

Möjligheter och begränsningar hos höghållfasta stål

Användning av höghållfasta stål har möjliggjort nya typer av konstruktionslösningar. Kunskap om deras möjligheter och begränsningar kan därmed bidra till en förbättrad produkt. Den här artikeln går in på dessa områden samt ger exempel på applikationer som möjliggjorts tack vare dess egenskaper.

Konstruktioner av låglegerade höghållfasta stål kan innebära förbättrade prestanda i jämförelse med en struktur av olegerade- och låglegerade med stål av mer normal hållfasthet.

Typiska fördelar med strukturer av höghållfasta stål är någon eller några av följande punkter:

- Det möjliggör konstruktioner med större lastförmåga
- Det bidrar till en lösning med en lättare konstruktion

- Ökad livslängd av en konstruktion som är utsatt för slitage
- En högre säkerhetsfaktor av konstruktionen vid i övrigt oförändrat utseende av konstruktionen

Höghållfasta låglegerade stål finns i såväl bandplåts- som grovplåtsformat. De stål som beskrivs är producerade som grovplåt vilka har sträckgränser mellan ca 700 MPa–1700 MPa. Aktuella stål produceras antingen som härdade och anlöpta alternativt som rent härdade produkter. Dimensionerna täcker ett stort plåttjockleksintervall och exakta mått är kopplade till stålsorten. Generellt gäller att grovplåt kan tillverkas med högre plåttjocklek samt i bredare format än tunnplåt. Tunnplåt kan, som namnet antyder, tillverkas i tunnare plåttjocklek än för grovplåt.

Det finns egentligen ingen formell gränsnivå i hållfasthet för vad som menas med ett hög-

Orange is the new colour in welding and brazing !

Selectarc[®]
by FSH WELDING GROUP

Tillsatsmaterial i världsklass för reparation, underhåll och produktion. Kontakta oss för mer information eller läs mer på www.svetscenter.com

Välkommen med Er förfrågan !

SVETS CENTER
ALLT I SVETSINSTRUMENTER
026-661400 www.svetscenter.com

"Oavsett ståltyp stiger dess hårdhet i opåverkat grundmaterial med ökande hållfasthet."

hållfast stål. Underförstått är det ofta stål med sträckgränser av 355 MPa och uppåt och denna gränsdragning används i detta sammanhang.

Man kan generellt dela in höghållfast grovplåt i undergrupperna konstruktionsstål, slitstål, verktygs- och maskinstål samt skyddsstål. Segheten i stålen och svetsförband varierar med ståltypen. Ur hållfasthetsynpunkt är typiska sträckgränser för olika stål:

- konstruktionsstål: 500 MPa–1 300 MPa.
- slitstål: 800 MPa–1 700 MPa.
- verktygsstål och maskinstål: 800 MPa–1 700 MPa.
- skyddsstål: 800 MPa–1 700 MPa.

Oavsett ståltyp stiger dess hårdhet i opåverkat grundmaterial med ökande hållfasthet.

Slitstål har en generell förmåga att kunna motstå olika typer av slitage, vilket ofta är fallet för

en viss applikation. Denna fördel gäller även i jämförelse mot andra material som används i slitagetillämpningar som gjutjärn och Hadfieldstål. Den senare ståltypen har en hög manganhalt på ca 13%. Var och ett av dessa stål har generellt sett en bra resistens mot en viss typ av slitage men ofta lägre motstånd mot andra typer av slitage.

För Hadfieldstål gäller att de har en bra motståndskraft mot stötslitage, men däremot ett lägre slitagemotstånd när de slitande partiklarna glider mot stålytan. För gjutjärn är situationen den motsatta – bra motståndskraft mot partiklar som glider mot materialet men sämre resistens mot stötslitage.

Konstruktionsstålen har ofta krav på en viss hållfasthet kopplat till specificerade seghetsnivåer. För grovplåt är seghetskraven ofta minst 27J vid -40°C.

En viktig egenskap för verktygs- och maskinstål är att de ska ha en så hög formstabilitet som möjligt vid bearbetning.

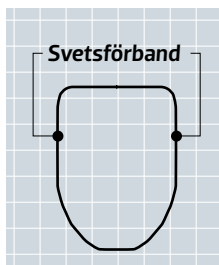
För skyddsplåt är motståndskraften mot yttre angrepp viktigt. För att uppnå detta behövs en kombination av hög hårdhet och kopplat till en god seghet i materialet.



