

LASEROPLASSEN VAN SLIJTVASTE LAGEN

BIL-ONDERZOEKSPROJECT I.S.M. LASERCENTRUM VLAANDEREN (VITO)

Laserapparatuur geraakt de laatste jaren steeds meer ingeburgerd in de industrie, denk maar aan de lasersnijapparatuur. Bovendien wordt de kostprijs steeds goedkoper. De tijd is dan ook rijp om het laseroplassen van nabij te onderzoeken.

Het opgestarte project "Laseroplassen van slijtvaste lagen" heeft tot doel kennis te verwerven over het aanbrengen van slijtvaste lagen met de laser. Hierbij worden de toepasbaarheid en eigenschappen van de verbindingen met de conventionele methoden vergeleken. Een overzicht van het projectverloop en de voorlopige conclusies.

Door Ing. B. Verstraeten,
Onderzoekscentrum BIL

INLEIDING EN SITUERING PROJECT

De laserbronnen zoals de CO₂ (zie Figuur 1) en de Nd:YAG laser zijn commercieel reeds bij verschillende leveranciers verkrijgbaar en bieden almaar meer gebruiks zekerheid. De Nd:YAG laser kan op een robot geïnstalleerd worden. De laserstraal wordt dan via een glasvezelkabel naar het werkstuk gevoerd. Een derde type laser is de diodelaser. Deze laser biedt dezelfde flexibiliteit als de Nd:YAG laser en heeft daarenboven een veel beter elektrisch rendement. De techniek van de diodelaser is echter nog vrij nieuw en commercieel bieden lang niet alle laserproducenten dit type laser aan.

Het opgestarte project heeft tot doel kennis te verwerven over het

aanbrengen van slijtvaste lagen met de laser en de toepasbaarheid en eigenschappen van de verbindingen te vergelijken met de conventionele methoden. Naast de technische haalbaarheid wordt ook de economische haalbaarheid onderzocht.

Aan het project nemen een tiental bedrijven deel. De laseroplasproeven worden uitgevoerd in het lasercentrum Vlaanderen (VITO), de vergelijkende proeven door de deelnemende projectpartners. De karakterisering van de opgelaste lagen en de globale behandeling van het project is in handen van het Onderzoekscentrum van het Belgisch Instituut voor Lastechniek.

VOORDELEN VAN LASEROPLASSEN

Algemeen kunnen de voordelen van laseroplassen als volgt worden samengevat: laseroplassen laat toe te lassen met zeer geringe warmteïnbreng, wat de vervorming na lassen minimaal maakt. Door de geringe energietoevoer kan ook de opmenging zeer laag gehouden worden. Er kan lokaal opgelast worden, met een behoorlijke snelheid. Een laagdikte van ongeveer 1 millimeter in 1 opslacyclus kan zonder problemen gehaald worden. De techniek van het laseroplassen wordt in dit project vergeleken met de processen die tot nu toe gebruikt worden voor het aanbrengen van slijtvaste lagen. Zo worden een aantal booglasprocessen, zoals MIG/MAG lassen en onderpoederdek lassen, erbij genomen. Voordelen van de



Figuur 1: 6kW CO₂ laserlasaraat VITO (Alle doc.: Marc Martens)

booglasprocessen zijn voornamelijk de hoge productiviteit en snelheid en de goede hechting van de lagen. Nadeel is de grote warmteïnbreng en de daarmee gepaard gaande vervorming na lassen. Ook een aantal opspuitprocessen worden vergeleken met het laseroplassen. Voordelen van het opspuiten zijn de zeer lage warmteïnbreng, waardoor vervorming na opspuiten vrijwel onbestaande is. Nadeel is de veelal slechte hechting (mechanische hechting) en de poreusheid van de opgespoten lagen. Door de minder goede hechting zijn opgespoten lagen ook meestal niet schokbestendig. Een groot voordeel van de conventionele opslas- en opspuitprocessen is dat de kostprijs van de apparatuur eerder beperkt is in vergelijking met de prijs van de laserapparatuur.

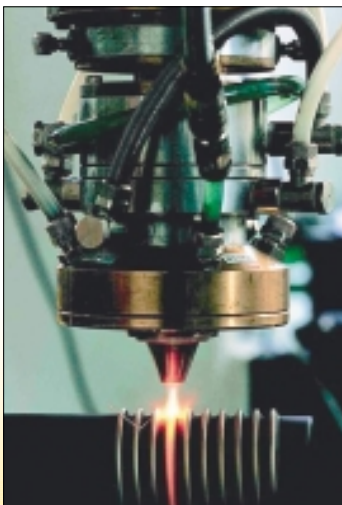
PROJECTVERLOOP

Om het project gestructureerd te laten verlopen, werd een werkplan opgesteld en werd het project onderverdeeld in verschillende werkpakketten.

