



## De bereiding van staal



In de eerste aflevering van deze nieuwe rubriek werd het materiaal staal en het hoogovenproces belicht. In deze tweede aflevering gaan we in op het bereiden van staal. De staalbereidingsprocessen worden verdeeld in twee groepen: het convertorproces en het (hard)ovenproces. Een beschrijving van beide processen en de verdere verwerking van het staal.

Bij het bereiden van staal gaat het vooral om de verlaging van het koolstofgehalte. In ruwijzer\* bedraagt dit gehalte circa 4 procent en in staal, afhankelijk van de soort, 0,1 tot 1,5 procent. Constructiestaal bevat 0,1 tot 0,2 procent koolstof, machinestaal zo'n 0,4 procent en gereedschapsstaal ongeveer één procent. Het verwijderen van koolstof gebeurt door oxidatie in het gesmolten ruwijzer. Dit is mogelijk doordat koolstof een grotere affiniteit met zuurstof heeft dan met ijzer. Daarnaast oxideren ook de elementen mangaan, silicium en fosfor die in ruwijzer aanwezig zijn. Zwavel kan niet door een directe oxidatiereactie uit het ijzer worden verwijderd, hiervoor zijn andere chemische reacties nodig.

De ongelegeerde\* constructiestaalsoorten die, in tonnen uitgedrukt, het leeuwendeel van de staalproductie vormen, worden voornamelijk via de convertorprocessen gemaakt. Met het elektro-ovenproces kunnen zowel ongelegeerde als gelegeerde staalsoorten worden gemaakt.

### Het convertorproces

Voor de convertorprocessen wordt er gewerkt met ruwijzer, dat in vloeibare vorm uit de hoogovens wordt aangevoerd. De raffinage vindt plaats door het doorblazen van zuurstof. Hierbij verlopen de oxidatiereacties zeer snel, waardoor de totale procestijd kort is (circa een half uur). Het belangrijkste convertorproces is het Oxystaalproces waarbij wordt uitgegaan van vloeibaar ruwijzer waaraan maximaal 25 procent vast schroot kan worden toegevoegd. Het raffinageproces vindt plaats in een zogenaamde convertor, een peervormig stalen vat met van binnen vuurvaste stenen en een inhoud die kan variëren van 10 tot 300 ton. Vervolgens wordt door een watergekoelde holle lans vrijwel zuivere zuurstof met zeer hoge snelheid - tot boven de geluidssnelheid - op het bad geblazen. Er vindt oxidatie van de koolstof plaats, die als CO ontwijkt. Door de hoge temperatuur en de intensieve aanraking verloopt het proces

zo snel, dat er in ongeveer twintig minuten tweehonderd ton ruwijzer tot staal kan worden geblazen. De ijzerverliezen zijn gering, omdat de koolstof bij hoge temperatuur veel sneller verbrandt dan ijzer. De eveneens geoxideerde, begeleidende elementen zoals Si, Mn en P worden in de slak opgenomen; bij fosforoxide is dit alleen mogelijk in een kalkhoudende (basische) slak. Elementen die een kleinere affiniteit hebben tot zuurstof dan ijzer, zoals koper en nikkel, kunnen niet uit het staalbad worden verwijderd door verbranding. Ook zwavel wordt niet in het staalbad verbrand. Dit moet worden verwijderd door binding aan een kalkhoudende slak, wat gebeurt voordat het ruwijzer in de convertor wordt ingezet in de ruwijzerontzwavelingsinstallatie.

Het verbrandingsproces van de begeleidingselementen dient niet alleen voor de zuivering van het staal. De bij de verbranding vrijkomende warmte wordt

Het inzetten van ruwijzer  
in de convertor





**Oxystaalfabriek  
Corus in IJmuiden,  
met drie converters  
goed voor een jaar-  
productie van  
6,9 miljoen ton staal**



tevens gebruikt om een hoeveelheid schroot te smelten en om de temperatuur van het ruwrijzer (circa 1300 °C) op te voeren tot die van vloeibaar staal (circa 1600 °C). Het schroot wordt voor het ruwrijzer in de converter ingezet om de vuurvaste bekleding van de converter te beschermen. Er wordt hierbij zoveel mogelijk 'schoon' schroot - afkomstig uit eigen fabrieken of van grootgebruikers van het staal - ingezet om zo min mogelijk verontreinigingen in het staal te krijgen.

