

Uddeholm Caldie®

© UDDEHOLMS AB

Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukována alebo prenášaná na komerčné účely bez súhlasu držiteľa práv.

Tieto informácie sa zakladajú na súčasnom stave poznatkov a majú poskytovať základný prehľad produktov a ich použitia. Nemôžu byť preto chápané ako garancia špecifických vlastností produktov alebo garancia životnosti pre určitý účel použitia.

Klasifikované podľa EU Direktívy 1999/45/EC

Ďalšie informácie nájdete v brožúrach "Material Safety Data Sheets".

Edícia 20, 04.2019



Uddeholm Caldie®

MENIACE SA NÁROKY NA LISOVACIE NÁSTROJE

V lisovniach sa objavujú stále novšie materiály, náročnejšie na lisovanie. Odkedy sa spracovávajú vysokopevné plechy, činné časti lisovacích nástrojov musia odolávať vyšším tlakom a sú vo väčšej miere vystavené abrazívnemu aj adhéznemu opotrebovaniu. V mnohých prípadoch, aby nástroj obstál v procesných podmienkach, musí byť povlakovaný. To znamená, že aj nástrojová oceľ musí byť vhodným substrátom pre rôzne druhy povlakov.

RIEŠENIE PRE TYPICKÉ PROBLÉMY LISOVNE

Uddeholm Caldie je ESR- pretavovaná nástrojová oceľ, vyvinutá pre najnáročnejšie aplikácie strihania a tvárnenia za studena. Excelentná kombinácia húževnatosti, pevnosti v tlaku a odolnosti proti opotrebovaniu bola dosiahnutá vyváženým chemickým zložením, čistou a homogénnou štruktúrou. Predvídateľná odozva materiálu pri tepelnom spracovaní a vysoká medza únavy robí z Uddeholm Caldie perfektný substrát pre povlakovanie.

VŠESTRANNE POUŽITELNÁ OCEĽ

Ďalšie dôležité vlastnosti: veľmi dobrá opraviteľnosť naváraním, prekaliteľnosť, obrábatelnosť a brúsiteľnosť. Uddeholm Caldie poskytuje mnoho rôznych výhod pre ekonomickú výrobu nástroja, jeho prevádzku a údržbu, špeciálne aj pre veľké tvárniace nástroje.

CHARAKTERISTIKA

Uddeholm Caldie je chróm - molybdén - vanádová oceľ, charakteristická:

- vynikajúcou húževnatosťou
- dobrou odolnosťou proti opotrebovaniu
- dostatočnou tvrdosťou (>60 HRC) po vysokoteplotnom popustení
- dobrou stabilitou rozmerov v tepelnom spracovaní aj v procese lisovania
- excelentnou prekaliteľnosťou
- dobrou opracovateľnosťou a brúsiteľnosťou
- excelentnou leštiteľnosťou
- vhodnosťou pre povrchové úpravy
- dobrou odolnosťou proti popusteniu
- veľmi dobrou stabilitou blokov pri EIR

Typická analýza %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0.7	0.2	0.5	5.0	2.3	0.5
Štandard. norma	špecialita					
Stav pri dodaní	žíhaná na mätko, max. 215 HB					
Farebný kód	biela/sivá					

POUŽITIE

Uddeholm Caldie je vhodná pre krátke a stredné výrobné série, kde sa predpokladá dominantný problém s vyštiepením strižnej hrany a/alebo deštrukciou od napätbovej trhliny a kde je potrebná vysoká pevnosť v tlaku (tvrdosť 60 HRC).

To robí Uddeholm Caldie výborným riešením pre najnamáhanejšie lisovacie nástroje ako napríklad ťažké strihy, alebo strihanie a lisovanie vysokopevných plechov.

Uddeholm Caldie je tiež vynikajúcim substrátom pre povrchové úpravy alebo oteruvzdorné povlaky, ktorým poskytuje pevný a húževnatý podklad.