- Eerste werkpakket (WP1)

In een eerste werkpakket werd de materiaalspecificatie behandeld. Hierbij werd, in overleg met de projectpartners, bepaald welke basismaterialen en opslaslegeringen er zouden beproefd worden. In eerste instantie werd voor het basismateriaal uitgegaan van laag koolstofstaal in plaat- en asvorm. Voor de opslaslegeringen werd uitgegaan van drie types: de ijzer-, nikkel- en cobaltgebaseerde opslaslegeringen. Ook de mogelijke vergelijkende proeven, zoals opspuiten of oplassen, werden hier vastgelegd. Het eerste werkpakket is volledig uitgevoerd en afgerond.

Figuur 2: laseroplassen met co-axiale poedertoevoer



Figuur 3: RX-opname van een laseropegelaste laag



- Tweede werkpakket (WP2)

In het tweede werkpakket wordt de haalbaarheid van het laseroplassen van verschillende opslaslegeringen op het basismateriaal onderzocht. Ook de zoektocht naar de beste procesparameters valt hieronder. Denk maar aan de vergelijking van de verschillende lasertypes (CO₂, Nd:YAG, diode) naar productiviteit; de lasmethode (co-axiale of laterale poedertoevoer); al dan niet voorverwarmen van de werkstukken enz. Ook de verschillende laseroplasparameters zoals focusafstand, lassnelheid, overlap en dergelijke komen hier aan bod (zie Figuur 2). In dit pakket werd het volgende in een brede proefopzet reeds onderzocht:

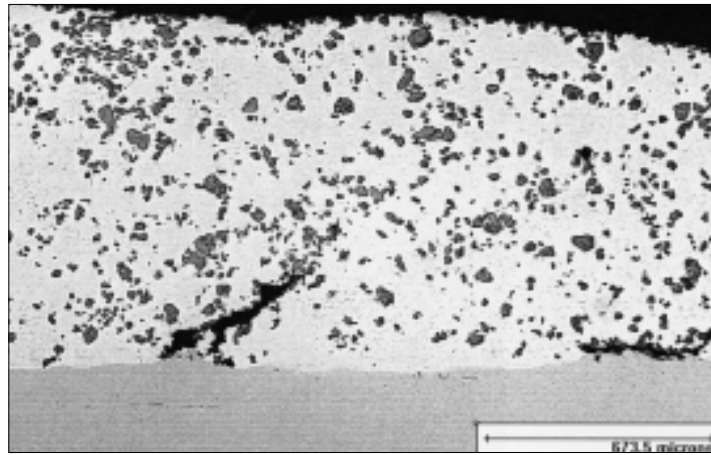
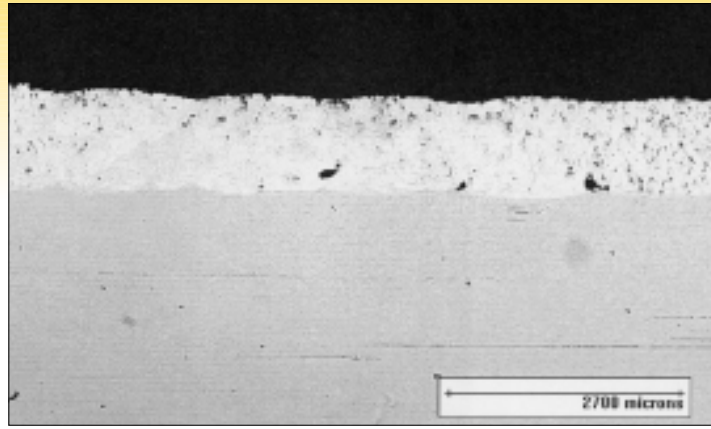
- de invloed van het oplasmateriaal (type matrix, type harde deeltjes (carbides), afmeting van de deeltjes, vorm van de deeltjes, aantal deeltjes enz.);
- de invloed van het basismateriaal (type substraat, geometrie substraat);
- de invloed van de oplastechniek (Nd:YAG, CO₂, poedertoevoer, draadtoevoer enz.).