Na afloop van het blazen bevat het vloeibare staal een overmaat aan zuurstof. Dit moet worden verwijderd door een desoxidatie-proces, dat later zal worden beschreven. Vervolgens wordt met bepaalde toevoegingen het staal op de gewenste samenstelling en temperatuur gebracht. Hierna wordt het staal gescheiden van de slak en in een staalpan gegoten, waarin het naar de gietinstallatie wordt getransporteerd.

### **Het ovenproces**

Bij de ovenprocessen staat het vloeibare metaal niet in direct contact met zuurstof, maar wordt de benodigde zuurstof via de op het metaalbad drijvende vloeibare slak toegevoerd. Dit proces verloopt veel langzamer. Een voordeel van het ovenproces is dat kan worden gewerkt met een vaste ovenlading (schroot), die eerst moet worden gesmolten voordat de raffinage kan plaatsvinden. Door het tragere verloop van het ovenproces is de regelbaarheid beter. Bij de elektro-oven is de totale procesduur, afhankelijk van de ovengrootte, drie tot zes uur. Deze kan echter verkort worden door het inblazen van zuurstof in de vloeibare lading. Het elektro-ovenproces is het belangrijkste ovenproces.

Het grote voordeel van de elektro-oven is dat er geen geïntegreerd staalbedrijf met een hoogoven voor nodig is. Overal waar schroot en elektriciteit is, kan

een elektro-oven worden geplaatst. Van de elektro-smeltovens is de boogoven de meest gebruikte. De oven is komvormig met een verwijderbaar deksel waardoor grafietelektroden steken. Er wordt een elektrische boog getrokken tussen elektroden en bad. De lading van de oven kan geheel uit schroot bestaan, uit ruwrijzer of uit een mengsel van beide, waarbij het ruwrijzer vast kan zijn of vloeibaar. Deze oven kan worden gebruikt voor het omsmelten van schroot, dat als afvalmateriaal in grote hoeveelheden ter beschikking staat. Hierbij kan een zeer goede kwaliteit staal worden gemaakt. De prijs van het staal wordt voornamelijk bepaald door de prijs van het schroot en van de elektrische stroom. Het grootste deel van de schrootverwerking vindt plaats in elektro-ovens.

De elektro-oven biedt de mogelijkheid om vrijwel elke andere staalkwaliteit, gelegeerd\* en ongelegeerd\*, te maken. Hierin ligt de grote betekenis van het elektro-ovenproces. Gelegeerd staal wordt (nog) overwegend in de elektro-oven gefabriceerd. Sommige (hoog)gelegeerde staalsoorten worden echter ook in speciale convertors geproduceerd, zoals roestvast staal dat in grote hoeveelheden wordt gemaakt.

### **Verwerking van het staal**

Het vloeibare staal wordt in de staalfabriek verwerkt tot blokken door het te gieten in blokvormen. Dit gebeurt bij kleine hoeveelheden, bijvoorbeeld bij RVS. Ook kan er continu worden gegoten tot langgestrekte strengen of plakken. Dit vindt veelal plaats bij ongelegeerd staal, bijvoorbeeld constructiestaal. Voor de massastaalproductie overheerst tegenwoordig het continue gietproces, dat later zal worden beschreven. Bij het blokrietproces wordt in gietijzeren blokvormen of in coquille gegoten, waarbij de blokken of ingots variëren van een halve tot twintig ton voor walsblokken, terwijl grote smeedblokken tot driehonderd ton kunnen wegen. Gereedschapsstaal wordt meestal in kleinere blokformaten gegoten, die soms beneden de één ton kunnen liggen. Een klein deel van het vloeibare staal wordt direct in zandvormen gegoten tot gietstukken (staalgietwerk).

### **Bereiding van gietijzer**

Voor de bereiding van gietijzer wordt in de moderne gieterijen gebruikt gemaakt van ruwrijzergietelingen (broodjes van ruwrijzer) en schroot welke in elektro-ovens tot smelten worden gebracht. Na toevoeging van de benodigde legeringselementen en toeslagstoffen voor de juiste samenstelling, wordt het gietijzer uitgegoten in vormen. ■

\* Een verklaring van dit woord is opgenomen in de Vakjargonlijst elders in deze uitgave.