worden beheerst. Zo zijn er bepaalde lasprocessen waarbij de lasser in staat wordt gesteld om op juist gedefinieerde tijdstippen een druppel van de lasdraad af te snoeren en naar het smeltbad over te laten gaan. Door deze gerichte druppelovergang is het proces nagenoeg spatloos en is daardoor de lasrookemissie aanzienlijk minder.

Daarnaast zullen allerlei alternatieven voor het lassen met een elektrische boog worden ontwikkeld. Een voorbeeld hiervan is de friction stir welding techniek. Dit is een variant van het wrijvingslassen, waarbij een roterend gereedschap de naadflanken deegachtig maakt en in elkaar roert (zie figuur 8.)



Figuur 8 Schema van het wrijvingsroerlassen

Dit proces wordt in Nederland dan ook het wrijvingsroerlassen genoemd. Dit proces beperkt zich momenteel hoofdzakelijk tot lange naden in aluminium, waarbij gedacht moet worden aan delen van scheepsdekken.

Ook kan, gezien de Arbeids Hygiënische Strategie, de robotisering bij bepaalde lasprocessen en omstandigheden een toename vertonen.

Naast deze ontwikkelingen zal de industrie zich ook werpen op de ontwikkeling van moderne en mogelijk zich met de bron meebewegende lasrookafzuigmondstukken, lasrookafzuigpistolen en dergelijke. Ook zullen de persoonlijke beschermingsmiddelen worden verbeterd moeten ten aanzien van gebruik en draagcomfort.

Slotopmerking

Investeren in lasrookbeheersingssystemen wordt een noodzaak.

Ten eerste heeft het lassen het imago van werken in vervuile omgeving. Om het imago op te poetsen moet men alles in het werk stellen om de werkomstandigheden te verbeteren. Door onder meer dit imago is er een krapte op de arbeidsmarkt ontstaat ten aanzien van lassers.

Ten tweede: men moet altijd bedenken dat de inschakelduur van een zieke lasser 0 % is en dat, wil men het werk op tijd gereed hebben, extra personeel moet worden ingezet. Het ziekteverzuim kan worden verminderd door te investeren in verbeteringen van het werkklimaat.

Kortom: dat investeren in een goed werkklimaat loont!