

MILJOENEN EURO'S AAN ONDERDELEN TE REDDEN, WELLICHT OOK BIJ U



Een aandrijfas krijgt vooral te maken met metaal-metaal contact

HERSTEL- EN ONDERHOUDSPROCEDURES: WERK VOOR EXPERTEN

Elk jaar belanden een boel machines en mechanische onderdelen ter waarde van enkele miljoenen euro's op de schroothoop omdat ze niet langer op een efficiënte manier werken. Een groot deel van die onderdelen zou gered kunnen worden indien ze opnieuw worden hersteld en beschermd tegen slijtage d.m.v. las- en aanverwante technieken. In veel gevallen kan zelfs de degeneratie van die onderdelen een halt worden toegeeroepen.

Door Ing. Tim Buyle, IWE

DRIE TYPES LASTECHNIKEN

Een onderscheid dient te worden gemaakt tussen herstellassen, restauratielassen en lassen als preventieve techniek. Hoewel deze vaak onder eenzelfde noemer worden gestopt, verschilt de invalshoek toch aanzienlijk.

Herstellassen

Herstellassen is een curatieve techniek gericht op het herstellen van structurele schade zoals vermoeiing, scheuren en breuk. De principiële keuze van de consumables is gebaseerd op het 'matchen' van ofwel de chemische samenstelling, ofwel de mechanische sterkte (treksterkte, rekgrens, verlenging, taaiheid) met het basismateriaal.

Restauratielassen

Lassen kan ook als een weder-

opbouwende techniek worden gebruikt voor het herstellen van de afmetingen van een werkstuk, die gewijzigd werden door slijtage, corrosie, thermische vermoeiing en foutieve machinebewerkingen (draaien, frezen, ...). Typische onderdelen die opnieuw worden opgebouwd zijn walsrollen, allerhande wielen en baggeronderdelen.

Lassen als preventieve techniek

Door middel van lassen kunnen onderdelen preventief worden voorzien van een beschermende laag om overdreven slijtage tegen te gaan en zelfs te vermijden. Harde en sleetbestendige lagen worden dikwijls preventief aangebracht op graafwerktuigen, hamermolens, brekers, landbouwwerktuigen, onderdelen bij de mijnbouw, ontginning en steenbakkerijen. Kennis en goed begrip

van allerhande slijtagefenomenen is essentieel om een goede keuze van de lasconsumables te kunnen maken.

SLIJTAGEFENOMENEN

Kennis en inzicht in de belangrijkste slijtagefenomenen zijn cruciaal bij de bepaling van het meest geschikte toevoegmateriaal en de lasprocedure. In de praktijk is een machineonderdeel onderhevig aan meerdere slijtagemechanismen op hetzelfde ogenblik. De meest dominante fenomenen zijn abrasie en metaal/metaal contact.

Metaal/metaal contact

Er kan slijtage optreden tussen 2 metalen onderdelen die onder grote contactdruk over elkaar rollen of glijden. Een zuiver metaal/metaal contact ontstaat bij ontbrekende en/of gebrekkige smering of in

droge omstandigheden.

Experimenten hebben een verband aangetoond tussen de graad van slijtage (V), de glijafstand (L), de normaalkracht (N) en de hardheid (H), namelijk $V = (k \cdot L \cdot N) / H$ (met k=coëfficiënt). Wanneer de spanningen als gevolg van een normaallast groter worden dan de cohesieve kracht van de matrijs, dan zullen er scheurtjes en caviteiten ontstaan die het slijtagemechanisme in gang zetten.

Abrasie

Abrasieve slijtage ontstaat wanneer abrasieve deeltjes (niet metallisch) over een metalen machineonderdeel glijden of rollen, al dan niet onder grote contactdruk en bij verschillende invalshoeken. Naargelang de aard van het basismateriaal, het abrasief medium en de interactie tussen beiden, kan



Een schepbak van een graafmachine heeft met name af te rekenen met slijtage die het gevolg is van abrasie en impact

KENMERKEN TE ONDERSCHIEDEN LASTECHNIKEN

	MATERIAAL	VOORBEREIDING	LASBAARHEID	MECH. EIG.	CONSUMABLES	PROCEDURES OP BASIS VAN	KERNWOORDEN
CONSTRUCTIE-LASSEN	Volgens specificatie	Ideale lasnaadvoorbereiding	Zeer goed, meestal onder de hand	Volgens specificatie	Matching (chemisch en/of mechanisch)	Codes & standards	Productie, neersmelt, hoge heat input
HERSTEL-LASSEN	Meestal onbekend en ongeschikt voor lassen	Vervuilde voorbereiding, niet ideale vorm	Zeer beperkt, moeilijke posities en beperkte toegankelijkheid in situ	Sterk afhankelijk van opmenging	Heterogeen, overmatching	Ervaring	One shot, hersteltijd afhankelijk van materiaal
RESTAURATIE-LASSEN	Meestal onbekend	Ongunstig	Beperkt	Machineerbaar	Heterogeen	Ervaring	Efficiënt opbouwen
SLIJTVASTE OPLASSINGEN	Meestal gekend of op bufferslag	Gunstig	Goed	Tribologische eisen afhankelijk van opmenging en procedure	Complexe legeringen	Ervaring	Opmenging, vermijden, lage heat input

