



Lasbaarheid van materialen - gietijzer

In deze aflevering van de rubriek Laskennis Opgefrist aandacht voor gietijzer. Gietijzer is een ijzerlegering met meer dan 2 % koolstof, 1 tot 3 % silicium en maximaal 1 % mangaan. Omdat gietijzer-soorten relatief goedkoop, erg goed gietbaar tot complexe vormen en uitstekend verspaanbaar zijn, vormen deze materialen een belangrijke groep aan constructiematerialen. Helaas zijn de meeste soorten gietijzer niet lasbaar en moeten speciale voorzorgsmaatregelen genomen worden om ze te kunnen lassen. Dit geldt zelfs voor de zogenoemde lasbare soorten.

Soorten gietijzer

Gietijzer soorten kunnen op conventionele wijze ingedeeld worden naar hun structuur. De structuur is namelijk bepalend voor hun mechanische eigenschappen en lasbaarheid. De belangrijkste groepen van algemeen gebruikte soorten staan vermeld in figuur 1.

Grijs gietijzer

Grijs gietijzer bevat 2,0 - 4,5 % koolstof en 1 - 3 % silicium. De structuur van dit gietijzer bestaat uit vertakte en inwendig verbonden grafietlamellen in een matrix die ferritisch, perlitisch of een mengsel van die twee is, zie figuur 2a. De grafietlamellen kunnen beschouwd worden als inwendige kerven en derhalve is de sterkte en taaierheid inferieur in vergelijking tot constructiestaal.

Nodulair gietijzer

De mechanische eigenschappen van grijs gietijzer kunnen aanzienlijk verbeterd worden door de vorm van de grafiet te veranderen. Een dergelijke verandering is mogelijk als vloeibaar gietijzer, met een samenstelling van 3,2 - 4,5 % koolstof en 1,8 - 2,8 % silicium, onmiddellijk voor het uitgieten met magnesium of cerium toevoegingen wordt behandeld. Deze behandeling resulteert in bolvormige grafiet in plaats van lamellaire grafiet, zie figuur 2b. Dit type gietijzer staat bekend als nodulair gietijzer. Nodulair gietijzer is beschikbaar met een perliet, ferriet of ferriet/perliet matrix. Door de bolvorm van de grafiet is nodulair gietijzer sterker en taaier dan lamellaire gietijzer.

Wit gietijzer

Door het koolstof- en het siliciumgehalte te verlagen en snel af te koelen na het gieten, wordt de meeste koolstof chemisch gebonden aan ijzer in de vorm van ijzercarbide. Er worden dan geen grafietlamellen gevormd. Ijzercarbide of cementiet is echter extreem hard en bros en wit gietijzeren gietstukken worden alleen gebruikt voor toepassingen waar een grote hardheid en slijtagebestendigheid vereist is.

Smeedbaar gietijzer

Dit soort gietijzer wordt gemaakt door wit gietijzer van specifieke samenstelling langdurig op hoge temperatuur te gloeien. Door het gloeien ontleedt de cementiet en wordt compacte grafiet gevormd in een ferriet of perliet matrix. Omdat de compacte vorm van de grafiet de taaiheid van de matrix niet in dezelfde mate nadelig beïnvloedt als de grafielamellen, wordt een bruikbaar niveau aan taaiheid verkregen. Smeedbaar gietijzer kan in de volgende klassen ingedeeld worden: frisijzer, temperijzer en perlitisch ijzer.

Frisijzer

Frisijzer wordt geproduceerd door hoog koolstof houdend wit gietijzer te gloeien in een koolstof onttrekkend (decarburiserend) medium. Koolstof wordt verwijderd aan het oppervlak van het gietstuk en het verlies wordt alleen gecompenseerd door de diffusie van koolstof uit het inwendige van het gietstuk. Frisijzeren gietstukken zijn inhomogeen met een ontkoolde oppervlaktelaag en een kern met een hoger koolstofgehalte.

Temperijzer

Temperijzer wordt gemaakt door het gloeien van wit gietijzer met een laag koolstofgehalte (2,2 - 2,9 %) zonder decarburisering. De resulterende structuur van koolstof in een ferriet matrix is homogeen met betere mechanische eigenschappen dan frisijzer.

Perlitisch temperijzer

Deze hebben in plaats van een ferritische een perlitische matrix. De sterkte van deze soort is daardoor hoger, maar de taaiheid is lager dan van ferritisch temperijzer.

