

Produkt- og egenskabsprofil

Hotvar er et højtydende molybdæn-vanadium-legeret varmarbejderstål, hvis vigtigste egenskaber er:

- Høj bestandighed mod varmslid
- Høj bestandighed mod plastisk deformation
- Høj bestandighed mod termisk udmattelse
- Meget god trykstyrke og hårdhed ved forhøjede temperaturer
- Meget god anløbningsbestandighed
- Meget god varmeledningsevne

Leveringstilstand	Blødgjødning til ca. 210 HB
Farvemærkning	Rød/brun

Anvendelsesområder

Hotvar er et højkvalitetsstål, specielt udviklet af Uddeholm for at kunne yde det optimale ved varmarbejdsopgaver i temperaturområder op til 650°C. Den kemiske sammensætning i Hotvar er nøje afbalanceret for at kunne yde den højeste modstand mod varmslid og plastisk deformation. Hotvar er fremstillet ved en speciel teknik.

Hotvar kan med fordel anvendes til:

- Smedeopgaver i halvvarm tilstand
- Ringsmedning
- Automatsmedning
- Varmklip
- Kalibreringsværktøj
- Trykstøbningsværktøjer for zink
- Ekstruderingsmatricer som ikke nitreres

Anbefalet hårdhedsområde 54-58 HRC.

For evt. forbedring af slidstyrken kan værktøjet plasmanitreres.

Egenskaber

Fysiske data

Alle prøver er udtaget af en stang med diameter, Ø på 115 mm. Hvis ikke andet er opgivet, er prøverne hærde på følgende måde: 1050°C kølet i luft og anløbet 2 x 2 timer ved 575°C til en hårdhed på 56 HRC.

Temperatur	20°C	400°C	600°C
Densitet Kg/m ³	7.800	7.700	7.600
Elasticitetsmodul N/mm ²	210.000	180.000	140.000
Varmeudvidelseskoefficient pr. °C, fra 20°C	-	12,6x10 ⁻⁶	13,2x10 ⁻⁶
Varmeledningsevne* W/m°C	31	33	33

*) Varmeledningsevne er vanskelig at måle. Værdien kan ikke gives med højere sikkerhed end ± 15%.



Værktøj til ringsmedning.

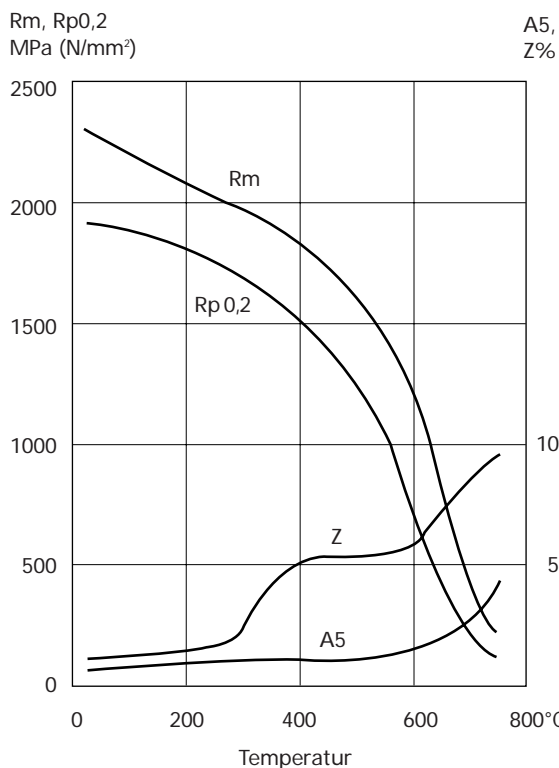
Trækstyrke

De angivne værdier er retningsvisende. Test er foretaget ved rumtemperatur.