Vi är specialister på
utsug – fläktar – filter
för alla miljöer

FUMEX[®]

www.fumex.se



Typiskt tvärsnitt av bomkranprofil.

EXEMPEL PÅ TILLÄMPNINGAR

Följande exempel på tillämpningar relaterar till höghållfasta stål i jämförelse med olegerade- och låglegerade stål med sträckgräns upp till 355 MPa, som kallas ordinära stål i följande sammanhang.

Exempel 1: Containerar

Vanligt förekommande plåttjocklekar för containerar av ordinarie stål är 10–12 mm. För containerar som bygger på höghållfast slitplåt med hårdheten 450 Brinell kan plåttjockleken minskas till 3–4 mm.

Ett exempel på tillämpning är metallskrotcontainerar. Dessa utsätts för olika typer av slitage och då framför allt stöt- och glidslitage. I detta fall kan slitagemotståndet för containern ökas 2–3 gånger vid användning av slitstål med hårdheten 450 Brinell i jämförelse med en container som är tillverkad av ordinarie stål och som har en sträckgräns av ca 355 MPa. Slitstålet med hårdheten 450 Brinell har en sträckgräns av ca 1200 MPa.

För att kunna utnyttja stålets hållfasthet så bra som möjligt bygger detta på att stålet tillåts att deformeras elastiskt under belastning. Ett sätt att möjliggöra detta är att använda få förstävningar i konstruktionen.

EXEMPEL 2: MOBILKRANSARMAR

Mobilkranarmar är ett exempel på höghållfasta konstruktionsstål. Dessa är byggda i teleskopsektioner. Här har utvecklingen lett till att man steg för steg uppgraderat till stål med allt högre hållfastheter. Dessa delar innehåller idag stål med typiska sträckgränser på 900 MPa–1300 MPa. Trenden att successivt öka stålets hållfasthet i dessa delar bidrar till lättare konstruktioner, vilket i sin tur möjliggör längre utstickslängder. Typiska plåttjocklekar för höghållfasta bomprofiler är i dag 4–10 mm.

"Slitstål har en generell förmåga att kunna motstå olika typer av slitage."

Under belastning är mobilkranarmar främst utsatta för en böjande moment. För att öka styvheten har konstruktionen blivit allt mer rund på den nedre tryckta delen.

Exempel 3–4: Formverktyg

Ett visst stål kan ofta antingen användas som verktygstål eller som maskinstål. Verktygstål används till att forma andra stål, som formar till plastformningsverktyg. Vanliga krav på stålet är höga hårdheter vid högre användningstemperaturer.

När stålen tillämpas som maskinstål är deras formstabilitet viktig under bearbetning. I dessa fall är det mer vanligt med lägre driftstemperaturer än fallet för verktygstål.

Hur högt i temperatur ett verktygs- och maskinstål kan tillämpas beror på den individuella ståltypen. Vanliga tillämpningstemperaturer är upp till +590°C. Vid tillämpningar över deras angivna max. temperatur finns viss risk för försämring av stålets mekaniska egenskaper.

Hållfastheten i stålen beror av driftstemperaturen. Vid rumstemperatur ligger sträckgränsen i ett område av 700–1700 MPa. Till detta kan ytterligare hårdhet och hållfasthet läggas till om ytskiktet beläggs



Plastformningsverktyg av verktygstål som används vid tillverkning av mobiltelefoner.



ROBOTUTBILDNING & ROBOTPRODUKTER



Genom vår unika utbildningsfilosofi och kunskap, kan vi ge utbildningar som är helt anpassade efter Era önskemål. I vårt utbildningscenter finns robotar från ABB, Yaskawa, Fanuc & KUKA.

Vi kan även utbilda på plats hos Er!

UTBILDNINGAR

RWI Grundutbildning robotsvetsning

Utbildningen riktar sig till personal som ska sköta en robotsvetsstation. Inga förkunskaper krävs. Utbildningsveckor: HT: 34, 36, 38, 40, 43, 45, 47, 49, 51.

