

Warmtebehandeling en interkristallijne corrosie

Beitsen na een onjuiste of ondeskundige warmtebehandeling kan metaal ernstig aantasten

Nummer: 2011/08

Inleiding

Om tot fabricage te komen van bijvoorbeeld leidingsystemen, vaten, hulpwerktuigen, werktuigen, ketelinstallaties en constructies, wordt dagelijks wereldwijd warmte in ijzer- en staallegeringen en non-ferrometalen ingebracht.

Warmte inbreng gebeurt in vele vormen en toepassingen. Te denken valt aan lassen, snijden, buigen met inductie, inductie elementen, direct verwarmen met een warmtebron, elektrische verwarmingselementen en indirect verwarmen met verwarmde gas of lucht.

Bij de constructie van ijzer-, staal- of non-ferro systemen kan een extra warmtebehandeling voorgeschreven zijn.

Voorbeelden zijn het hardingsproces bij staal, het harden, of bij alle voorkomende metalen het spanningsvrij uitgloeien van de constructie of werktuigonderdeel. Het uitgloeien vindt plaats onder een deken van lucht of stikstof ter voorkoming van oxides, hetzij atmosferisch in ovens, met of zonder elektrische verwarmingselementen of in vacuümovevens. Ook zoutbaden worden toegepast voor thermische oppervlaktebehandeling. Andere toepassingen zijn bijvoorbeeld een Perolysse-oven of een wervelbed-oven waarin met een turbulent mengsel van gas, zand of korund thermisch gereinigd wordt bij ongeveer 400°C.

Staal harden

Harden is een term die wordt gebruikt voor het proces waarbij de slijtvastheid en daarmee de hardheid van een metaallegering verhoogd wordt. Deze toename van de hardheid van een legering kan nuttig zijn in een breed scala van toepassingen.

In het geval van staal wordt het materiaal gelijkmatig verhit tot een kersrode kleur (770°C). Deze kleur is een indicatie voor de fase/temperatuur waarin het materiaal zich bevindt. Ook het verlies van het magnetisme is een indicatie voor de juiste temperatuur.

Aansluitend wordt het staal afgekoeld in olie of water. Olie- of water afkoeling is afhankelijk van de samenstelling van het af te koelen materiaal. Het verschil van de warmtegeleiding-coëfficiënt van de koelvloeistof kan het materiaal sneller of langzamer afkoelen. Te langzame afkoeling geeft geen harding, te snelle afkoeling kan scheuren of breken van het materiaal tot gevolg hebben.

Na het harden moet het staal ontlaten worden. Dit is noodzakelijk omdat het staal anders te bros is. Na het ontlaten is het staal taaiër. Het ontlaten gebeurt door opnieuw verhitten, afhankelijk van de legering en gewenste hardheid, bij een temperatuur van ca. 180-650°C en het staal



Interkristallijne corrosie bij een bakoven

daar vervolgens op een bepaalde tijd houden. Daarna afkoelen aan de buitenlucht tot omgevingstemperatuur.

Inductie buigen

Bij aanleg van duplex of roestvaststalen onder- en bovengrondse gasleidingnetwerken en gelegerde stalen leidingen voor olietransport, wordt, in plaats van gebruik te maken van korte standaard lasbochten, gebruik gemaakt van inductie verwarmd gebogen dik of dunwandige bochten met variabele radius en benen met kleine tot grote diameter doorsnede van 1200 mm.

Naast ongelegeerde stalen bochten worden ook bochten en leidingen van zeer exotische nikkelchroomlegeringen voor allerlei toepassingen met behulp van inductieverwarming gebogen. Het buigwerk vindt plaats op grote hydraulisch gestuurde banken waarbij het materiaal lokaal op de buigsede verwarmd wordt gebogen, afhankelijk van het materiaaltype bij een temperatuur tussen 700–1200°C en langzaam afgekoeld. Hierdoor ontstaan aan het oppervlak veelal zwarte oxides en verkleuring.