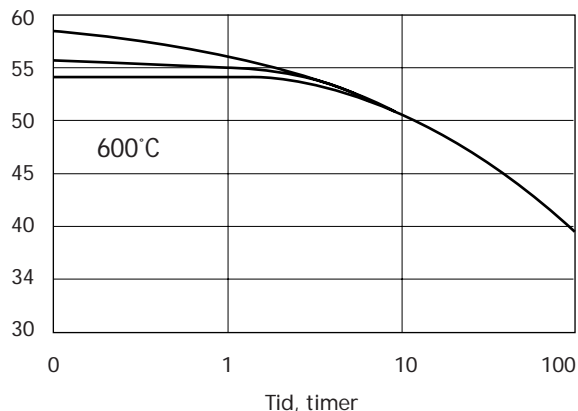
Hårdhed	54 HRC	56 HRC	58 HRC
Trækstyrke, Rm N/mm ²	2.100	2.200	2.300
Strækgrænse, Rp0,2 N/mm ²	1.800	1.820	1.850

Trækstyrke ved forhøjede temperaturer

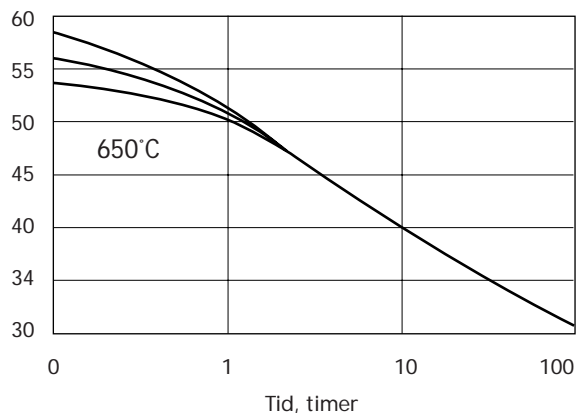
Prøven er udtaget i stangens længderetning



Hårdhed, HRC ved 600°C



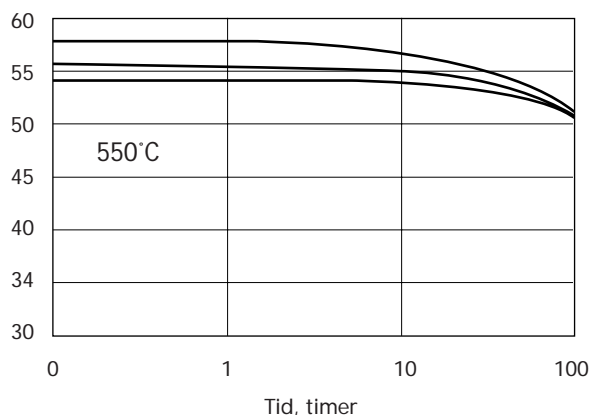
Hårdhed, HRC ved 650°C



Holdetidens indvirkning på hårdheden ved forhøjede temperaturer

Prøverne er hærdet og anløbet til 54, 56 og 58 HRC.

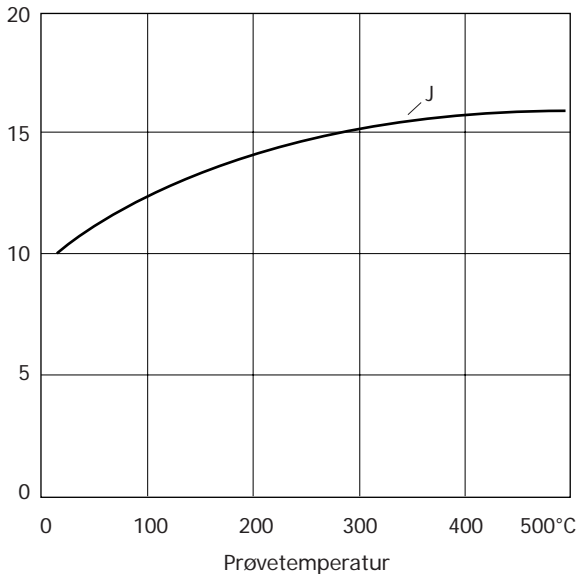
Hårdhed, HRC ved 550°C



Temperatures indvirkning på slagsejheden

Prøvestavsretning: Prøverne er udtaget i stangens tykkelse
Slagretning: Prøvens tværretning

Slagsejhed, Charpy V, J



Varmebehandling

Blødgødning

Beskyt stålet mod afkulning og gennemvarm det til 820°C, holdetid 2 timer. Derefter afkøling i ovn med 10°C pr. time til 600°C, hvorefter der køles i fri luft.

Afspændingsgødning

Efter grovbearbejdning bør emnet opvarmes til 650°C. Temperaturen fastholdes i 2 timer, hvorefter der køles langsomt, til man har opnået en temperatur på 350°C, derefter i fri luft.