RWII Fortsättning robotsvetsning

Utbildningen är för personal som ska ställa in svetsparametrar och göra egna robotsvetsprogram. Utbildningsveckor: HT: 35, 39, 42, 46, 50.

RWIII Avancerad robotsvetsning

Utbildningen riktar sig till personal som ska eller redan arbetar med komplex programmering. Utbildningsveckor: HT: 37, 48.

TouchSenseCleaner™

Löser kontaktsökningsproblem

Utvändig rensning av gaskåpa! TSC tar bort svetsrök och smuts utvändigt på gaskåpan, som kan leda till kollisioner. Ett måste vid kontaktsökning med gaskåpa!



WELDFINDER™

Ser till att roboten aldrig missar

WELDFINDER är en lasersökare som används för att hitta stället där roboten ska svetsa. Genom denna möjlighet kan man alltid svetsa rätt och ta bort tidigare problem. Mäter på hela 420 mm avstånd och har ett patenterat system för TCP-kontroll.



VI HJÄLPER ER!

Axson Robot
Utbildning • Processoptimering

Tel. 031-748 52 85

S. Långebergsg. 18, 42132 V. Frölunda

www.axsonrobot.se



"Hur högt i temperatur ett verktygs- och maskinstål kan tillämpas beror på den individuella ståltypen."

➤ Svenska ambassaden i Washington innehåller skyddsplåt i fasad och vissa dörrar.

med ett hårt ytskikt. Vid rumstemperatur kan sträckgränserna i konstruktionen då lokalt ökas till ca 2 000 MPa.

Exempel 5: Skydd av byggnader

Personskydd en typisk tillämpning för skyddsstål. Exempel på användningsområden är fordon och byggnader som kan attackeras.

BEGRÄNSNINGAR

Vanligt förekommande begränsningar för höghållfasta stål är:

- Vid utmattningsbelastning
- Att möjligheten till minskad plåttjocklek kan ge lägre styvhet i konstruktionen
- Inverkan av stålets E-modul
- Den statisk hållfastheten i svetsförband

Samtidigt är det vanligt att man kan parera för dessa effekter.

UTMATTNING

Utmattningshållfastheten i grundmaterial kontra svetsförband skiljer sig åt. Är belastningsvariationen likformig i tid kommer svetsförband av höghållfasta stål att ha likartad utmattningshållfasthet som förband av ordinärt stål vilket alltså gör att man inte kan dra nytta av höghållfasta stål i denna situation.

Är belastningen mer ojämn och med att fåtal belastningscykler kan man dock få bättre egenskaper för förband av höghållfast stål i jämförelse med förband av stål med ordinära hållfastheter.

För alla typer av stål, inklusive höghållfasta stål, kan man förbättra utmattningshållfastheten i svetsförband med TIG-bearbetning, slipning eller peening.

De två förstnämnda metoderna erhåller förbättrade egenskaper genom jämnare övergångar mellan grundmaterial och svetsgods. På detta sätt minskas spänningskoncentrationerna i förbandet som i sin tur höjer utmattningshållfastheten.

För peening får man förutom den jämnare geometrin också tryckspänningar i och omkring svetsens yta vilket är fördelaktigt då utmattningssprickor bildas på grund av dragspänningar.

INFLYTANDE AV E-MODUL

E-modulen är ett mått på ett ståls elastiska deformation när det belastas.

E-modulen för låglegerade stål ligger på samma nivå oberoende av hållfasthet av stålet. Typiskt sett är E-modulen ca 210 GPa i dessa fall. Följden blir att en konstruktion kommer att deformera sig mer under belastning. Fenomenet åskådliggörs med dragprovkurvor.

