

Tehnične novice

Novo orodno jeklo Utop Mo 6 za delo v hladnem v proizvodnem programu Železarne Ravne

Med najzahtevnejšimi proizvodi sodobne predelovalne industrije so tudi valji SENDZIMIR ogrodi za hladno valjanje. Od valja zahtevamo dobro ostojnost mer, odpornost proti obrabi, odlično tlačno trdnost, žilavost, dobro sposobnost za poliranje, določeno trdoto in dobro prekaljivost, kar zahteva tudi številne specifične tehnološke pogoje v izdelavi.

V okviru osvajanja valjev za hladno valjanje za SENDZIMIR ogrodja smo razvili v skladu s specifičnimi zahtevami tudi orodno jeklo UTOP Mo 6, ki je seveda uporabno tudi za številna druga orodja in ga zato v tem sestavku podrobneje predstavljamo.

Standardne karakteristike in osnovni podatki za jeklo Utop Mo 6

Smerna kemijska sestava v %

C	S	Si	Mn	Cr	Mo	V
0,55	maks. 0,010	0,22	0,55	5,5	1,35	0,65

Primerjava s tujimi standardi

SSSR
GOST
6 H 6 M 1 F

TIP jekla

Jeklo Utop Mo 6 je plemenito visokolegirano Cr-Mo-V orodno jeklo, namenjeno za delo v hladnem. Kaljivo je na zraku in v olju. Ima odlično obstojnost mer v kombinaciji z odpornostjo proti obrabi in odlično žilavost. Višji ogljik omogoča, da pri kaljenju dosežemo višjo trdoto in boljšo odpornost proti obrabi in večjo tlačno trdnost.

Značilnost in osnovne lastnosti

Jeklo Utop Mo 6 se odlikuje predvsem z naslednjimi lastnostmi:

- odlična odpornost proti obrabi,
- dobra žilavost,
- dobra obdelovalnost v žarjenem stanju,
- dobra sposobnost za poliranje,
- dobra kaljivost,
- dobra obstojnost mer,
- dobra popuščna obstojnost.

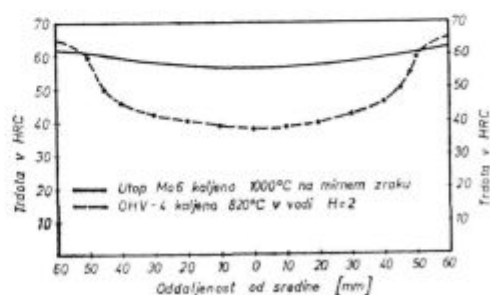
Jeklo Utop Mo 6 se izdeluje v normalnem proizvodnem programu po EPŽ postopku, zato ima zagotovljeno izredno čistost ter homogenost makro- in mikrostrukture.

Primerjalne lastnosti

Jeklo Utop Mo 6 spada v grupo jekel Utop Mo na bazi 5 % Cr z višjim ogljikom in nižjim silicijem. Višji ogljik omogoča doseganje trdote nad 60 HRC, kar pri drugih jeklih te grupe ne dosežemo.

