

Svejsereparation af skader i SG-jern

Af Henrik Bang, specialist og svejseingeniør – FORCE Technology.

Om SG jern

SG-jern - støbejern med kuglegrafit - leveres i overensstemmelse med standarden EN 1563 " Spheroidal Graphite Cast Irons". SG-jern udmærker sig ved at have mekaniske egenskaber nært beslægtet med visse ståltypen og stålstøbegods. SG-jern er støbeteknisk nemt at håndtere, og således er prisen relativt lav, og efterspørgslen tilsvarende stor. I modsætning til støbejern med flagegrafit og lamelgrafit, udmærker SG-jern sig ved at have en vis duktilitet, hvilket er gunstigt for en lang række konstruktioner, og er ofte anvendt som et alternativ til traditionelt konstruktionsstål. Tabellen herunder viser en sammenligning mellem traditionelt konstruktionsstål S235J2 (EN 10025-2) og SG-jern EN-GJS-400-18 (En 1563).

	Flydespænding [N/mm ²] (0.2)	Brudstyrke [N/mm ²]	Brudforlængelse [%]	Slagsejhed (-20°C) [Joule]
S235 J2	215	360-510	23	27
EN-GJS-400-18	240	370	12	14

Tabel 1. Typiske mekaniske værdier for SG-jern sammenlignet med traditionelt konstruktionsstål

Svejsning af SG-jern og svejsemetallurgiske udfordringer

Indenfor den svejsetekniske verden er det velkendt, at svejsning af støbejern er noget, man bør holde sig langt væk fra. Mange har i årens løb oplevet, at svejsning har medført massive revnedannelser, og dårlige mekaniske egenskaber. SG-jern har, set ud fra et svejseteknisk synspunkt, et skræmmende højt kulstofindhold på 2-4 %.

Med det aktuelle kulstofindhold er kulstofækvivalenten tårnhøj. En høj forvarmetemperatur og et stort heatinput er ikke tilstrækkeligt til at undgå dannelse af martensit og karbider, hvilket resulterer i, at materialet vil blive sprødt i den varmepåvirkede zone. Således vil en svejsereparation forringe de mekaniske egenskaber i uacceptabel grad.

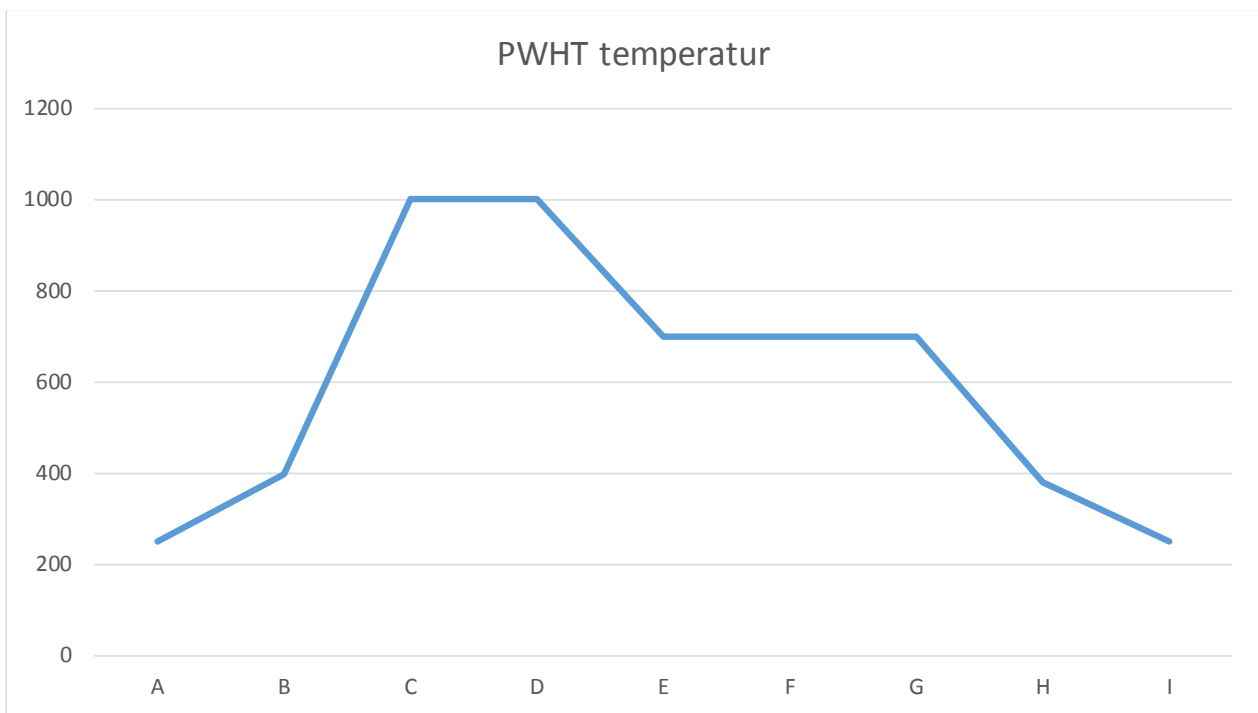
Hos FORCE Technology har vi udført nogle svejsforsøg med SG-jern (EN-GJS-400-18), hvor det er lykkedes, at bibeholde de ønskede mekaniske egenskaber. Dog skal det nævnes, at svejsning af SG-jern kun bør udføres i forbindelse med reparation, og ikke som produktionssvejsning.