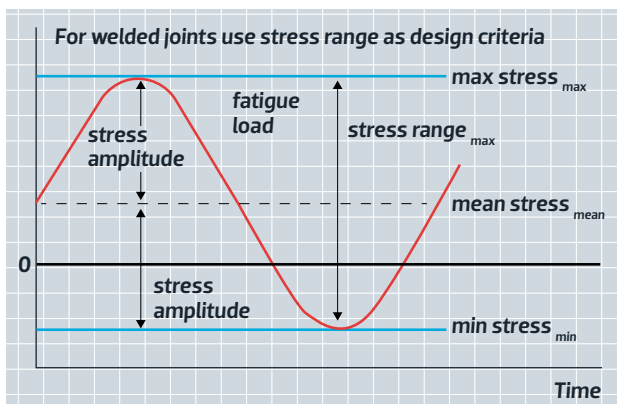
BUCKLING

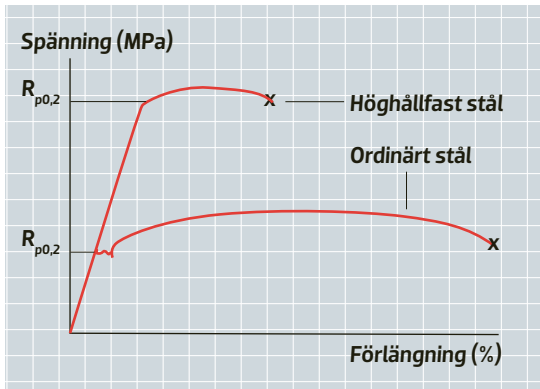
Utnyttjar man möjligheten till att minska vikt genom tunnare plåttjocklek i en konstruktion kan man behöva ta motståndet mot buckling vid beaktande. Ett exempel på denna utveckling är mobilkransprofiler.

Kuggstångsskenor som består av maskinstål.

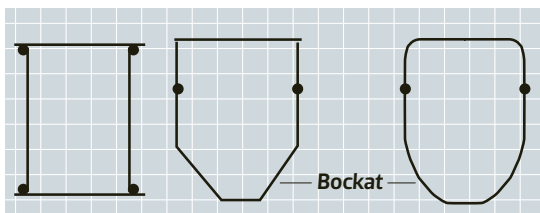


Varierande likformig utmattningsbelastning.





Dragprovkurvor för ett höghållfast- kontra ett stål med ordinär hållfasthet. Elastiska deformationen som inte är permanent är närvarande vid spänningar vid den raka linjen i diagrammet. Den högre belastning som höghållfasta stål klarar av innebär därför en större elastisk deformation. Vinkeln α representerar stålets E-modul och den är i princip densamma för höghållfasta stål som för ordinära stål. Ökar belastningen över det elastiska området får man en bestående (plastisk) deformation för bägge ståltyperna.



Utveckling av kranarmsprofiler. Under utvecklingen av dessa har man förstärkt konstruktionen genom att göra den undre trycksatta delen rundare. Utvecklingen har gått från utseendet av den vänstra profilen successivt mot dagens lösningar representerade till höger.

STATISK HÅLLFASTHET I SVETSFÖRBAND

Vissa typer av höghållfasta stål kan ge matchande hållfasthet till kravet för opåverkat stål. Normalt sett är det svetsförband av konstruktionsstål som normalt har de högsta kraven, och det är denna typ av förband som beskrivs i det följande.

För högsta möjliga hållfasthet används läglegerade tillsatsmaterial. För SSAB:s del kan matchande hållfasthet mellan opåverkat grundmaterial och svetsförband uppnås för konstruktionsstål med sträckgränser upp till 960 MPa. Svetsning av stål med högre hållfastheter än så får typiskt sett en lägre hållfasthet i svetsförband i jämförelse med hållfastheten för grundmaterial. En viktig orsak till detta är att läglegerade tillsatsmaterial för konstruktionsstål endast finns tillgängliga upp till ca 930 MPa i sträckgräns.

Normalt ställs också endast krav på brottgräns tvärs svetsförband vid procedurinklassning enligt till exempel EN 15614-1. Denna egenskap kan registreras med god noggrannhet.



Elmia

2016 SVETSAS BRANSCHEN SAMMAN. IGEN.

Elmia Svets och Fogningsteknik är Nordens starkaste branschmässa av sitt slag med ledande leverantörer och brett kunskapsinnehåll. Med de parallella mässorna skapar vi årets rikligaste dagar för svensk tillverkningsindustri.

Se till att boka din monter redan nu!

10–13 maj 2016
Elmia, Jönköping
www.elmia.se/svets

ELMIA 2016
SVETS
OCH FOGNINGSTEKNIK

I partnerskap med Svetskommissionen, 10–13 maj 2016, Jönköping

@elmiasvets

Arrangeras parallellt med:



➤ **"För slitstål och skyddsplåt är branschpraxis att dessa svetsas med tillsatsmaterial som har lägre sträckgräns i jämförelse med hållfastheten på ingående stål."**

Sträckgräns tvärs svetsförband kan variera i större utsträckning i och med att förbandet kan deformerar från svetsförbandet, vilka kan rätas ut under dragprovning. Följden kan bli att ett alltför lågt sträckgränsvärde registreras. Detta förhållande gäller generellt för svetsförband oberoende av stål och oavsett om det är höghållfast eller inte.