TYPISCHE PROCEDURE RESTAURATIELASSEN

TOEVOEGMATERIAAL	LASPROCEDURE
<ul style="list-style-type: none"> • Typisch <0,3%C en (Cr, Mn, Mo, Ni) <6% • Perlitisch /ferritische neersmelt • Hardheid tot 35HRc • Toepassing 1: het aanbrengen van bufferlaag met hoge druksterkte voor een harde toplaag • Toepassing 2: finale laag voor metaal/metaal contact 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorverwarming: 50-210°C • Max. interpas: 370-430°C • Trekkend of zwaaiend lassen • Onbeperkt aantal lagen • Trage afkoeling om scheuren te vermijden • Hardheid afhankelijk van de afkoelsnelheid

TYPISCHE PROCEDURE MANGAANSTAAL (IMPACT)

TOEVOEGMATERIAAL	LASPROCEDURE
<ul style="list-style-type: none"> • 0,4%-0,6% C en 13-20% legerings-elementen (vooral Mn) • Hardheid in gelaste toestand 20-25 HRc, na koudversteving tot 45-55 HRc • niet magnetisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen voorverwarming nodig op austenitische basismateriaal • Voorverwarming 150-200°C op on- en laaggelegeerd staal • Max. interpas 260°C tegen verbrossing door Mn-carbide precipitaten • Onbeperkt aantal lagen • Geen warmtebehandeling nodig (PWHT) • Opmenging op zacht staal leidt tot martensietvorming

TYPISCHE PROCEDURE ABRASIE EN IMPACT

TOEVOEGMATERIAAL	LASPROCEDURE
<ul style="list-style-type: none"> • 2-6% C en 14-35% legeringselementen (vooral Cr) • Hardheid 58-63 HRc • Carbides in een matrix • Weerstand tegen abrasie en abrasie/impact 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen voorverwarming nodig op austenitische basismateriaal • Voorverwarming 200°C op on- en laaggelegeerd staal of gietijzer • Eerste lagen (6-20 mm) snel lassen als scheurvrije basis • Voor een enkele laag: gebruik 70% overlap om primaire carbides te vormen • Grote opmenging kan leiden tot een primair austenitische of bijna eutectische structuur met beperkte abrasieweerstand

TYPISCHE PROCEDURE METAAL/METAAL CONTACT

TOEVOEGMATERIAAL	LASPROCEDURE
<ul style="list-style-type: none"> • Typisch < 0,4% C en legerings-elementen < 6% • Hardheid tot 35-45 HRc • Laaggelegeerd martensiet • Austeniet transformeert naar martensiet beneden 371°C • Hardheid algemeen niet afhankelijk van de afkoelsnelheid (behalve indien extreem traag) • Toepassing: rollend en glijdend metaal/metaal contact • Beperkte abrasieweerstand tegen vuil en zachte materialen 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorverwarming: 150-300°C • Max. interpas tot 400°C • Trekkend of zwaaiend lassen • Beperkt tot 3-4 lagen • Trage afkoeling om scheuren te vermijden • Warmtebehandeling soms nodig (ontlaten van martensiet)

de abrasieve sleet aanzienlijk zijn. Abrasie kan opgedeeld worden in groepen: ploegabrasie, lage spanning- en hoge spannings-abrasie. In alle gevallen is de slijtage het gevolg van materiaalverlies waarbij plastische vervorming een dominante rol speelt. Er bestaat een eenvoudig verband tussen het materiaalverlies (Q), de normaalkracht (N) en de hardheid (H) van het blootgestelde onderdeel: $Q = N/H$

Impact

Zware machineonderdelen kunnen tijdens gebruik blootgesteld worden aan impactbelasting. De taaiheid van het materiaal is een kritische factor. Taaiheid kan worden beschouwd als de capaciteit van een materiaal om (botsings)energie

op te slorpen en door plastisch te vervormen alvorens te breken. Taaiheid is onafhankelijk van de sterkte en vervormbaarheid van een materiaal en kan gemeten worden tijdens een Charpy-proef.

KEUZE TOEVOEGMATERIAAL

De keuze van een geschikt toevoegmateriaal hangt af van:

- het vastgestelde slijtagefenomeen,
- de tribologische omstandigheden (belasting, temperatuur, druk),
- eerder opgedane ervaring, de compatibiliteit met het basismateriaal,
- de nabehandeling (PWHT, machineren),
- de beschikbaarheid van machines en geschoolde lassers,
- de kost.

De lastoevoegmaterialen voor herstel- en restauratielasen en slijtvaste lagen worden ontwikkeld o.b.v. volgende principes : de toevoeging van koolstof, legeringselementen en al dan niet harde deeltjes in een zachte matrix. (De invloed van deze elementen staat in de laatste tabel.)

