

Värmebehandling av järn

Senast uppdaterad: 2023-11-24

Inledning

Järn, Fe, (grundämne 26, formelvikt 55,85 g/mol) är en av de vanligaste metallerna som vi kommer kontakt med i vårt dagliga liv. Järn har använts i mer än 2000 år för att tillverka olika redskap, vapen, maskiner och bilar.

Järn är ett grundämne som är magnetiskt. Metallkristallerna är anordnade i endast en riktning och kan därför attrahera en magnet. Om man polerar järnmetall får den en silverfärgad metallisk yta. Vid kontakt med fuktig luft bildas så småningom en rödbrun oxidhinna av rost, FeOOH på järn. När man blandar med järn med andra grundämnen som kol, kisel nickel eller andra metaller bildas legeringar (blandningar) av rostfritt stål (stainless steel).

Det finns olika metoder för att bearbeta järn genom värmebehandling (upphettning och avsvälning) som påverkar järnets kristallstruktur i fast form.

När järn upphettas snabbt och sedan får svalna långsamt, bildas järn som kallas *austenit*. I processen som kallas *glödning*, förlorar järn sina magnetiska egenskaper. Vid glödning blir järnkristallerna mer organiserade, järnet blir mjukt och lättare att böja eftersom atomerna glider symmetriskt över varandra.

När järn upphettas till hög temperatur och kyls av snabbt, bildas i stället järn som kallas *kolstål* eller *martensit*. Det är hårt och sprött. Järnet blir *amorft* (ämnet saknar struktur), eftersom det inte hinner ordna sig i en regelbunden kristallstruktur. Järnkristallerna fångar in kolatomer som inte hinner avges (diffundera) vid den snabba avkylningen. Kolstål används till knivar och svärd.

Anlöpning kallas en metod där man upphettar hårt järn (*martensit*) tillräckligt mycket för att en del kristaller ska kunna organisera sig men fortfarande har en amorf struktur. Anlöpt järn används till fjädrar.

Uppgiften är att undersöka hur egenskaperna hos en hårnål av järn förändras vid värmebehandling och avkylning. Dessutom ska ni försöka identifiera vilken typ av kristallin järnstruktur som bildas i varje delsteg av behandlingen.

Material

4 hårnålar av järn, bägare med kallt vatten, magnet, brännare, degeltång och pincett.

Utförande

Risker vid experimentet: Ni arbetar med mycket varma saker. Vid snabb avkylning finns det en risk att det stänker hett vatten som kan ge brännskador. Stäng av brännaren när du inte använder den. Använd skyddsglasögon och personlig skyddsutrustning.

1. Undersök en hårnål. Försök att räta ut den. Hur svårt är det? Fjädrar den tillbaka? Är den magnetisk? Skriv ner dina iakttagelser. Klistra in nålen (1) i en resultattabell.
2. Greppa en hårnål med en degeltång i den öppna änden. Upphetta den böjda delen i den varmaste delen (precis ovanför den blå lågan) av brännaren. När hårnålen glöder rött använder ni en pincett för att försiktigt räta ut hårnålen. Tag sedan bort hårnålen från lågan och låt den svalna långsamt. Upprepa samma process med tre hårnålar till.
3. Håll i en av de uträtade hårnålarna med en degeltång och upphetta hela hårnålen till den glöder i rött. Låt den svalna långsamt. Vad kallas processen?
4. Upprepa processen med de tre andra raka hårnålarna. Låt hårnålarna svalna.
5. När hårnålarna har svalnat försöker ni böja dem till kroker. Vilka egenskaper har hårnålarna efter upphettningen? Är de lättare att böja? Är de fjädrande? Är de magnetiska? Skriv ner dina iakttagelser. Klistra in den glödgade hårnålen (2) i tabellen och markera med "glödgat järn".
6. Fyll en bägare med vatten och ställ den intill brännaren. Upphetta de två kvarvarande behandlade hårnålarna som blivit böjda till kroker till rödglödning. Kyl hårnålarna snabbt genom att doppa ner i vattnet.
7. Ta upp en av de två kvarvarande hårnålarna när den svalnat från vattnet och undersök ännu en gång hårnålens egenskaper. Vad kallas den här typen av järn? Skriv ner dina iakttagelser. Klistra in hårnålen i resultattabellen (3) på pappret.
8. Ta upp den sista kroken ut vattnet. Greppa kroken med tången och håll den högt ovanför brännaren. För långsamt ner den mot toppen av lågan tills en regnbågsliknande blå beläggning bildas på kroken. Den ska INTE bli rödglödgd! Låt kroken svalna långsamt. Vilket typ av järn har nu bildats?
9. Försök att böja kroken. Är den spröd eller seg? Undersök magnetismen i järnet. Klistra in den sista hårnålen (4) i resultattabellen.