LISOVANIE ZA STUDENA

- Strižné nástroje s maximálnymi požiadavkami na húževnatosť a odolnosť proti vyštiepeniu hrany alebo trhline
- Tvárniace nástroje s vysokými nárokmi na kombináciu pevnosti v tlaku a húževnatosti
- Priemyselné nože

- Tvárnice pre valcovanie závitov
- Substrát pre PVD, CVD povlaky

KONŠTRUKČNÉ DIELY

Uddeholm Caldie je možné tiež použiť pre rôzne konštrukčné diely, kde požadovanú kombináciu pevnosti v tlaku a húževnatosti nie je možné nájsť u konštrukčných ocelí. Dobrým príkladom použitia sú priemyselné nože pre fragmentáciu plastov alebo šrotu, prípadne štiepkovanie dreva.

VLASTNOSTI

Vlastnosti boli testované na vzorkách, odoberaných zo stredu bloku rozmeru 203 x 80mm a kruhovej tyče priemeru 102mm. Ak nie je uvedené inak, všetky vzorky boli kalené z 1025°C v pretlakom plynu vo vákuovej peci, popustené 2x na teplote 525°C po 2 hodiny na výslednú tvrdosť 60–61 HRC.

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Kalené a popustené na 60–61 HRC.

Teplota	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Hustota, kg/m ³ lbs/in ³	7 820 0.282	–	–
Modul pružnosti MPa psi	213 000 31.2 x 10 ⁶	192 000 27.8 x 10 ⁶	180 000 26.1 x 10 ⁶
Koeficient teplotnej roztlačnosti na °C od 20°C na °F od 68°F	– –	11.6 x 10 ⁻⁶ 6.4 x 10 ⁻⁶	12.4 x 10 ⁻⁶ 6.9 x 10 ⁻⁶
Tepelná vodivosť W/m °C Btu in/(ft ² h°F)	– –	24 174	28 195
Špecifické teplo J/kg°C Btu/lb°F	460 0.11	–	–

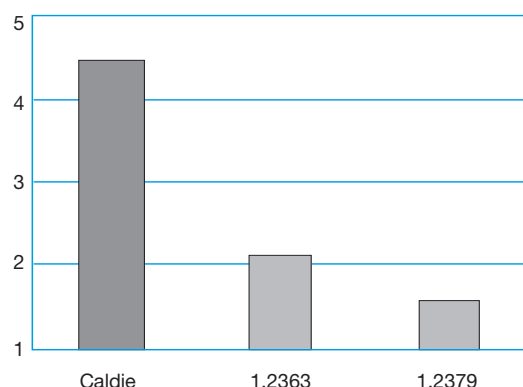
MEDZA KLZU V TLAKU

Približná hodnota medze klzu v tlaku vs. tvrdosť.

Tvrdosť HRC	Medza klzu v tlaku, Rc0,2 (MPa)
58	2230
60	2350
61	2430

STABILITA STRIŽNEJ HRANY

Relatívne porovnanie stability strižnej hrany Uddeholm Caldie vs 1.2363 vs 1.2379.



ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE NAPÄTÍ

Po hrubom opracovaní ohrejte diel v celom priereze na 650°C a podržte 2 hodiny na tejto teplote. Ochladzujte pomaly v peci do 500°C a potom voľne na vzduchu na teplotu okolia.

KALENIE

Predohrev: 600–650°C a 850–900°C. Pri hrubších dieloch (>150 mm hrúbka) odporúčame aj tretí stupeň predohreву na 930°C.

Kaliaca teplota: 1000–1050°C, obyčajne 1020°C, v prípade väčších prierezov (>150 mm) 1000°C.

Výdrž: 30 minút.

Pozor: Výdrž = čas na kaliacej teplote po jej dosiahnutí v celom priereze. Čas kratší ako predpísaný rezultuje stratou tvrdosti.

Chráňte počas kalenia povrch dielu pred oduhliččením a oxidáciou.

Viac informácií o kalení nájdete v brožúre Uddeholm "Heat treatment of tool steels".