Verschiedende commerciële poeders (vb. Stellite 21) en door de VITO zelf samengestelde poeders werden hierbij reeds opgelast op tal van plaatjes en assen. Uit analyses van de opgelaste lagen konden al wat trends naar voor gebracht worden. Zo kon er een verband gelegd worden tussen de hardheid, scheurdichtheid en restspanningen van de opgelaste laag en de lasparameters (focusafstand van de laserstraal, lassnelheid en gebruikt laservermogen).

- Derde werkpakket (WP3)

In een derde werkpakket worden de opgelaste lagen gekarakteriseerd. De laseropgelaste stukken worden hieronder onderworpen aan een hele reeks proeven. De resultaten van de karakteriseringsproeven dienen als terugkoppeling voor de ingestelde lasparameters.

De bepaling van de scheurdichtheid van de opgelaste lagen werd als eerste beproeving aangevat. Voor de opgelaste platen werd de



Figuur 4: doorsnede van een laseropgelaste laag, vergroting 12
Figuur 5: detail figuur 4, vergroting 50

scheurdichtheid nagegaan aan de hand van radiografisch onderzoek, uitgevoerd in het VCL (VervolmakingsCentrum voor Lassers). Deze methode gaf een bevredigend en reproduceerbaar resultaat. Een voorbeeld van een geradiografeerde opslaslaag ziet u in figuur 3. Naast het bepalen van de scheurdichtheid werd er op elke opgelaste laag ook metallografisch onderzoek uitgevoerd. Van alle opgelaste stukken werd een doorsnede gemaakt over de opgelaste laag en het basismateriaal. Deze doorsneden werden ingebed in bakeliet, gepolijst en onderzocht onder de metaalmicroscop. Op deze metallografische monsters

kunnen inbranding, laagdikte, porositeiten, overlap, scheuren en dergelijke waargenomen worden. De figuren 4 en 5 geven een aantal metallografische doorsnedes weer van de opgelaste lagen. Op dezelfde metallografische monsters worden ook de hardheidsmetingen uitgevoerd. De hardheid van de laag geeft al een indicatie van de slijvastheid van de opgelaste laag. Om de hechting van de laag nog meer te kwantificeren, wordt gebruik gemaakt van een speciale trekproef. In de op te lassen plaatjes wordt een boring aangebracht waarin een stalen staafje geplaatst wordt, zodanig dat de bovenkant van het

staafje juist samenvalt met het op te lassen plaatoppervlak. Vervolgens last men de slijvastelaag op, over het plaatje en het staafje. Bij de trekproef wordt dan de plaat tegengehouden en het staafje losgetrokken. De figuren 6 en 7 geven hierbij enige verduidelijking. De trekproeven geven een reproduceerbaar resultaat en een goed beeld van de hechting van de opgelaste laag aan de plaat.

- Vierde werkpakket (WP4)

In een vierde werkpakket worden een aantal opslaslagen geoptimaliseerd en komen er praktische toepassingen aan bod. De optimalisatie houdt onder meer slijtageproeven in. Enkele praktische toepassingen worden nu al verder uitgewerkt en de eerste resultaten zijn veelbelovend.

- Vijfde werkpakket (WP5)

In een vijfde werkpakket worden de laseropgelaste lagen vergeleken met de conventioneel aangebrachte lagen. Hierbij zullen slijvastelaagen met booglas- en opspuitprocessen (zoals HVOF (High Velocity Oxygen Fuel) opspuiten) aangebracht worden. Dit werkpakket wordt gestart in de loop van 2003. Naast de technische vergelijking van de opgebrachte slijvastelaagen, wordt hier ook het economisch aspect onder de loep genomen.

- Zesde werkpakket (WP6)

Een zesde werkpakket (WP6) omvat de overdracht van de opgedane kennis in het project. Dit zal onder andere gebeuren aan de hand van studiedagen en workshops die zullen plaatsvinden op het einde van het project (eind 2003 en 2004).

CONCLUSIE

Het hierboven voorgestelde project verloopt volgens plan en de eerste resultaten zijn hoopgevend. De techniek van het laseroplassen van slijvastelaagen lijkt veelbelovend. Het verder verloop van het project zal de praktische en vooral de economische haalbaarheid van het laseroplassen van slijvastelaagen verder onderzoeken. □

Figuur 6: plaat met staafje voor trekproef

Figuur 7: plaat met staafje voor trekproef