Tabel 1. Indeling gietijzersoorten volgens ISO/TR 15608

Groep	Sub-groep	Soort gietijzer
71		Grijs lammelair gietijzer met gespecificeerde treksterkte of Brinell hardheid
72		Nodulair gietijzer met gespecificeerde mechanische eigenschappen
	72.1	Nodulair gietijzer met gespecificeerde treksterkte, 0,2% rekgrens en rek of Brinell hardheid
	72.2	Nodulair gietijzer als 72.1 met gespecificeerde kerfslagwaarden
73		Smeedbaar gietijzer
	73.1	Perlitisch temperijzer, gedecarburiseerd meest geschikt voor lassen
	73.2	Wit smeedbaar gietijzer gedecarburiseerd
	73.2	Temperijzer, niet gedecarburiseerd
74		Perlitisch temperijzer
75		Austenitische gietijzer
	75.1	Austenitisch nodulair gietijzer met gespecificeerde samenstelling
	75.2	Austenitisch nodulair gietijzer
	75.3	Austenitisch grijs gietijzer
76		Gietijzersoorten uitgezonderd 71 t/m 75
	76.1	Slijtvaste gietijzersoorten

Lasbaarheid

De lasbaarheid hangt af van de microstructuur en mechanische eigenschappen. Grijs gietijzer bijvoorbeeld is bros en is niet bestand tegen de spanningen die opgebouwd worden door een afkoelende las. Daar het gebrek aan taaiheid veroorzaakt wordt door de grove grafiet lamellen, geven de grafiet clusters in smeedbaar gietijzer en de bolvormige grafiet in nodulair gietijzer een aanzienlijk hogere taaiheid die de lasbaarheid verbetert.

De lasbaarheid kan beperkt worden door de vorming van harde en brosse microstructuren in de warmte beïnvloede zone (WBZ). Die brosse structuren bestaan uit ijzercarbiden en martensiet. Omdat in nodulair gietijzer en smeedbaar gietijzer minder gemakkelijk martensiet ontstaat, zijn deze soorten gemakkelijker te lassen vooral als het ferrietgehalte van de matrix groot is. Wit gietijzer dat erg hard is en ijzercarbiden bevat wordt normaal als niet lasbaar beschouwd.

Lasprocessen

Lassen met brons als toevoegmateriaal wordt veelvuldig toegepast om scheurvorming te voorkomen. Omdat oxiden en andere verontreinigingen niet door smelten worden verwijderd en bij mechanisch reinigen de grafiet over het oppervlak wordt gesmeerd, moet het oppervlak zorgvuldig worden gereinigd, b.v. door het etsen in een zoutbad.

Alle smeltlasprocessen zoals autogeen, lassen met beklede elektrode, MIG-lassen en lassen met gevulde draad kunnen gebruikt worden. Om scheurvorming in de WBZ te voorkomen zijn een geringe warmte-inbreng, extensieve voorverwarming en langzame afkoeling voorop gestelde voorwaarden.

Autogeen als gevolg van de relatief lage temperatuur van de warmtebron moet voor autogeen lassen hoger worden voorverwarmd dan voor het lassen met beklede elektrode. De inbrandingsdiepte en de opmenging is gering, maar de brede WBZ en de langzame afkoeling geven een zachte microstructuur. Het lassen met poedertoevoeging, waarbij laspoeder aangevoerd wordt door een op de autogeenbrander gemonteerd kleine trechter, is een proces met een erg lage warmte-inbreng en wordt vaak gebruikt voor het opbutteren van het oppervlak voor het eigenlijke lassen.

Lassen met beklede elektrode wordt veelvuldig toegepast in de fabricage en reparatie van gietstukken omdat de intense hoge temperatuur boog grotere lassnelheden toelaat en lagere voorwarmtemperaturen. De nadelen van het lassen met beklede elektrode zijn de grotere inbrandingsdiepte en opmenging van lasmetaal met het basismateriaal, maar door te lassen met elektrode negatief kunnen de afmetingen van de WBZ beperkt worden.

MIG en gevulde draad MIG (kortsluitbooglassen) en vooral het lassen met gevulde draad kunnen gebruikt worden om een hoge neersmeltsnelheid te bereiken en daarbij de mate van inbranding en opmenging te beperken.

Toevoegmaterialen

Bij autogeen lassen heeft het toevoegmateriaal normaal een iets hoger koolstofgehalte en een hoger siliciumgehalte. Dit wordt gedaan om de las overeenkomstige mechanische eigenschappen te geven als het basismateriaal.

De meest gebruikelijke toevoegmaterialen bij het lassen met beklede elektrode zijn nikkel, nikkel-ijzer en nikkel-koper legeringen. Deze legeringen worden toegepast omdat zij de grote hoeveelheid koolstof afkomstig van het basismateriaal kunnen opvangen, waardoor een taaie en goed verspaanbare las ontstaat.

Bij het MIG-lassen worden gewoonlijk nikkel of monel draden gebruikt, maar ook koperlegeringen kunnen toegepast worden. Gevulde draden, nikkel-ijzer-mangaan draden zijn eveneens beschikbaar voor het lassen van gietijzer. Poeders op basis van nikkel met toevoeging van ijzer, chroom en kobalt worden gebruikt om een bepaald hardheidsbereik te realiseren.