Tabell 1: Resultat vid undersökning av hårnålens metalliska egenskaper.

Hårnål		Egenskaper
Hårnål före behandling (1)		
Järntråd efter glödning och långsam svalning (2)		
Järntråd efter glödning och snabb svalning (3)		
Järntråd efter försiktig upphettning och långsam svalning (4)		

Till läraren

Målgrupp: [7–9, Gy]

Teori

1. Hårnålen är först ganska mjuk och går att räta ut, lite fjädrande och magnetisk.
2. Efter glödning och långsam svalning är järnet mjukare. De magnetiska egenskaperna har minskat eller försvunnit. Det har bildats austenit.
3. Efter glödning och snabb avkylning är järnet hårt, sprött, magnetiskt och bryts lätt. Järnet har omvandlats till kolstål (martensit).
4. Efter anlöpning är järnet hårt och fjädrande. Järnet har omvandlats till ferrit.

Tabell 2: Metalliska egenskaper för olika former av järn

Bearbetning/process	Egenskaper	Magnetisk	Struktur	Namn	Användning
Upphettning och långsam svalning/ <i>Glödning</i>	Mjukt och lätt att böja	Ej (mindre) magnetisk	Ordnad kristallstruktur	Austenit	formbar, mjuk
Upphettning och snabb kylning/	Hårt och sprött. Bryts av!	magnetisk	Amorf kristallstruktur	Kolstål Martensit	Knivar, svärd
Försiktig upphettning och långsam svalning <i>/Anlöpning</i>	Fjädrande Stor seghet	magnetisk	Mellanform ordnad/amorf struktur	Ferrit	Fjädrar

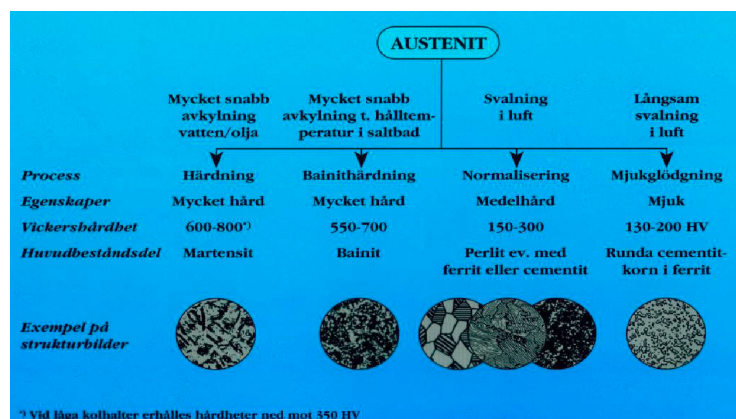


Bild 1: Visar en schematisk översikt över värmebehandling av järn (www.jernkontoret.se).

Övrigt

Låt gärna eleverna ta brännarkörkort i samband med laborationen. Se <https://chesse.org/sv/checklistor-och-verktyg/> Idén från Dr. David Katz www.chymist.com

Underlag för riskbedömning – Namn på laboration/Demo

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Hårnålar av järn	Ej märkningspliktigt	Eleverna arbetar med heta metallbitar och öppen låga. Risk för brännskador. Kyl i ljummet vatten under lång tid vid brännskada. Sök vård vid allvarligare brännskador.

Förebyggande åtgärder	Se till att alla elever vet hur man hanterar en brännare. (Brännarkörkort). Håll god uppsikt över elevgrupperna.
Avfall och andra kommentarer	

Datum	20231124	Utförd av	KRC	Klass	
--------------	----------	------------------	-----	--------------	--