Svejsning af SG-jern i praksis

Som nævnt herover, er dannelsen af martensit og karbider uundgåelig. Når svejsemetal størkner opstår der trækspændinger, som, kombineret med sprødhed i materialet, udgør en potentiel risiko for revner. Denne tendens kan minimeres ved at svejse med et lavt heat input, samt ved at forvarme til 250°C. Det anbefales at starte med at forvarme 4-6 timer før svejsearbejdet, da dette vil bevirke, at mulig akkumuleret brint (særlig i grafitten) vil blive drevet ud af materialet, og nedsætte tendensen til revner. Det anbefales ligeledes, at strengopbygningen i fugen laves, så der opstår mindst mulige trækspændinger. Som tilsatsmateriale anbefales en nikkelbaseret tråd. Langt de fleste fabrikanter af tilsatsmaterialer har tilsatsmaterialer til svejsning af SG-jern i deres sortiment.

Varmebehandling

For at opnå de ønskede mekaniske egenskaber, er det strengt nødvendigt at varmebehandle svejsningen. En varmebehandling vil anløbe den dannede martensit samt opløse karbider. Det anbefales, at varmebehandlingen udføres direkte efter svejsningen er afsluttet, så afkøling af emne, og dermed risiko for revnedannelse, minimeres. Et varmebehandlingsforløb kunne se ud som vist herunder:



Varmebehandlingen gør, at martensit og karbider omdannes og mikrostrukturen igen bliver ferritisk. Mikrofotos af strukturen i den varmepåvirkede zone før og efter varmebehandling er vist herunder.

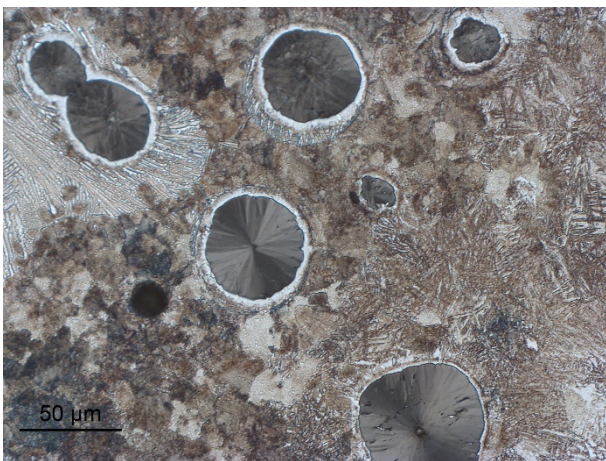


Fig 1. HAZ før varmebehandling.

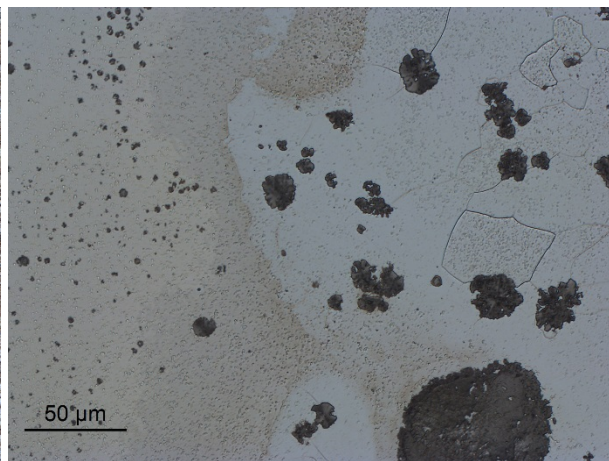


Fig 2. HAZ efter varmebehandling.

Svejsprocedure

For svejsning af støbejern udarbejdes en svejsprocedure i henhold til DS/EN ISO 15614-3 "WPQR for smeltesvejsning af støbejern". Tabellen herunder viser de mekaniske egenskaber for det materiale, anvendt til svejsforsøget, samt resultaterne af mekanisk prøvning.

	Slagsejhed (-20°C) [Joule]	Flydespænding [N/mm ²] (0.2)	Brudstyrke [N/mm ²]	Brudforlængelse [%]
Grundmateriale	16	229	387	25
Svejs søm	14	235	380	13,5
HAZ	15	-	-	-

Afsluttende bemærkninger

Forsøget har vist, at det er muligt at udføre reparations svejsninger i SG-jern med et tilfredsstillende resultat, som opfylder kravene i EN 15614-3. Såfremt man har en vital komponent, fremstillet i SG-jern, der måtte blive beskadiget, er det altså muligt at reparere denne. Dog kræver det godt håndværk samt kendskab til svejsning og varmebehandling.