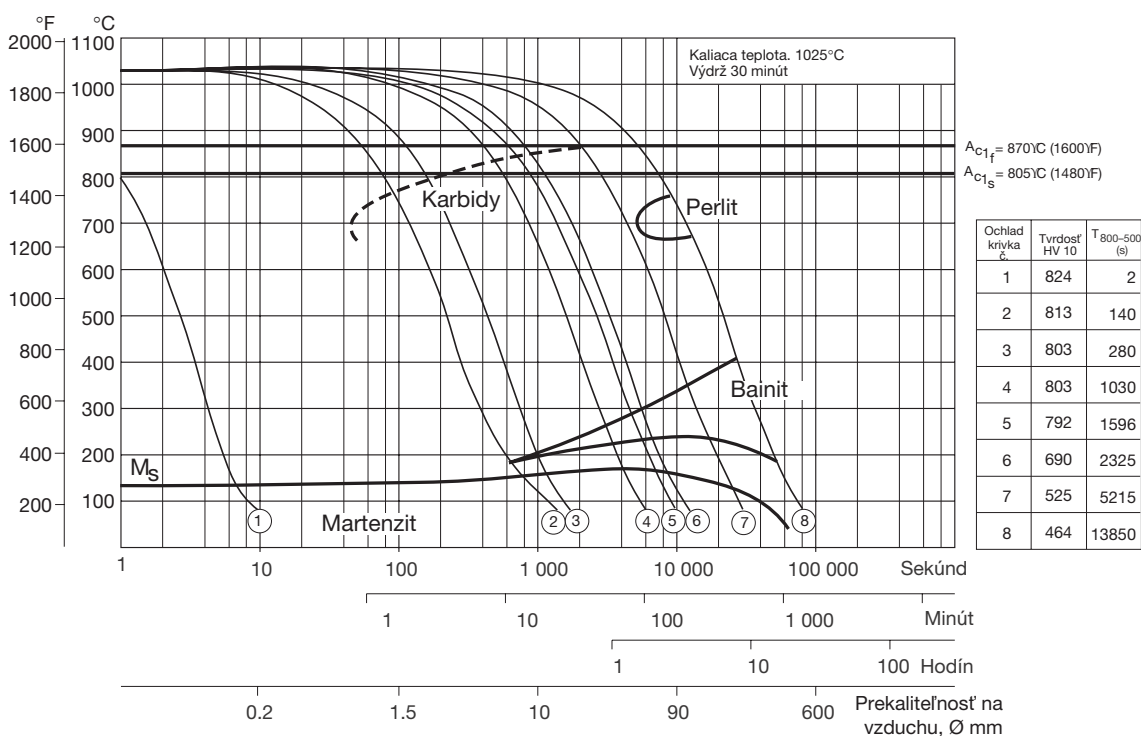
TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO

Chráňte povrch ocele pred oduhliččením a ohrejte v celom priereze na 820°C. Potom nechajte chladnúť v peci rýchlosťou 10°C za hodinu do 650°C a ďalej voľne na vzduchu až na teplotu okolia.

ARA- DIAGRAM

Kaliaca teplota 1025°C. Výdrž 30 minút.



KALIACE MÉDIUM

- Prúd chladiaceho plynu s dostatočným pretlakom, minimálne 2 bar
- Teplotný kúpeľ pri teplote medzi 200–550°C

Pozor: S popúšťaním začnite najneskôr po dochladení na teplotu 50–70°C.

V záujme dosiahnutia optimálnych vlastností ocele by ochladzovacia rýchlosť mala byť najvyššia možná s prihliadnutím na akceptovateľnú deformáciu.

Pri pomalom ochladzovaní dosiahnete nižšie tvrdosti ako očakávané podľa kriviek popúšťacieho diagramu.

Po teplotnom kúpeľi je potrebné dochladenie prúdom vzduchu, ak hrúbka steny dielu presahuje 50 mm.