Spanningsvrij uitgloeien

Hieronder wordt verstaan het wegnemen van spanningen die in de constructie zijn ontstaan na gieten, lassen, intensieve vervorming en thermisch harden. Het gaat dan bijvoorbeeld om spuitstukken, manifolds, warmtewisselaars, ketelconstructiedelen zoals verhitte en economiser etc. De hierbij gebruikte temperaturen en tijden zijn afhankelijk van de materiaalsoort. Temperaturen lopen uiteen van 600°C tot 1000°C.

Vornoemde warmtebehandelingen zijn professionele, kritische werkzaamheden waarbij een temperatuur/tijd traject tabel, met daarin de juiste temperatuur en toegewezen tijd, moeten worden doorlopen. Gebeurt dit ondeskundig, komt men niet tot de juiste temperatuur of wordt de vooropgestelde tijdsduur niet in acht genomen, dan is het gevaar heel groot dat in het metaal deformatie plaats vindt en het metaal zich niet meer in de oorspronkelijke staat bevindt. Indien we dit metaal een chemische metaaloppervlaktebehandeling geven, zoals beitsen en passiveren, dan kan het metaal ernstig door het zuur aangetast worden. Bij chroomlegeringen en roestvast staal bestaat tevens het gevaar van interkristallijne corrosie.

Interkristallijne corrosie

Interkristallijne corrosie is het ontstaan van corrosie langs de korrelgrenzen van een legering. Het metaal verliest hierbij zijn samenhang. Hoewel slechts een kleine hoeveelheid legering corrodeert, kan de schade zeer groot zijn. Bij deze vorm van corrosie wordt het materiaal plaatselijk op de korrelgrenzen aangetast. Interkristallijne corrosie kan alleen optreden nadat het roestvast staal een warmtebehandeling (lassen, gloeien) heeft ondergaan.

Bij roestvast staal zijn de korrelgrenzen corrosiegevoelig als zich hierop chroomcarbiden (verbinding tussen chroom en koolstof) bevinden. Deze chroomcarbiden ontstaan makkelijk in de warmtebeïnvloede zone van het roestvast staal tijdens het lassen. Uitscheiding van chroomcarbiden ontstaat in het temperatuurtraject van 500 tot 800°C. In normale toestand bevindt zich in de austenitische roestvast staal aanwezig koolstof, homogeen opgelost in de austeniet kristallen. In het beschreven temperatuurgebied verbindt deze koolstof zich met het aanwezige chroom tot chroomcarbide dat zich tracht als kristallen af te zetten. Deze kristallen zetten zich af aan de grenzen van de austenietkristallen. Er ontstaat chroomverarming aan de kristalgrenzen omdat het chroom aan de naaste omgeving van de kristalgrenzen zijn onttrokken. Indien roestvast staal in een dergelijke staat aan een agressief milieu wordt blootgesteld, ontstaat een extreem sterke corrosie aan de kristalgrenzen, de zgn. interkristallijne corrosie. Ook bij een beitsbehandeling kan dit fenomeen

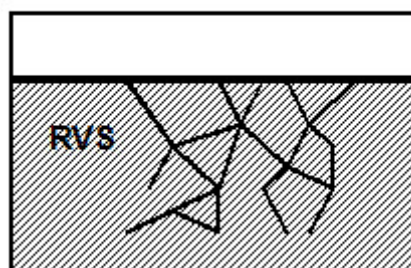
optreden waardoor het materiaal onbruikbaar wordt. Interkristallijne corrosie kan worden voorkomen door te kiezen voor roestvast staal typen met een laag koolstofgehalte (AISI 304L, AISI 316L) of een gestabiliseerd type (AISI 321 of 316 Ti), zodanige lascondities te kiezen dat het genoemde temperatuurtraject niet wordt bereikt of snel wordt doorlopen, of door het roestvast staal oplossend te gloeien (bij 900°C en daarna snel afkoelen).



Op de volgende pagina vindt u als voorbeeld in figuur 1 een ijzer-koolstof diagram. Deze toont de samenhang tussen temperatuur, koolstofgehalte en structuur van het staal.