Lasdefecten

Het potentiële probleem van een neersmelt met een hoog koolstofgehalte wordt vermeden door het gebruik van lastoevoegmateriaal uit nikkel of nikkellegeringen. Bij dergelijk toevoegmateriaal ontstaat een fijn verdeelde grafiet, een geringere poreusheid en een goed verspaanbare neersmelt. Er moet echter bij het gebruik van nikkel als toevoegmateriaal gerekend worden met de vorming van warmscheuren als het gietijzer een hoog zwavel- en fosforgehalte heeft.

De vorming van harde en brosse WBZ structuren maken gietijzer vooral gevoelig voor scheurvorming in de WBZ tijdens de afkoeling na het lassen. Het risico op deze scheurvorming kan verminderd worden door voor te verwarmen en langzaam af te koelen na het lassen. Omdat voorverwarmen de afkoelsnelheid zal verlagen wordt de vorming van martensiet zowel in de WBZ als in de las voorkomen en wordt de hardheid in de WBZ wat verlaagd. Voorverwarmen kan ook de krimpspanningen verlagen en daarmee de optredende vervormingen en de kans op scheurvorming in de WBZ en de las verminderen. Kenmerkende voorwarmtemperaturen worden in de tabel 2 gegeven.

Tabel 2 Voorwarmtemperaturen voor het lassen van gietijzer.

Type gietijzer	Voorwarmtemperatuur in °C			
	BMBE	MIG	Autogeen	Autogeen poeder
Ferritisch lamellair gietijzer	300	300	600	300
Ferritisch nodulair gietijzer	20-150	20-150	600	200
Ferritisch smeedbaar gietijzer	20	20	600	200
Pearlitisch lamellair gietijzer	300-330	300-330	600	350
Pearlitisch nodulair gietijzer	200-330	200-330	600	300
Pearlitisch smeedbaar gietijzer	300-330	300-330	600	300

Omdat scheurvorming ook kan optreden als gevolg van ongelijkmatige uitzetting, moet het voorverwarmen geleidelijk plaatsvinden. Dit speelt vooral bij het voorverwarmen van complexe gietstukken of wanneer grote componenten plaatselijk worden verhit. Daarnaast moet het gietstuk altijd langzaam worden afgekoeld om een thermische schok te voorkomen.

Een alternatieve techniek voor het lassen van grote gietstukken die moeilijk zijn voor te verwarmen is de dunne lagen techniek. De las wordt dan opgebouwd uit

een serie van kleine lasrupsen. Door de lassen met een lage warmte-inbreng worden de afmetingen van de WBZ beperkt. Deze lassen worden dan met een hamer uitgeklopt (strekken) terwijl ze nog warm zijn om de krimpspanning af te bouwen en de omgeving van de las wordt snel afgekoeld met een luchtstroom of een vochtige doek om spanningsopbouw in de WBZ te beperken.

Reparatie van gietstukken

Veelzijdig zijn reparaties aan gietstukken nodig als gevolg van gietfouten en de daarbij behorende brosse structuren. Voor kleine reparaties kunnen lassen met beklede elektrode, autogeen, lassen met brons of met poedertoevoegingen worden gebruikt. Voor grotere oppervlakken kan lassen met beklede elektrode of poeder technieken gebruikt worden voor het opbutteren van de lasnaadkanten gevolgd door lassen met beklede elektrode of MIG/gevulde draad voor het vullen van de lasnaad. Dit wordt schematisch getoond in figuur 3.

Aanbevelingen

- Verwijder oppervlakte fouten bij voorkeur door slijpen of met een wolframcarbide steen. Als gutsen wordt toegepast moet het onderdeel plaatselijk verwarmd worden tot zo'n 300 °C
- Schuur na gutsen het geprepareerde gebied licht om harde plekken te verwijderen.
- Verwarm het gietstuk voor op de in de tabel weergegeven aanbevolen temperatuur.
- Butter de lasnaad op met een beklede elektrode met een kleine diameter (2,4 of 3 mm). Gebruik daarbij een nikkel of monel elektrode om een zachte en ductiele opgebutterde laag te verkrijgen. Als alternatief kan autogeen gelast worden met poeder als toevoegmateriaal.
- Verwijder de slak en hamer de lasnaad terwijl deze nog warm is.
- Vul de lasnaad door gebruik te maken van nikkel of nikkel-ijzer elektroden (3 of 4 mm) voor een hogere sterkte.

Om tenslotte scheurvorming te voorkomen als gevolg van restspanningen, moet de het gelaste gebied afgedekt worden om er zeker van te zijn dat het gietstuk langzaam afkoelt naar kamertemperatuur.

Deze aflevering in de rubriek 'Laskennis opgefrist' is een bewerking van 'Job Knowledge for welders Part 25' uit TWI Connect door Theo Luijendijk, geactualiseerd eind 2008.

Inlichtingen

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

<p>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.</p>
--