POPÚŠŤANIE

Popúšťaciu teplotu vyberte z popúšťacieho diagramu podľa požadovanej tvrdosti. Popúšťajte minimálne dvakrát s dochladením na teplotu miestnosti. Pre maximálnu rozmerovú stabilitu a húževnatosť odporúčame

minimálnu popúšťaciu teplotu 540°C a trojnásobné popustenie.

Nižšia popúšťacia teplota ako 540°C síce zvýši tvrdosť a pevnosť v tlaku, ale húževnatosť a rozmerová stabilita bude horšia. Popúšťacie teploty pod 520°C neodporúčame.

Keď popúšťate dvakrát, výdrž na teplote je minimálne 2 hodiny. Ak popúšťate trikrát, výdrž na popúšťacej teplote je minimálne 1 hodina.

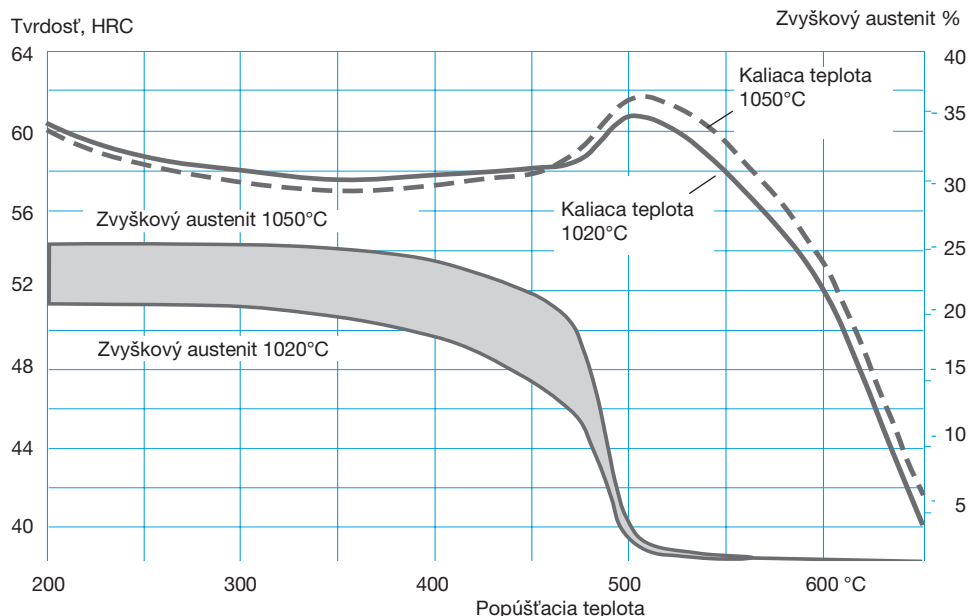
POPÚŠŤACIA TABUĽKA

Kaliaca teplota	Popúšťacia teplota		
	540°C	550°C	560°C
1000°C*	57–59 HRC	56–58 HRC	54–56 HRC
1020°C	58–60 HRC	57–59 HRC	55–57 HRC
1050°C	59–61 HRC	58–60 HRC	56–58 HRC

Pre maximálnu rozmerovú stabilitu popúšťajte na minimálne 540°C; 3 x 1 hodinu.

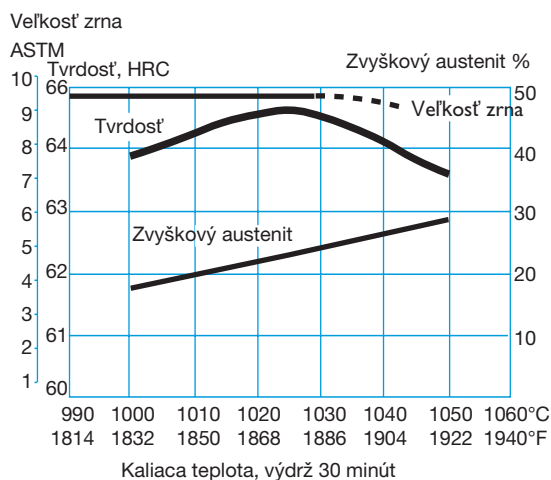
*Kaliacu teplotu 1000°C použite pre diely hrúbok >150 mm.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



Uvedené popúšťacie krivky sú výsledkom tepelného spracovania vzoriek veľkosti 15 x 15 x 40 mm, ochladzovaných prúdom vzduchu. Pri tepelnom spracovaní strižníkov a strižníc reálnej veľkosti reálnymi parametrami je možné očakávať nižšie tvrdosti.