Auteur: W. Baris (Directeur Vecom Metal Treatment B.V.)
Reacties en/of vragen?: e-mail: tb@vecom.nl
www.vecom-group.com

Interkristallijne corrosie



IJZER-KOOLSTOF DIAGRAM (GEDEELTELIJK)

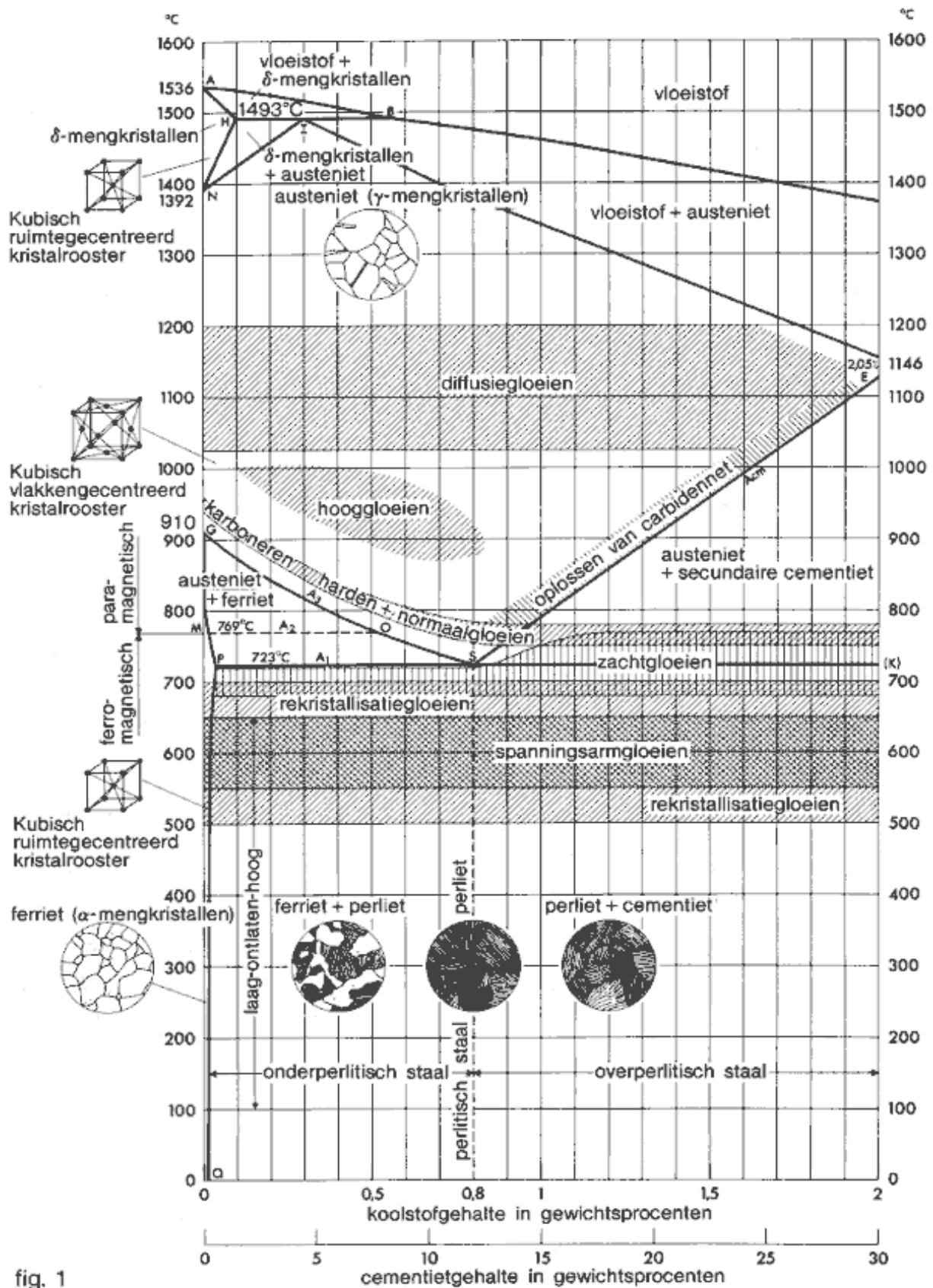


fig. 1