Hærdning

Forvarmningstemperatur: 480-600°C og 850°C
Austenitiseringsstemperatur: 1050-1070°C
Normalt 1060°C
(I tilfælde af maksimal hårdhed skal austenitiseringsstemperaturen være 1070°C)

Temperatur°C	Holdetid * minutter	Hårdhed før anløbning ved Ø = 25 mm	
		Olie	Luft
1050	30	61 ± 1 HRC	59 ± 1 HRC
1070	20	62 ± 1 HRC	60 ± 1 HRC

Holdetid = Tid ved hærdetemperaturen efter emnet er fuldstændigt gennemvarmt.

Beskyt emnet mod afkulning og oxidering under opvarmning og hærdning.

Kølemedie

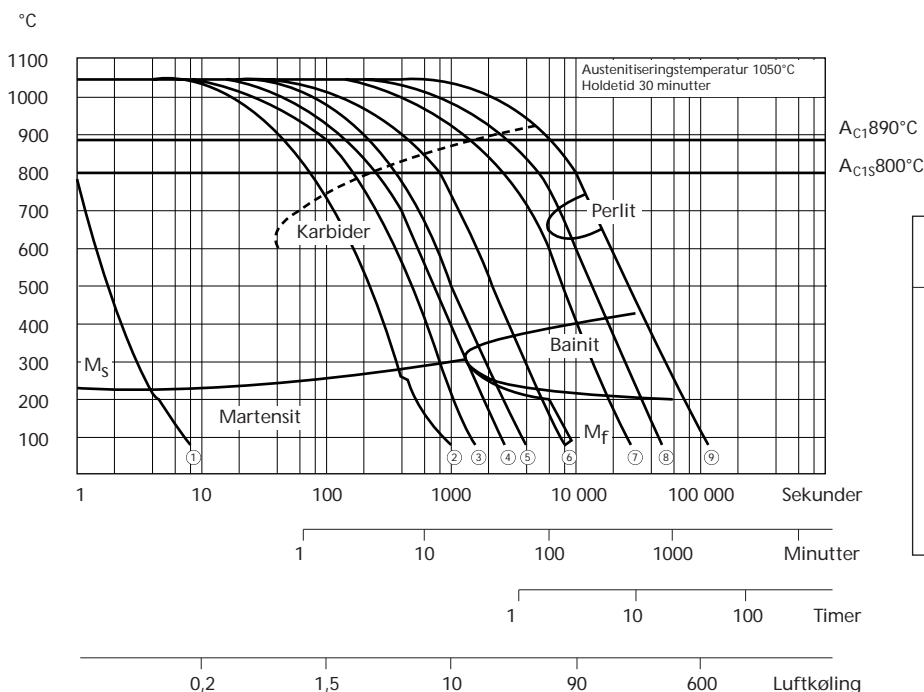
- Vakuumbøling, gasovertryk (4-6 bar)
- Saltbad, hvirvelbad 450-550°C
- Varm olie, ca. 80°C

Anløb emnet så snart temperaturen er nede på 50-70°C.

Køl hurtigst muligt for optimale værktøjsegenskaber. Dog ikke så hurtigt at det medfører deformation eller revner.

CCT-diagram

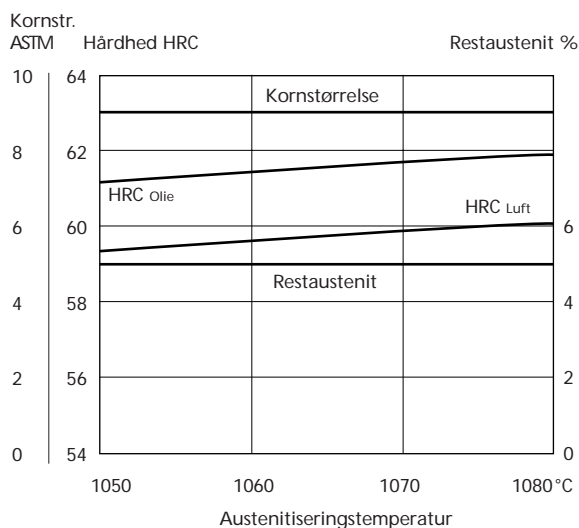
Austenitiseringsstemperatur 1050°C. Holdetid 30 minutter