För att ge en uppfattning om möjliga nivåer visas typiska värden vid svetsning av SSAB:s ståltyper Strenx. Siffran efter Strenx beteckningen hänvisar till sträckgränsen för stålet. Uppgifterna bygger på att svetsning sker enligt normala rekommendationer. Det innebär att sträckgränsen för tillsatsmaterialet matchar stålets sträckgräns upp till 900 MPa. För stål med ännu högre hållfasthet gäller värdena för svetsning med tillsatsmaterial med sträckgräns på 900 MPa–930 MPa.

Vid vissa tillfällen efterfrågas indikationer på värden av sträckgräns tvärs svetsförband. Ofta förekommande värden inkluderas därför i nedanstående tabell.

Normalt ställs endast krav på brottgräns tvärs svetsförband vid procedurinklassning enligt till exempel EN 15614-1.

För att dra nytta av stålets egenskaper kan man lägga svetsförband i mindre påkända områden, se exemplet nedan för mobilkransarmar.

Dessa utsätts framför allt för böjning. Detta innebär att man får ett lågt påkänt område där man har låga spänningsnivåer. I denna del är det lämpligt att placera svetsförbanden. På så sätt kan man

dra full nytta av stålets hållfasthet samtidigt som svetsförbandet klarar belastningsnivåerna.

För slitstål och skyddsplåt är branschpraxis att dessa svetsas med tillsatsmaterial som har lägre sträckgräns i jämförelse med hållfastheten på ingående stål. Anledningen är att motverka att vätesprickor bildas i förbanden.

Verktygsstål- och maskinstål kan svetsas med tillsatsmaterial som har sträckgränser upp till högsta tillgängliga hållfastheter.

SUMMERING

Användning av höghållfasta stål i konstruktioner öppnar möjligheter till:

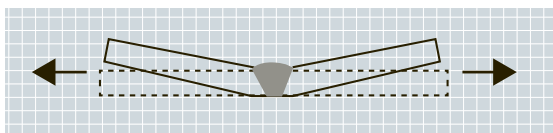
- högre belastning än tidigare,
- ökad livslängd för konstruktionen ,
- minskad vikt av konstruktionen.

För vissa typer av applikationer finns begränsningar för stålets användning. Samtidigt finns det möjligheter att komma runt eventuella begränsningar och dra nytta av deras höga höghållfasthet och hårdhet.

Daniel Stemne

daniel.stemne@ssab.com

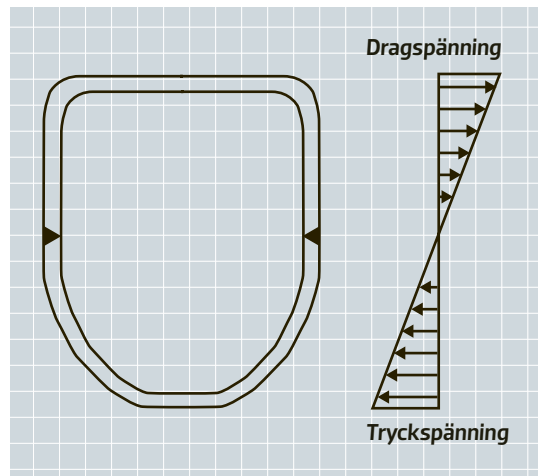
SSAB



Tänkbart dragprovsvärde mätt tvärs svetsförband.

Stål	R _{p0,2} (MPa) gm	R _m (MPa) gm	R _m tvärs svetsgods (MPa)
Strenx 700	690	780–930	810–840
Strenx 900	890	940–1100	940–1000
Strenx 960	960	980–1150	1000–1050
Strenx 1100	1100	1250–1550	1010–1090
Strenx 1300	1300	1400–1700	1100–1200

Typiska hållfastheter i svetsförband



Profil av mobilkransarm. Spänningsdiagram under belastning visas till höger.