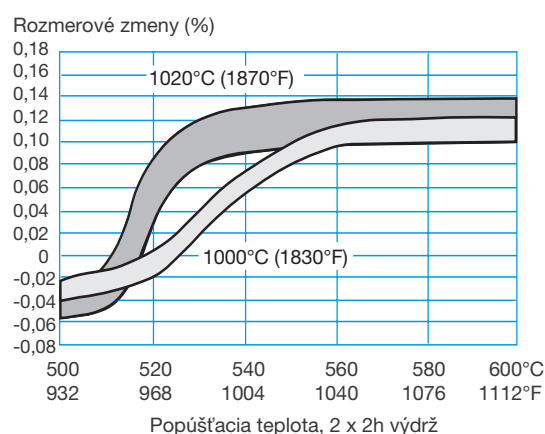
TVRDOSŤ, VEĽKOSŤ ZRNA A ZVYŠKOVÝ AUSTENIT AKO FUNKCIA KALIACEJ TEPLoty



ROZMEROVÉ ZMENY

Rozmerové zmeny boli namerané po kalení z teploty 1000°C /30 min. a 1020°C/30 min. s následným ochladením pretlakom dusíka rýchlosťou 1.1°C/s v rozmedzí teplôt 800–500°C (1470–930°F) vo vákuovej peci.

Veľkosť vzorky: 100 x 100 x 100 mm.
Hodnoty vo všetkých smeroch (hrúbka, šírka, dĺžka) sú vo vnútri vyznačených oblastí.



POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Aby sa zvýšila odolnosť proti opotrebovaniu a znížil koeficient trenia, povrch nástroja sa upravuje. Najčastejšie sa používa nitridácia a povlaky, nanášané metódou PVD alebo CVD.

Vysoká tvrdosť, húževnatosť a dobrá rozmerová stabilita robí z Uddeholm Caldie najlepšieho substrátu pre rôzne druhy povlakov.

NITRIDÁCIA A KARBONITRIDÁCIA

Nitridácia alebo karbonitridácia vytvoria tvrdú povrchovú vrstvu, odolnú opotrebovaniu a nalepovaniu. Povrchová tvrdosť po nitridovaní býva približne 1000-1200 HV_{0,2kg}. Hrúbka vrstvy sa volí podľa procesných podmienok.

PVD

Physical vapour deposition, PVD, je metóda nanášania oteruvzdorného povlaku pri procesných teplotách medzi 200–500°C.

CVD

Chemical vapour deposition, CVD, sa používa pre nanášanie oteruvzdorného povlaku pri teplote okolo 1000°C. Po povlakovaní odporúčame nástroje kalieť a popustiť vo vákuovej peci.

PARAMETRE OPRACOVANIA

Rezné parametre uvedené dole považujte za orientačné a je potrebné vždy zohľadniť okolnosti každého jednotlivého prípadu.

Viac informácií nájdete v originálnej brožúre Uddeholm "Cutting data recommendations".

Odporúčania nižšie platia pre Uddeholm Caldie žihaná na mätko ca 215 HB.

