

Sugninger i SG-jern

Af Herbert Wolthoorn, Foseco AB

En sugning er en støbefejl forårsaget af at jernet trækker sig sammen under størkning. Denne sammentrækning eller sugning kan give forskellige typer sugningsfejl. Her omtales dog kun de sugninger, der forekommer i SG-jern.

For at kunne fremstille SG-jern uden sugninger, er det vigtigt at forstå hvordan SG-jern størkner. I tiden fra jernet er fyldt i formen til det er afkølet til stuetemperatur finder store volumenforandringer sted.

Under størkningsforløbet vil SG-jern trække sig sammen i den flydende fase, det flydende svind, og i den faste fase, det faste svind. Desuden vil SG-jern (og gråjern) i modsætning til andre legeringer i en kort periode under afkølingen udvide sig, den såkaldte grafitekspansion.

Når støbningen er afsluttet og afkøles begynder sammentrækningen af jernsmelten (fig 1, kurve A). Det første stykke tid sker en konstant volumensammentræk-

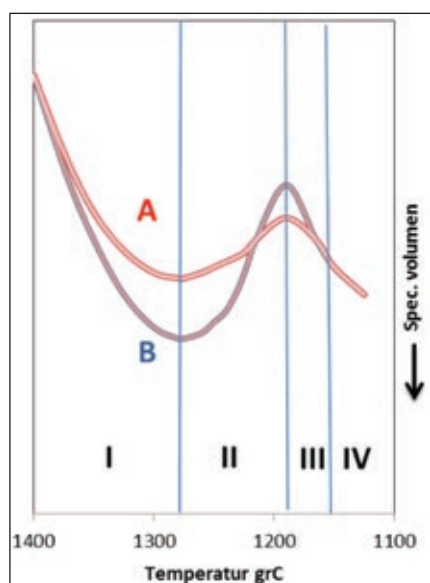


Fig. 1: Specifik volumen som funktion af jernstemperatur.

ning af smelten (periode I). På et tidspunkt begynder smelten at udskille kulstoffet og danner kuglegrafit, som fylder mere end opløst kulstof. Når grafitudvidelsen bliver større end sammentrækningen af smelten sker der totalt set en volumenudvidelse (periode II). I den sidste del af den flydende fase (periode III) er næsten alt grafit udskilt og restsmeltens sammentrækning er igen større end grafitudvidelsen (periode III). Når restsmelten er størknet begynder det faste svind (periode IV)

Under den første periode svinder jernet ca. 2% for hver 100 grader afkøling. Hvis der ikke kompenseres for dette såkaldte primære svind opstår sugningsfejl, den såkaldte primære sugning.

Under den anden periode, hvor grafitekspansionen finder sted, skal formen kunne modstå trykket fra grafitekspansionen.

Under sammentrækningen i den tredje periode, det såkaldte sekundære svind, kan der fortsat opstå sugninger, de såkaldte sekundære sugninger.

I den fjerde periode finder fortsat en volumensammentrækning sted, men der ikke kan opstå flere sugninger da alt jern nu er størknet.

Efterføding

Under den første afkølingsperiode svinder jernet som sagt ca. 2% for hver 100 grader afkøling. Grafittannelsen begynder ved ca. 1150 oC, så et emne, der vejer 100 kg og støbes ved 1400 oC svinder ca. 5 volumenprocent, og det svarer til ca. 5 kg smelte. En effektiv efterføder har et udbytte på ca. 33% af sit eget volumen, så der skal anvendes en føder, der kan indeholde ca. 15 kg smelte. Effektiv efterfø-



Fig. 2: Nedsynkning i SG-jern

ning kræver således en forholdsvis stor efterføder.

Ved optimal efterføding efterfødes godset konstant under det primære svind. Lige før grafitekspansionen begynder størkner efterføderhalsen, og der opbygges et overtryk i godset, hvilket gør godset selvefterfødende under det sekundære svind.

Problemet er imidlertid, at overtrykket ikke må være så stort, at formen deformeres. Halsen skal altså størkne lidt efter grafitekspansionen begynder, så efterføderen kan optage noget af ekspansionstrykket. Den efterfølgende trykopbygning i godset skal nu være tilstrækkeligt til selvefterføding, men ikke så stor, at formen deformeres.

Grafitekspansionen muliggør også støbning uden efterfødere,



Fig. 3: Makro-sugninger

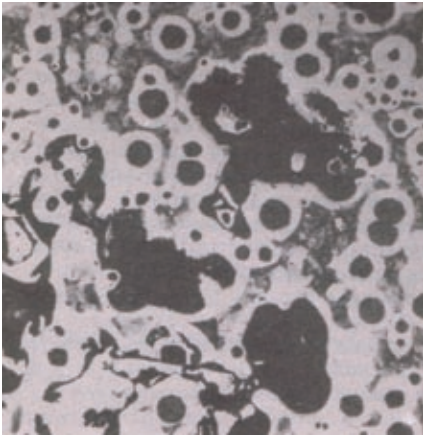


Fig. 4: Mikro-sugninger.

hvor hele ekspansionsstrykket udnyttes til selvefterfødnings. Denne form for efterfødnings kræver blandt andet meget stabile furanforme.