Kølekurve nr.	Hårdhed HV 10	T ₈₀₀₋₅₀₀ (sek.)
1	772	1
2	734	140
3	715	280
4	707	450
5	690	630
6	548	1390
7	473	5215
8	464	8360
9	351	19400

Hårdhed, kornstørrelse og restaustenit som funktion af austenitiseringstemperaturen

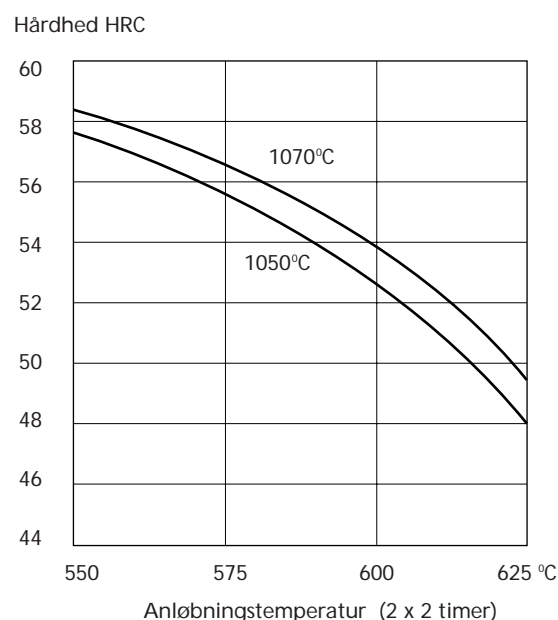
Prøver: Ø 25 mm



Anløbning

Hårdheden reguleres med anløbningstemperaturen (se nedenstående skema). Anløb altid 2 gange af 2 timers varighed efter fuld gennemvarmning. Materialet køles til rumtemperatur mellem hver anløbning.

Anløbningsdiagram



Dimensionsstabilitet

Ved hærdning og anløbning gennemgår materialet nogle faser, som ændrer strukturen. Dette vil sammen med kølemedie og form på emnet medføre dimensionsændringer. Det er derfor altid tilrådeligt at foretage en afspændingsglødning efter skrubbearbejdning. Derefter korrigerer for mål- og formændringer og have et bearbejdningstillæg på 0,4% pr. side, inden materialet varmebehandles.

Nitrering og nitrokarburering

Nitrering og nitrokarburering giver et hårdt overfladelag, som er meget bestandigt over for slitage og erosion. Nitreringslaget er imidlertid sprødt og kan risikere at revne eller skalle af når det udsættes for mekanisk eller termisk chok. Denne risiko øges med lagets tykkelse. Før nitrering skal værktøjet hærdes og anløbes ved en temperatur på mindst 50°C over nitreringstemperaturen.

Nitrering i ammoniakgas ved 510°C eller plasma-nitrering ved 480°C giver en overfladehårdhed på ca. 1000 HV_{0,2}.

Hotvar kan også nitrokarbureres i gas eller saltbad. Overfladehårdheden efter nitrokarburering er 900 HV_{0,2}.

Nitreringsdybde

Proces	Nitrerings-tid, h	Nitrerings-dybde mm
Plasmanitrering ved 480°C	10	0,18
	30	0,27
Nitrokarburering - i gas ved 580°C - i saltbad ved 580°C	2,5	0,20
	1	0,13

Hotvar besidder meget bedre nitreringsegenskaber end W.-nr. 1.2344. Nitreringstiden for Hotvar skal dog forkortes i sammenligning med W.-nr. 1.2344, da men ellers risikerer at få en for stor nitreringsdybde.

Bearbejdningsdata

De anførte bearbejdningsdata, som er udarbejdet på Uddeholms laboratorium, gælder for Hotvar i blødgødet tilstand. De er vejledende og skal tilpasses den lokale maskinpark.