SÚSTRUŽENIE

Rezné parametre	Sústruženie s tvrdokvmi TK		Sústruženie s rýchlo-rezkou HSS Dokončova.
	Hrubovanie	Dokončovanie	
Rezná rýchlosť (v_c) m/min f.p.m.	140–190 460–620	190–240 620–785	15–20 50–65
Posuv (f) mm/ot i.p.r.	0.2–0.4 0.008–0.016	0.05–0.2 0.002–0.008	0.05–0.3 0.002–0.012
Hĺbka záberu (a_p) mm inch	2–4 0.08–0.16	0.5–2 0.02–0.08	0.5–3 0.02–0.12
Označenie tvrdokovu ISO US	P20–P30 C6–C5 Povlak.karbid	P10 C7 Povlak.karbid alebo cermet	– –

FRÉZOVANIE

ČELNÉ A OBVODOVÉ FRÉZOVANIE

Rezné parametre	Frézovanie s tvrdokvom	
	Hrubovanie	Dokončova.
Rezná rýchlosť (v_c) m/min f.p.m.	130–160 430–525	160–200 525–656
posuv (f_z) mm/zub inch/tooth	0.2–0.4 0.008–0.016	0.1–0.2 0.004–0.008
Hĺbka záberu (a_p) mm inch	2–4 0.08–0.16	0.5–2 0.02–0.08
Označenie tvrdokovu ISO US	P20–P40 C6–C5 Povlak.tvrdokov	P10–20 C7–C6 Povlak. tvrdokov /cermet

x

FRÉZOVANIE STOPKOVOU FRÉZOU

Rezné parametre	Typ nástroja		
	Monolit tvrdokov	Tvrdokov vymeniteľné doštičky	Rýchlo-rezka (HSS)
Rezná rýchlosť (v_c) m/min f.p.m.	110–140 360–460	100–140 330–460	18–23 ¹⁾ 60–75 ¹⁾
Posuv (f_z) mm/zub inch/tooth	0.01–0.20 ²⁾ 0.0003–0.008 ²⁾	0.06–0.20 ²⁾ 0.002–0.008 ²⁾	0.01–0.30 ²⁾ 0.0003–0.012 ²⁾
Označenie tvrdokovu ISO US	–	P20–P30 C6–C5	– –

¹⁾ Pre povlakovaný nástroj z HSS $v_c = 32–38$ m/min.

²⁾ Závisí od radiálnej hĺbky záberu a priemeru frézy

VRTANIE

SKRUTKOVICOVÉ VRTÁKY Z HSS

Priemer vrtáka		Rezná rýchlosť (v_c)		Posuv (f)	
mm	inch	m/min	f.p.m.	mm/ot	i.p.r.
– 5	–3/16	15–20*	49–66*	0.05–0.10	0.002–0.004
5–10	3/16–3/8	15–20*	49–66*	0.10–0.20	0.004–0.008
10–15	3/8–5/8	15–20*	49–66*	0.20–0.30	0.008–0.012
15–20	5/8–3/4	15–20*	49–66*	0.30–0.35	0.012–0.014

* Pre povlakovaný vrták z HSS $v_c = 35–40$ m/min.

VRTÁK Z TVRDOKOVU

Rezné parametre	Typ vrtáka		
	Vymeniteľné doštičky	Monolit tvrdokov	Tvrdokov špička ¹⁾
Rezná rýchlosť (v_c) m/min f.p.m.	160–200 525–655	110–140 360–460	60–90 19–295
Posuv (f) mm/rev i.p.r.	0.05–0.15 ²⁾ 0.002–0.006 ²⁾	0.08–0.20 ³⁾ 0.003–0.008 ³⁾	0.15–0.25 ⁴⁾ 0.006–0.01 ⁴⁾

¹⁾ Vrták s vymeniteľnou alebo prispájkovanou špičkou

²⁾ Posuv pre vrták priemeru 20–40 mm (0.8"–1.6")

³⁾ Posuv pre vrták priemeru 5–20 mm (0.2"–0.8")

⁴⁾ Posuv pre vrták priemeru 10–20 mm (0.4"–0.8")

BRÚSENIE

V tabuľke sú všeobecné odporúčania pre vhodné kotúče. Viac informácií nájdete v brožúre Uddeholm "Grinding of tool steel".