I virkeligheden er situationen endnu mere kompliceret. Processen med at størkne på det rigtige tidspunkt for at undgå sugninger kan påvirkes af mange faktorer, fx støbetemperatur og jernets metallurgiske kvalitet.

Hvis støbetemperaturen ikke holdes indenfor et ganske bestemt temperaturinterval, kan den i et grænsetilfælde have afgørende betydning for dannelsen af sugninger.

Endnu vanskeligere at styre er jernets metallurgiske kvalitet. Denne påvirkes af jernets kemiske sammensætning, smeltebehandling, chargeringsmaterialer og behandlings/podemetode. Næppe alle støberier har mulighed for at holde styr på alle disse faktorer hele tiden.

Fig. 1 viser et afkølingsforløb for to forskellige smelter A og B med hhv. god og dårlig metallurgisk kvalitet. Det ses tydeligt, at smelten B har et større efterfødningsbehov under det primære svind. Under grafitekspansionen påvirker smelten B formen længere og kraftigere. Endelig bliver det sekundære svind større. Det er dog nemmere at efterføde smelter med ensartet mindre god kvalitet end smelter med uensartet god kvalitet.



Fig. 5: Synlige mikrosugninger i SG-jern

Typiske sugninger

En typisk sugning er en nedsvækkelse i godsets overflade (fig. 2). Denne sugning opstår, når godsets indre volumen ikke efterfødes tilstrækkeligt under det primære svind. I godsets områder, der størkner sidst, dannes et vakuum og det atmosfæriske tryk trykker godsets størknede men endnu svage yderskal indad for at kompensere for hulrummet. Hvis skallen er tyndt kan den bryde og der åbnes til hullet inde i godset, en såkaldt åben sugning. Årsagen til en nedsvækkelse kan være en for lille efterføder, for stor hals, for høj støbetemperatur og selvfølgelig en kombination af disse muligheder. Ved furanstøbt gods uden efterfødnings skyldes en nedsvækkelse ofte en svag form eller mangelfuld tilspænding eller vægtnings af formhalvparterne.

Indvendige makro-sugninger opstår, hvis der dannes et vakuum på et sent tidspunkt under det primære svind. Godset ydre skal er nu så tykt, at den ikke kan deformeres af det atmosfæriske tryk, og hvis der ikke kan kompenseres for det indre hulrum opstår en indvendig sugning. Disse sugninger findes hovedsageligt i de områder af godset, som størkner sidst, og har ofte en dendritisk overflade (fig. 3). Årsagen til makro-sugninger skyldes, alt andet lige, ofte et forkert dimensioneret efterfødningsdesign.

Indvendige sugninger, der opstår under det sekundære svind kaldes mikro-sugninger (fig. 4), selv om de godt kan være synlige med det blotte øje (fig. 5). Mikro-sugninger kan være svært at afhjælpe. De findes ofte i godsets isolerede godssektioner, som ikke

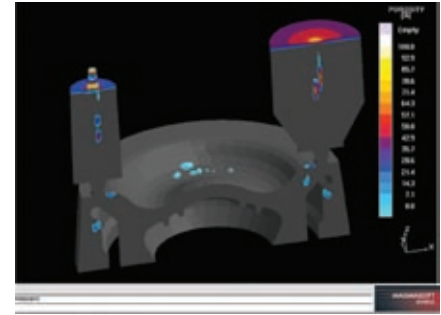


Fig. 6: MAGMASOFT simulering

er efterfødt tilstrækkeligt under det primære svind. Optimal metallurgisk kvalitet formindsker risikoen for mikrosugninger. I visse tilfælde er det nødvendigt at anvende kølejern for at øge afkølingen i isolerede sektioner eller for at give en retningsbestemt størkning hen mod efterfødere.

Afsluttende bemærkninger

Efterfødnings af SG-jern er altid vanskeligt og til tider kan det synes umuligt at opnå gode resultater. Anvendelse af størknings-simulering (fig. 6) er med til at give en forståelse af, hvordan størkningsforløbet bliver i godset. Denne viden gør det nemmere at designe et optimalt efterfødnings-system. Men ganske almindelig god støberipraksis og sundt fornuft er fortsat påkrævet for at løse sugningsproblemer. Anvendelse af kvalitetsråmaterialer, korrekt smeltebehandling, god opstampning og tilspænding af furanforme, kontrol med støbetemperatur og sand er nogle af de simple og kendte foranstaltninger, der ikke bør negligeres i det daglige arbejde.

Litteratur

- Uffe Andersen: Sugninger og efterfødnings, Afdelingen for Støberiteknik, Teknologisk Institut, 1976
- Hans Rødter: Ein Alternativverfahren des druckgesteuerten Speisens für GGG-Gußstücke, Sorelmetal, 1986