Drejning

Bearbejdningsdata	Drejning med hårdmetal		Drejning med HSS
	Skrubdrejning	Sletdrejning	Sletdrejning
Skærehastighed (v_c) m/min.	140-160	160-180	25
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,3-0,6	<0,3	<0,3
Spåndybde (a_p) mm	2-6	<2	<2
ISO bearbejdningsgruppe	P20-P30 Belagt hårdmetal	P10 Belagt hårdmetal eller keramik	-

Boring

HSS spiralbor

Bordiameter mm	Skærehastighed (V_c) m/min.	Tilspænding (f) mm/omdr.
-5	14*	0,08-0,20
5-10	14*	0,20-0,30
10-15	14*	0,30-0,35
15-20	14*	0,35-0,40

*) For TIN-belagte HSS-bor $v_c \sim 20$ m/min.

Hårdmetalbor

Bearbejdningsdata	Type af bor		
	Korthulsbor	Fast hårdmetal	Loddet hårdmetal ¹⁾
Skærehastighed (v_c) m/min.	160-200	65	55
Tilspænding (f) mm/omdr.	0,05-0,25 ²⁾	0,10-0,25 ²⁾	0,15-0,25 ²⁾

1) Bor med indvendig kølekanal og en loddet hårdmetal platte.

2) Afhængig af bordiameter

Fræsning

Plan - og kantfræsning

Bearbejdningsdata	Fræsning med hårdmetal		Fræsning med HSS
	Grovfræsning	Sletfræsning	Sletfræsning
Skærehastighed (v_c) m/min.	140-180	180-220	80
Tilspænding (f_z) mm/tand	0,2-0,4	0,1-0,2	<0,1
Spåndybde (a_p) mm	2-5	<2	<2
ISO bearbejdningsgruppe	P20-P40 Belagt hårdmetal	P10 Belagt hårdmetal eller keramik	-

Pindfræsning

Bearbejdningsdata	Type af fræsere		
	Fast hårdmetal	Vendeskær hårdmetal	HSS
Skærehastighed (v_c) m/min.	65	120-160	25 ¹⁾
Tilspænding (f_z) mm/tand	0,03-0,2 ²⁾	0,08-0,2 ²⁾	0,05-0,35 ²⁾
ISO bearbejdningsgruppe	K10, P40	P20-P30	-

¹⁾ For TIN-belagte endefræsere $v_c \sim 40$ m/min.

²⁾ Afhængig af spalte eller sidefræsning og skærediameter.

Slibning

Generelle data for slibesliver. Yderligere information er til rådighed i Uddeholms brochure "Slibning af værktøjsstål".

Type af slibning	Blødgødet tilstand	Hærdet tilstand
Planslibning (baneslibning)	A 46 HV	A 46 GV
Planslibning (segment)	A 24 GV	A 36 GV
Rundslibning	A 46 LV	A 60 JV
Hulslibning	A 46 JV	A 60 IV
Profilslibning	A 100 LV	A 120 JV

Gnistbearbejdning - EDM

Når gnistbearbejdning foretages i hærdet og anløbet tilstand afsluttes altid med en fingnistning, det vil sige lav spænding og høj frekvens. For at opnå de bedste egenskaber i Hotvar, bør den gnistede overflade slibes/poleres bort. Efter gnistbearbejdning foretages en anløbning ved en temperatur på max. 25°C under den tidligere anvendte anløbningstemperatur i 2 timer for at mindske spændingsforholdet i den gnistede overflade.

Svejsning

Hotvar kan svejses med godt resultat, hvis der tages hensyn til følgende:

- Svejsning ved forhøjet arbejdstemperatur
- God fugeforberedelse
- Elektrodevalg og strengopbygning

Svejsemetode	Arbejdstemperatur	Tilsatsmateriale	Hårdhed efter svejsning
TIG svejsning	325-375°C	QRO 90 TIG-WELD	50-55 HRC
MMA svejsning	325-375°C	QRO 90 WELD	50-55 HRC

Varmebehandling efter svejsning

Hærdet tilstand:

Anløb til ca. 20°C under den tidligere anvendte anløbningstemperatur.

Blødgødet tilstand:

Materialet opvarmes til 820°C, med beskyttelse mod afkulning, hvorefter der køles med 10°C pr. time til 650°C, derefter køles der i fri luft.

Yderligere information angående svejsning af værktøjsstål er i Uddeholm-brochuren "Svejsning af værktøjsstål".

For yderligere information

Kontakt Uddeholm for yderligere information om stålvalg, varmebehandling og anvendelsesområder for Uddeholms værktøjsstål.
Tlf. 75 51 70 66.