Beperkingen van classificatie

Bij het opstellen van een reparatieplan hoort de keuze van een toevoegmateriaal. In tegenstelling tot het lassen van staalsoorten voor constructiedoeleinden kan de toepassing van algemene indeling en classificaties volgens EN / ISO normen tot onverwachte problemen leiden. Het is een misvatting dat consumables voor constructie ook

geschikt zijn voor herstelllassen. De ranges van een classificatie o.b.v. chemische samenstelling zijn vaak heel breed. Dit maakt dat belangrijke zaken zoals ferrietgehalte (dat een indicatie is voor de weerstand tegen scheuren) en sterkte niet gecontroleerd kunnen worden. Bovendien is de classificatie gebaseerd op zuiver lasmetaal en wordt geen rekening gehouden met de microstructuur en opmenging. Vergelijk even met een materiaal dat uit 100% koolstof zou bestaan. De eigenschappen van houtskool, grafiet en diamant zijn heel verschillend, de chemische analyse niet. Dit maakt dat het vergelijken van consumables o.b.v. normering weinig zinvol is voor herstelllassen. Binnen eenzelfde groep kunnen meerdere legeringen met een totaal verschillende microstructuur (en dus eigenschappen en slijtageweerstand) worden ondergebracht. Andere factoren zoals lasbaarheid, overmatching sterkte, slaklossing en scheurweerstand zijn veel meer van belang. Het beperken van spoorelementen, hoewel niet opgenomen in normering, maakt dat een bepaalde legering een meer constante gelaste microstructuur oplevert die scheurbestendig is. Kerndraadgelegeerde of synthetische elektroden maken eveneens een wereld van verschil als het gaat om de mechanische eigenschappen van gelast materiaal (segregatie van legeringselementen, kraterscheuren). Conforme consumables zijn dus niet altijd de beste keuze als het gaat om herstelllassen. Het is beter de kwaliteit van goede consumables te definiëren als die legering die



Een wissel van een spoor is een typisch voorbeeld van impactslijtage



Een kraanwiel leent zich goed tot restauratielassen

goed, veilig en zoals verwacht zal presteren gedurende langere tijd wanneer een onderdeel blootgesteld wordt aan zijn omgeving. Of die legering daarbij voldoet aan chemische matching, een of andere normering en een vergelijkbare sterkte aan het basismateriaal zijn totaal van ondergeschikt belang. Wat telt is een maximale veiligheidsfactor: bij het hestelassen is er steeds een hoog risico op onveilige, ondermaats presterende of niet-foutvrije lassen door porositeiten, scheuren of verbrossing. Dit kan leiden tot catastrofale gevolgen en hoge kosten.

PROCEDURES

Herstel- en onderhoudslassen vergt een andere invalshoek dan het constructielassen. Een totale aanpak, die verder gaat dan de selectie van een standaard toevoegmateriaal, omvat een correcte diagnose van de oorzaken van de slijtage en/of breuk, de selectie van een heterogene legering met superieure eigenschappen (grote

metallurgische tolerantie en excellente lasbaarheid) en de uitvoering volgens een procedure die een maximale veiligheid van de lasverbinding garandeert. De lage heat input, het vermijden van opmenging en de dikwijls moeilijke voorbereidingen maken dat deze procedures over het algemeen zeer tijdrovend zijn.

BESLUIT

Hoewel slijtage en de vervanging van machineonderdelen een belangrijke kost met zich meebrengt, is het herstellassen en onderhoudslassen een kost-effectieve techniek om stukken in hun oorspronkelijke staat te brengen en de levensduur ervan te verlengen. Het succes hangt volledig af van de juiste identificatie van het slijtagemechanisme, het opstellen van een unieke procedure en het nauwgezet uitvoeren van de werkzaamheden, zonder uit het oog te verliezen dat het hier niet gaat om constructielassen. In vele gevallen zal dan ook het herstelde stuk langer meegaan dan het originele onderdeel. □

EIGENSCHAPPEN TOEVOEGMATERIALEN	
<p>CHROOM</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1-2% verhoogt de hard- en taaiheid zonder verlies aan ductiliteit • 4-6% verhoogt de weerstand tegen oxidatie • > 11% corrosievast • Bevordert carbidevorming 	<p>KOOLSTOF</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhoogt de sterkte • Verhoogt de hardheid • Verhoogt de hardbaarheid • Verlaagt de ductiliteit • Verhoogt de brosheid
<p>MANGAAN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhoogt de hardbaarheid • Zorgt voor een fijne microstructuur • Desoxyderend element • Beperkt warmscheur gevoeligheid 	<p>MOLYBDEEN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhoogt sterkte taaiheid • Verhoogt de kruipweerstand
<p>NIKKEL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhoogt de sterkte en taaiheid • Beperkt korrelgroei • Verhoogt de hardbaarheid • Verkleint vervorming 	<p>VANADIUM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhoogt sterkte • Verhoogt vermoeiingsweerstand • Weerstaat hoge spanningen