

Elkem undervisningsserie om podning af støbejern



Af Cathrine Hartung, Rob Logan, Chris Ecob og Leander Michels

Dette er den første artikel i en serie, der vil belyse forskellige aspekter af podningsprocessen på støbejern. Denne første artikel omhandler, hvad er et podemiddel og hvad gør det.

I de efterfølgende artikler omtales mere detaljeret specifikke områder af podningsprocessen:

- Nr. 2: Generelle podemidler og anvendelser
- Nr. 3: Podemidlets udklingning over tid
- Nr. 4: Indflydelse af jerntemperatur
- Nr. 5: Effekt af godstykkelse
- Nr. 6: Effekt af magnesiumbehandling

Hver artikel vil indeholde casestudier, der er baseret på erfaringer fra støberier.

En referenceliste for denne og kommende artikler bringes i den sidste publikation.

Del 1: Hvad er et podemiddel, og hvad gør det

Podning af støbejern er en vigtig proces i støbejernsfremstilling, og den er afgørende for, hvorvidt en støbning kan kvalitetsgodkendes eller ej. Podning er mere kritisk ved fremstilling af SG-jern end ved gråt støbejern.

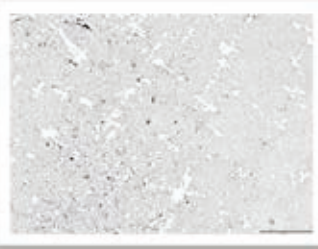
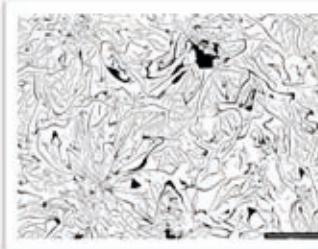
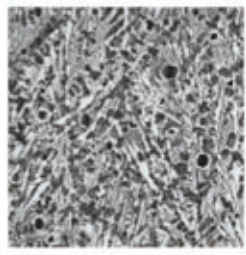
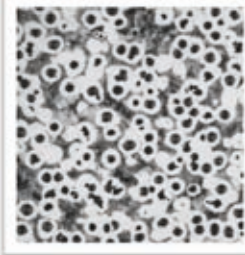
Begrebet podning i forbindelse med fremstilling af støbejern stammer tilbage fra 1930'erne. Siden introduktionen er der blevet publiceret et væld forskellige teorier for at forklare, hvad der sker under podning. Samtidig er en lang række forskellige sammensætninger af podemidler blevet afprøvet og har fundet deres anvendelse i støbejernsfremstillingen. [1,2]

Podning som proces kan udføres i et eller flere trin og er normalt den sidste metalbehandlingsproces før udstøbning finder sted.

Den normalt anvendte podningspraksis er at tilsætte 0,05 til 1 % af

en bestemt FeSi-legering, der indeholder kontrollerede mængder af et eller flere grundstoffer. De grundstoffer, der normalt findes i podemidler, er Al, Ca, Ba, Sr, Ce, La, Mn, Bi, S, O og Zr. Den måde podemidlet virker på er, at det i smelten danner kimdannelsesteder, der fremmer grafitudfældning og vækst, og at størkningsprocessen følger det stabile Fe-C system. Podningseffekten kan måles på forskellige måder, men de to hurtigste og nemmeste metoder i støberiet er enten kileprøvning eller termisk analyse.

Hensigten med podningen er at reducere underafkøling for at muliggøre heterogen grafitkimdannelse. Dette gøres ved at anvende grundstoffer, der muliggør dannelse af egnede vækstsubstrater i smelten, der vil virke som effektive kim for grafitudskillelse. Dette vil fremme en termodynamisk stabil størkningsproces, hvorunder det i jernet opløste kulstof udfældes og danner grafit og ikke det uønskede jernkarbid (cementit). Fig. 1 viser effekten af podning på strukturen af gråt og SG-jern.

	Upodet	Podet
Gråt støbejern		
	Upodet - underafkølet grafit (og jernkarbider)	Podet - flagegrakit i en perlitisk grundstruktur
SG-jern		
	Upodet - grundstruktur med karbider og få grafitnoder	Podet - ferritisk/perlitisk grundstruktur med forbedret nodulantal

Figur 1: Effekt af podning på grafitstruktur i gråt støbejern og SG-jern. [3]

Resultaterne og effekten af en vellykket podning er mange [4,5,6,7,8,9,10,11], for eksempel:

- Karbiddannelse (cementit) reduceres eller undgås helt
- Dannelse af den ønskede grafitform (flage, kompakt eller kugleform) fremmes
- Sejring reduceres
- Sugninger reduceres
- Bearbejdigheden forbedres
- Homogen grundstruktur fremmes
- Hårdheden reduceres
- Sejheden forbedres

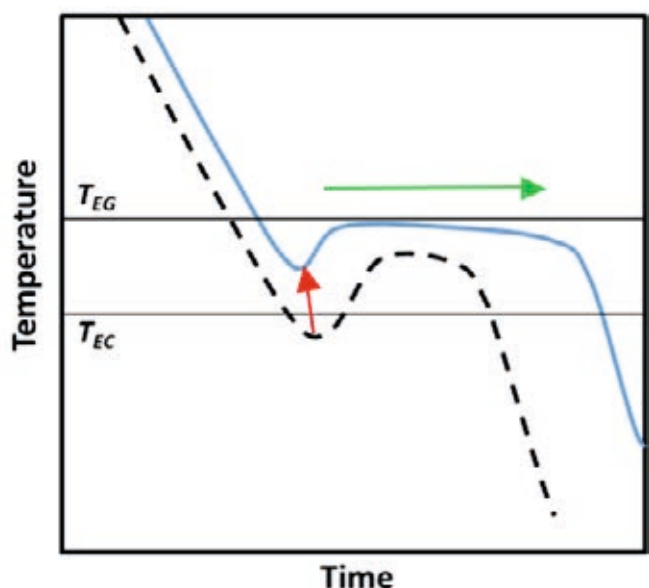
Måling af podningens virkning

Som tidligere nævnt kan effekten af podning måles på flere måder, herunder:

- Måling af underkøling ved hjælp af termisk analyse.
- Måling af hvidstørkning ved hjælp af kileprøvning.
- Kvantitativ og kvalitativ evaluering af mikrostrukturens elementer såsom:
 - nodulantal
 - nodulform
 - type flagegrafit
 - længde af grafitflager
 - antal eutektiske celler
 - grundstruktur
 - grafitfordeling

Disse målinger kan udføres på bestemte tidspunkter eller løbende.

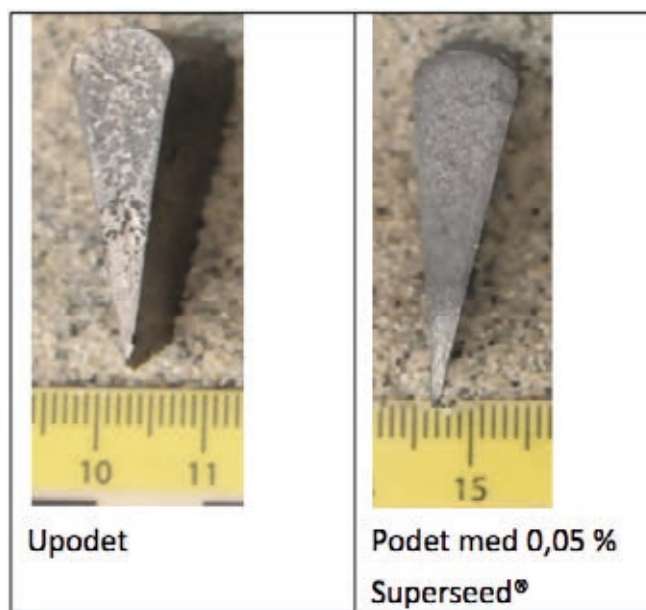
For gråjern er det nemmest og mest almindeligt at bruge kileprøvning og termisk analyse for at bedømme podningens virkning, hvorimod det for SG-jern er mere effektivt at anvende termisk analyse og mikrostrukturanalyse til bedømmelsen.



Figur 2: Effekt af podning på afkølingskurve.

Figur 2 viser podningseffekten med en simpel termisk analysekurve. Afkølingskurven for upodet jern vises som en sort stilet linje og podet jern som en blå fuldoptrukket linje. Som det ses, reducerer podning graden af underafkøling før grafitdannelse finder sted (rød pil). Desuden forlænger podning dannelsen og væksten af grafit, hvilket øger størkningstiden (grøn pil).

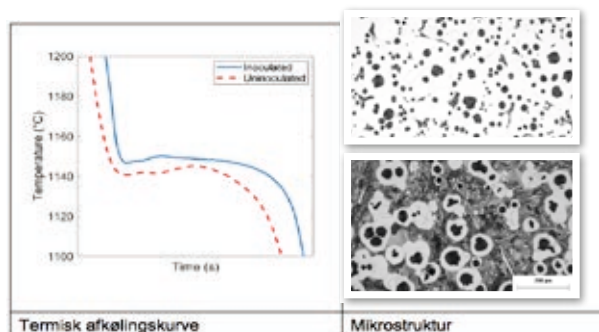
Som resultat af podningen ændres strukturen fra at indeholde karbider eller underafkølet grafit til en struktur med velformet flage- eller kuglegrafit, som vist i fig. 1.



Figur 3: Eksempel på podningseffekt på gråt jern.

Fig. 3. viser podningseffekten på hvidstørkning af en kileprøve af gråt støbejern, hvor den podede kileprøve har betydeligt mindre hvidstørkning på kilespiden. Anvendelse af kileprøver er en nem og hurtig metode til at vurdere effekten af podning i gråt jern. Kileprøven kan nemt knækkes, og effekten kan ses uden videre.

Når der fremstilles SG-jern er det mere almindeligt at anvende termisk analyse kombineret med mikrostrukturanalyse for at vurdere podningseffekten; et eksempel på Dette kan ses i fig. 4, hvor den upodede prøve har en struktur med cementit, mens den podede prøve har en cementitfri ferritisk struktur.



Figur 4: Eksempel på podningseffekt ved brug af termisk analyse og mikrostrukturundersøgelse.

For det enkelte støberi er det ikke nemt at vælge det korrekte podemiddel til en given fremstillingsproces, da der skal tages hensyn til:

- Podemidlets kemiske sammensætning
- Tidspunkt for podning
- Podningstemperatur
- Godstykkelse
- Magnesiumbehandling (til SG-jern)

Næste artikel i serien forventes bragt i næste udgave af Støberiet.

Elkems tekniske service og R&D-teams assisterer gerne kunderne med både at forbedre processer og minimere omkostninger. For yderligere oplysninger venligst kontakt Klaus-Ole Andersen på klaus-ole.andersen@elkem.com