



Sten Teräs Oy | Sten Steel | FINLAND

VAKUUMVÄRME- BEHANDLINGAR

STEN

VAKUUMVÄRMEBEHANDLINGAR

Våra vakuumvärmebehandlingstjänster omfattar vakuumhårdning, vakuumkarburering, vakuumnitrerkarburering, Hydrovac-behandling, lösningsglödning och SolNit®.



1. Vakuumhårdning

Vid vakuumhårdning upphetas arbetsstycket i en vakuumatmosfär och släcks i trycksatt kvävgas. För hårdning används fyra vakuumugnar tillverkade av Ipsen, med en maximal temperatur på 1300 °C. Det högsta kvävesläcktrycket är upp till 12 bar. Alla ugnar kan användas för hårdning av plastformar, tryckgjutningsformar samt skär- och formverktyg.

Verktogsstål som vakuumhärddas

I tabellen nedan anges typiska verktogsstål som kan vakuumhärddas. Dessutom kan vi vakuumhärda alla snabbstål till en hårdhet på 65 HRC, alla pulverstål (Böhler Microclean) samt martensitiska rostfria stål i intervallet BÖHLER N320 (X20Cr13) – BÖHLER N685 (X90CrMoV18). Rekommenderade arbetshårdheter finns i vår stålkatalog.

Vid beställning av värmebehandling är det viktigt att ange eventuella efterbehandlingar som ska utföras på komponenten, såsom trådgnistning, gnistbearbetning eller beläggningar.

Kallarbeitsstål	Varm-arbetsstål	Plastformstål	Snabbstål
K110	W300	M310 ISOPLAST	S390 MICROCLEAN
K305	W302	M333 ISOPLAST	S600
K306	W303	M340 ISOPLAST	S690 MICROCLEAN
K329	W321	M390 MI-CROCLEAN	
K340 ISODUR	W360		
K390 MICROCLEAN	W400 VMR		
K353	W403 VMR		
K490 MICROCLEAN	W500		
K600	W720 VMR		
K890 MICROCLEAN			

Typiska verktogsstål från Böhler som kan vakuumhärddas.



2. Vakuumkarburering AvaC®

Vid vakuumkarburering kombineras fördelarna med vakuumhårdning och sätthårdning. Metoden lämpar sig särskilt väl för tillverkning av krävande maskindelar och komponenter, eftersom även tunna och djupa hål kan karbureras framgångsrikt – till skillnad från vid traditionell sätthårdning. Andra användningsområden är kugghjul samt delar till växellådor och vapen.



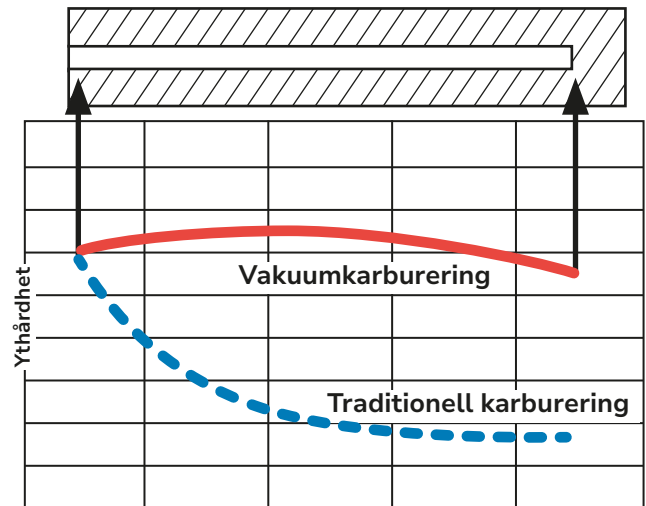
Ytan på vakuumkarburerade komponenter är utmärkt tack vare gassläckningen. Till vänster ett kugghjul före vakuumkarburering, till höger efter behandlingen. Med vakuumkarbureringsugnar kan man dessutom utföra vakuumnitrerkarburering, vilket gör det möjligt att använda även stål med lägre hårdbarhet.

Fördelar med vakuumkarburering:

- Ytan på komponenterna är felfri och blank efter gassläckning
- Måttförändringarna är minimala
- Ingen inre oxidation → Utmärkta mekaniska egenskaper
- Den goda ytfinheten minskar behovet av slipning
- Inget behov av härdojla → rena komponenter
- Inget behov av tvätt efter hårdning → mer miljövänlig metod

Stål som lämpar sig för vakuumkarburering

Stålsort	Lämplighet
EN C15	låg lämplighet
EN 16MnCr5	låg lämplighet
EN 20NiCrMo2-2	låg lämplighet
EN 17NiCrMo6-4	låg lämplighet
EN 20MnCr5	små komponenter
EN 15CrNi6	små komponenter
DIN 14NiCr14	små komponenter
EN 18CrNiMo7-6	god lämplighet för alla komponenter
DIN 20MnCrMo5	god lämplighet för alla komponenter
DIN 18CrNi8	god lämplighet för alla komponenter



Förändring av ytans hårdhet vid sätthårdning av ett tunt, bottenborrat hål med olika metoder. Tack vare den effektiva koltillförseln och gassläckningen ger vakuumkarburering hög hårdhet även i hålets botten.