ODPORÚČANÉ BRÚSNÉ KOTÚČE

Typ brúsenia	Oceľ žíhaná na mätko	Oceľ v stave kalenom
Brúsenie na plocho	A 46 HV	A 46 HV
Brúsenie na plocho s brús. segmentami	A 24 GV	A 36 GV
Brúsenie na guľato	A 60 KV	A 60 KV
Vnútorne brúsenie	A 46 JV	A 60 IV
Profilové brúsenie	A 100 KV	A 120 JV

OPRAVNÉ NÁVARY

Pri opravných návaroch nástrojov dosiahneme akceptovateľné výsledky len po správnej príprave návarových plôch, výbere vhodného prídavného materiálu, správnom predohreve, kontrolovanom ochladzovaní a správnom následnom tepelnom spracovaní. Nižšie nájdete odporúčania pre najdôležitejšie parametre navárania.

Viac informácií o naváraní nájdete v originálnej brožúre "Welding of Tool Steel".

Metóda navárania	TIG	Oblúkové
Teplota predohrevu	200–250°C (390–485°F)	200–250°C (390–485°F)
Prídavný materiál	Caldie TIG-Weld UTP A696 UTP ADUR600 UTP A 73G2	Caldie Weld UTP 69 UTP 67S UTP 73G2
Maximálna prechodová teplota	400°C (750°F)	400°C (750°F)
Rýchlosť ochladi. po naváraní	20–40°C/h počas prvých 2 hodín, potom voľne na vzduchu.	
Tvrdosť po navarení	54–62 HRC	55–62 HRC
<i>Tepelné spracovanie po navarení:</i>		
Oceľ v kalenom stave	Popúšťať na 510°C / 2 hodiny	
Oceľ v žíhanom stave	Žíhať znovu na mätko v zmysle "Heat treatment recommendations"	

Malé opravy je možné robiť bez predohrevu metódou TIG.

ELEKTROEROZÍVNE REZANIE (EIR).

Ak je EIR robené na kalenom bloku, posledný rez urobte dokončovacími parametrami, t.j. nízkym prúdom a vysokou frekvenciou.

Pre optimálny výkon nástroja má byť z povrchu po EIR odstránená biela vrstva brúsením/leštením a diel následne popustený ca 25°C pod pôvodnou popúšťacou teplotou po kalení.

Bloky pre EIR odporúčame popúšťať po kalení vysokoteplotne (nad 520°C) kvôli čo najnižšej vnútornej napätosti, a tým menšiemu riziku trhlin pri EIR.

KALENIE PLAMEŇOM

Použite kyslík-acetylenové zariadenie s kapacitou 800–1250 l/h.

Tlak kyslíka 2.5 bar, tlak acetylénu 1.5 bar. Nastavte na neutrálny plameň.

Teplota: 980–1020°C. Ochladenie voľne na vzduchu.

Tvrdosť na povrchu bude 58–62 HRC a 41 HRC (400 HB) v hĺbke 3–3.5 mm.

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ OCELÍ UDDEHOLM PRE LISOVANIE ZA STUDENA