3. Vakuumnitrerkarburering

Metoden är en modifierad version av vanlig vakuumkarburering, där både kol och kväve tillförs stålet. Processtemperaturen är över 800 °C, varvid en kvävehaltig karburerad ytskikt bildas på komponenten. Typiskt används skiktjocklekar (CHD) mellan 0,2 – 0,8 mm. Vanliga sätthärtningsstål som rekommenderas för vakuumkarburering kan användas. Särskilt goda erfarenheter har erhållits med stålsorten 18CrNiMo7-6, där även kärnan uppnår hållfasthet motsvarande seghårdning. Metoden ska inte förväxlas med nitring, som sker vid avsevärt lägre temperatur.

Vilka fördelar erbjuder metoden?

Komponenten får förbättrad temperaturbeständighet. Användningstemperaturen kan vara 50 °C högre än för en normalt sätthärdad komponent utan att ytans hårdhet minskar. Detta är särskilt viktigt för kugghjul och bränslekomponenter som utsätts för hög belastning. Hårdbarheten i ytan förbättras, vilket gör det möjligt att använda även mindre legerade sätthärtningsstål som 16MnCr5. Ythårdheten är också högre än vid vanlig karburering eller vakuumkarburering – upp till över 800 HV1. Om man vill uppnå maximal hårdhet kan man dessutom utföra en djupkylning.

Metoden tränger även in i små hål, precis som vakuumkarburering. Ingen annan metod än vakuumprocesser kan härda hålets botten. Dessutom förbättras slitstyrkan och ytskiktets tribologiska egenskaper, vilket är särskilt viktigt för kugghjul.

Produkten kommer ut ur vakuumugnen med en blank yta och minimala måttförändringar. I vakuum uppstår varken porositet eller korngränsoxidation (IGO) som i en vanlig ugn, vilket förbättrar utmattningshållfastheten. Det är också möjligt att utföra en kombinationsprocess där det vakuumkarburerade skiktet är till exempel 1,5 mm (CHD) och det nitrerkarburerade skiktet tunnare, till exempel 0,4 mm. På så sätt ökar komponentens bärformåga.

4. Hydrovac-behandling

Metoden lämpar sig för värmebehandling av rostfria och syrafasta stål, särskilt när man vill bevara god ytfinish och korrosionsbeständighet.

Rostfria och syrafasta komponenter kräver normalt ingen värmebehandling och kan inte härdas (AISI 300-serien). I följande fall kan det dock finnas behov av att normalisera strukturen eller avlägsna spänningar:

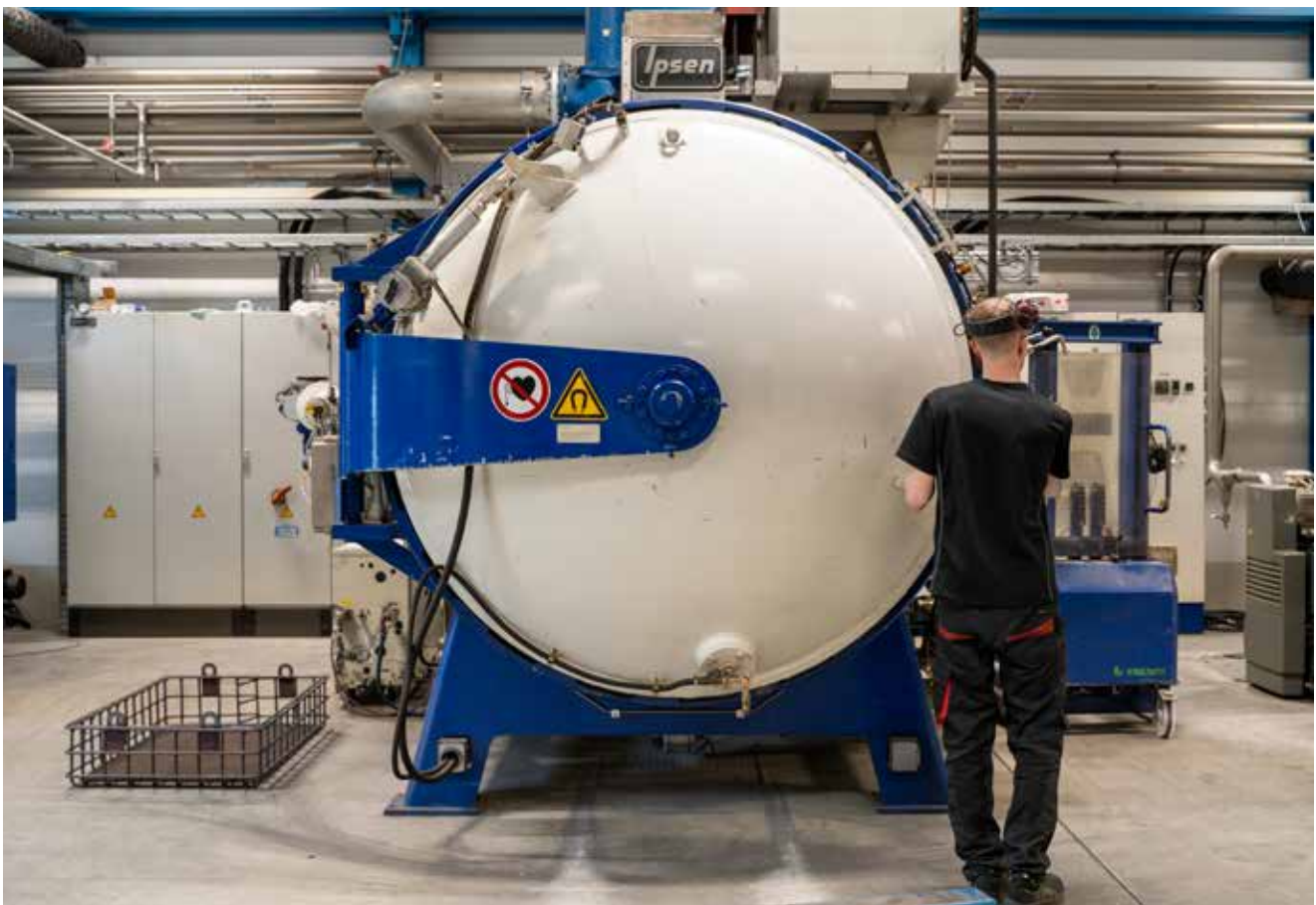
- Strukturen behöver normaliseras efter svetsning eller smidning.
- Strukturen har blivit sensibiliserad i samband med svetsning.
- Strukturen ska normaliseras och mjukas upp efter kallbearbetning.
- Det finns behov av spänningsavlastning efter svetsning, formning eller bearbetning.

Stålsorter som lämpar sig för Hydrovac-metoden är vanligtvis AISI 304(L), AISI 316(L) och andra motsvarande austenitiska kvaliteter. Även andra grupper av rostfria stål (ferritiska och martensitiska) kan mjukglödgas och spänningsavlastas med Hydrovac-metoden så att ytan förblir blank. Om dessa stål behandlas i luftugn eller i vanliga skyddsgasugnar blir ytan svart, svår att rengöra och korrosionsegenskaperna försämras. Hydrovac ger en blank yta vid alla nödvändiga temperaturer (500–1100 °C) och bibehåller korrosionsbeständigheten mycket väl, eftersom vi använder ren trycksatt kvävgas för att säkerställa tillräcklig kylhastighet.

5. Lösningssglödning

Lösningssglödning av austenitiska stål lämpar sig för färdiga eller nästan färdiga komponenter och rekommenderas när:

- Strukturen behöver normaliseras efter svetsning eller smidning.
- Strukturen har blivit sensibiliserad i samband med svetsning.
- Strukturen ska normaliseras och mjukas upp efter kallbearbetning.
- Det finns behov av spänningsavlastning efter svetsning, formning eller bearbetning.



6. SolNit®-metoden för rostfria stål

SolNit® är en värmebehandlingsmetod som motsvarar sätthärdning, men i stället för kol används kväve som diffunderande element. Vid SolNit-metoden används en vakuumugn i kombination med högtrycksgassläckning.

Det finns två versioner av SolNit-processen:

1. SolNit-M för martensitiska rostfria stål
2. SolNit-A för austenitiska rostfria stål

Dessa processer möjliggör ythärdning av rostfritt stål.

Vid behandling av rostfria stål vill man undvika bildning av kromkarbider och kromnitrider, eftersom de försämrar stålets korrosionsbeständighet. I SolNit-processteknologin delas kvävemolekylen upp i två kväveatomer, som tränger in i stålytan och därigenom ökar stålets kvävehalt i ytskiktet.

Jämfört med konventionell ythärdning har SolNit-processen flera fördelar för rostfritt stål:

- Ökar ytans hårdhet utan att försämma korrosionsbeständigheten.
- Bildar inga metallkarbider i stålet. Förbättrar motståndet mot slitage, erosion och kavitation.
- Ökar beständigheten mot höga temperaturer.
- Är miljövänlig och säker eftersom processen använder kväve som processgas.

Typiska processparametrar för SolNit-processen är: temperatur 1050–1150 °C och kvärets partialtryck (N₂) 0,1–3 bar abs. I denna process uppnås ett skiktdjup på 0,2–2,5 mm. Ythårdheten för martensitiska stål ligger i området 54–61 HRC, och för austenitiska och duplexstål 200–350 HV.

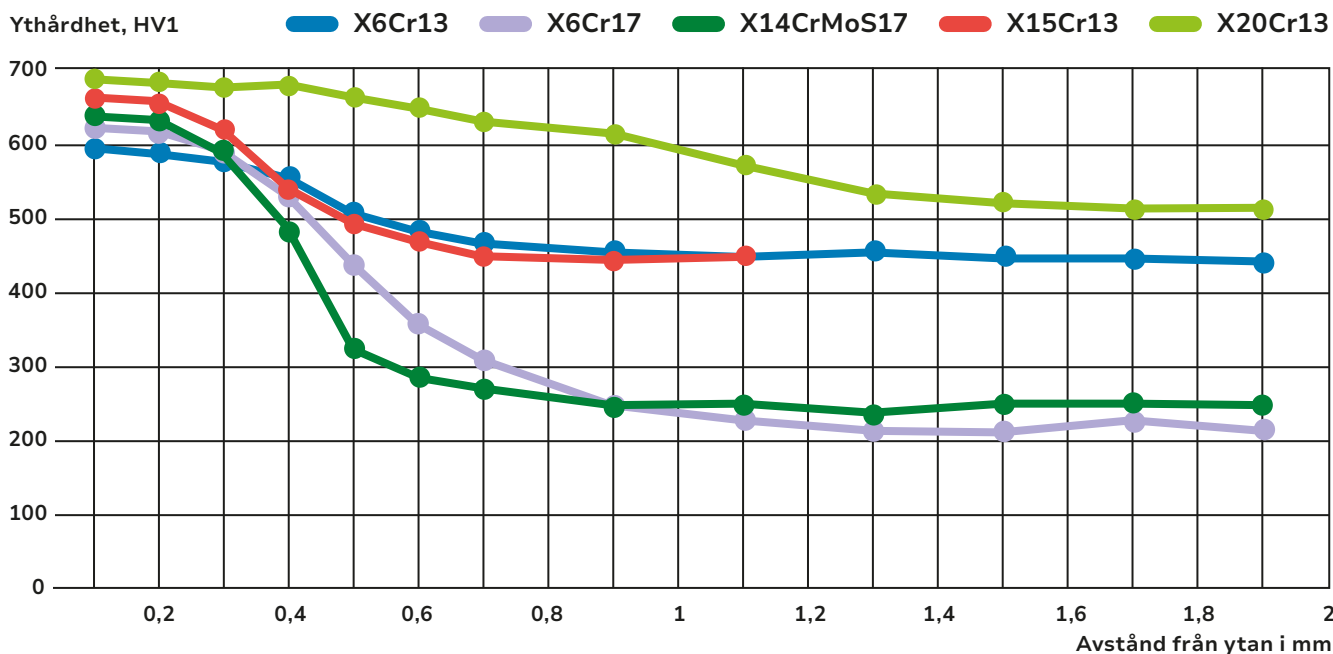
Maximala dimensioner och temperaturer för vakuumvärmebehandlingar

Metod	°C	Max kg	Max mm bredd × höjd × längd
-------	----	--------	-----------------------------

Vakuumbehandlingar

Vakuumhärdning	1200	800	600 × 600 × 900
Vakuumkarburering	1050	800	600 × 600 × 900

Om komponenterna är större än de angivna maxgränserna, vänligen kontakta hårdverket.



Typiska hårdhetsprofiler efter SolNit-M-behandling. (Källa: Ipsen)

STÅLFÖRSÄLJNING NURMIJÄRVI

Sten Teräs Oy | Sten Steel
Ilvesvuorenkatu 4
FI-01900 Nurmijärvi
FINLAND
www.sten.fi/sv
sales@sten.fi
+358 207 434 610



VÄRMEBEHANDLING MUURAME

Sten Teräs Oy | Sten Steel
Kankaanperäntie 6
FI-40950 Muurame
FINLAND
www.sten.fi/sv
sales@karkaisimo.fi
+358 207 434 640