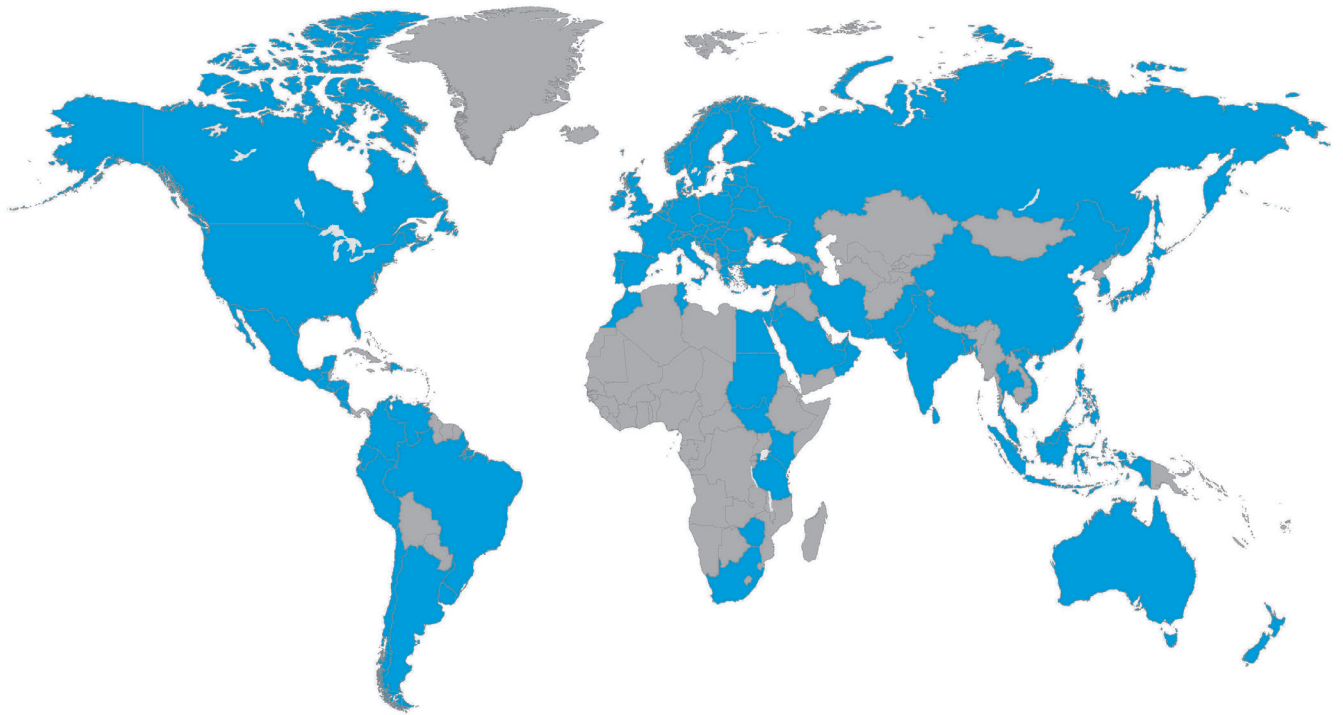
VLASTNOSTI A ODOLNOSŤ PROTI RÔZNYM TYPOM POŠKODENIA

Uddeholm oceľ	Tvrdosť/ odolnosť proti plast. deformácii	Opracovateľ.	Brúsiteľnosť	Rozmerová stabilita	Odolnosť proti		Únavové vlastnosti	
					abrázii	adhézii	Plasticita/ odolnosť p. vzniku trhliny	Húževnatosť/ odolnosť p. šíreniu trhliny
Arne	■	■	■	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■	■	■	■
Caldie (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 4 Extra*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 8*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 23*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vancron*	■	■	■	■	■	■	■	■

* Uddeholm SuperClean ocele vyrábané práškovou metalurgiou.

ĎALŠIE INFORMÁCIE

Kontaktujte Vášho obchodného zástupcu pre ďalšie informácie o výbere, tepelnom spracovaní, použití a dostupnosti nástrojových ocelí Uddeholm.



NETWORK OF EXCELLENCE

Oceľ Uddeholm je prítomná na všetkých kontinentoch. To Vám sprístupní kvalitnú švédsku oceľ a lokálnu podporu kdekoľvek ste. Náš cieľ je jasný - stať sa Vaším partnerom číslo 1 v dodávkach nástrojových oceľí.

Uddeholm je svetový líder v dodávkach nástrojových materiálov. Túto pozíciu sme dosiahli každodennou spoluprácou so zákazníkom. Dlhá tradícia kombinovaná s výskumom a vývojom nových ocelí umožňuje Uddeholmu čeliť akejkolvek výzve v nástrojárstve. Cieľ je jasný - byť Vaším partnerom číslo 1 v dodávkach nástrojových ocelí.

Naša prítomnosť na všetkých kontinentoch Vám garantuje tú istú vysokú kvalitu kdekoľvek ste. Pôsobíme globálne. Pre nás je to vec presvedčenia - v dlhodobé partnerstvo a vývoj nových produktov.

Pre viac informácií, prosím, navštívte www.uddeholm.sk
alebo www.uddeholm.com