Področje uporabe

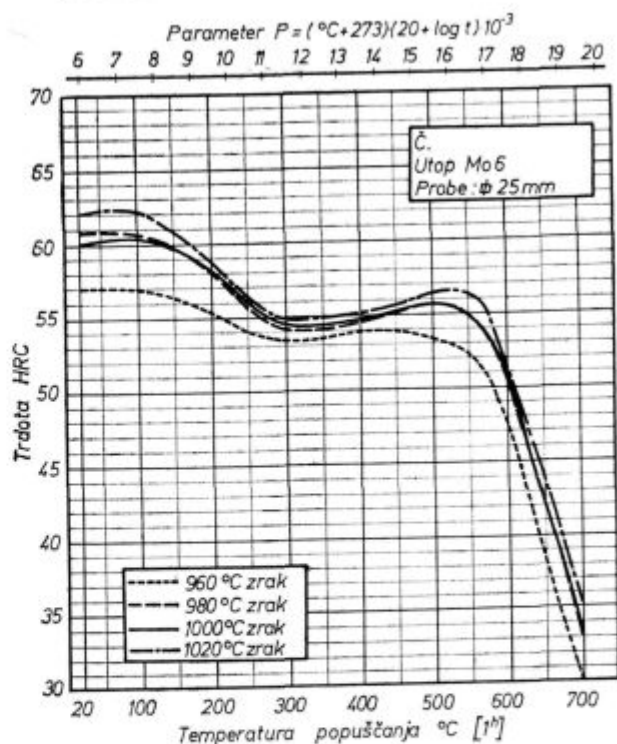
Jeklo Utop Mo 6 je prvenstveno namenjeno za izdelavo valjev za hladno valjanje za SENDZIMIR valjarska orodja, našteje lastnosti pa kažejo, da ga je možno uporabljati tudi za druga zahtevna orodja, posebno še, ker po kaljenju dosežemo višjo trdoto in boljšo žilavost pri višji trdoti v primerjavi z jeklom C. 4757 (Utop Mo 4).



Slika 1

Primerjava prekaljivosti jekel C. 4740 (OHV-4) in Utop Mo 6

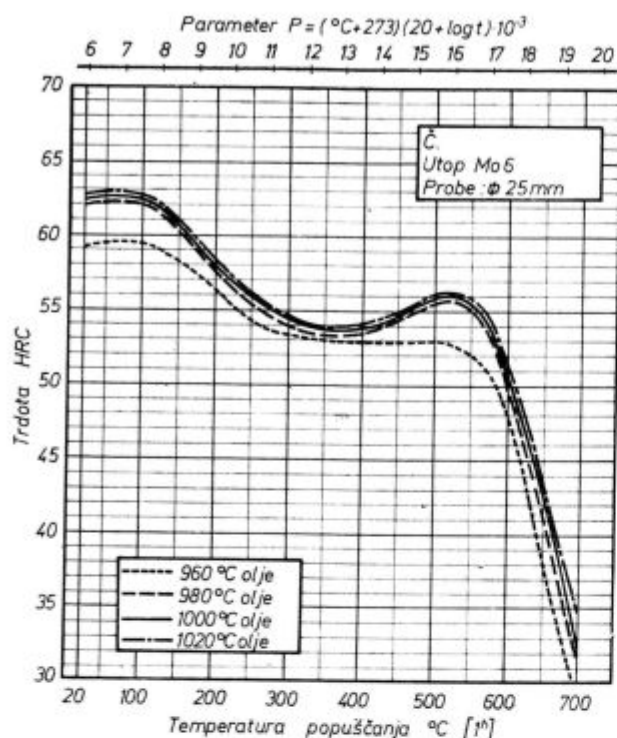
Šarža	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	V %
02997	0,60	0,26	0,58	5,26	1,38	0,69



Slika 2

Popuščni diagram za jeklo Utop Mo 6 za kaljenje na zraku

Šarža	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	V %
*02997	0,60	0,26	0,58	5,26	1,38	0,69



Slika 3

Popuščni diagram za jeklo Utop Mo 6 za kaljenje v olju

Tipizacija

Jeklo Utop Mo 6 je novo in prvenstveno namenjeno za izdelavo SENDZIMIR valjev za hladno valjanje, zato je netipizirano. Zaradi lastnosti pa mu lahko pripisujemo dobre perspektive pri uveljavljanju na širokem področju uporabe za izdelavo zahtevnih orodij. Zato bi ga lahko uporabljali tudi na širšem področju.

Vroča predelava in mehko žarjenje

Normalno področje vroče predelave je 1080–800 °C, pri ogrevanju in zadrževanju na temperaturi pred vročo predelavo je treba upoštevati nagnjenost tega jekla k razogljčenju in ukreniti vse potrebno za zaščito. Zaradi kaljivosti na zraku je razumljiva občutljivost tega jekla pri ohlajanju po končani vroči predelavi. Zagotoviti je potrebno primerno počasno ohlajanje v peči ali dobrem izolacijskem sredstvu. Najbolj priporočljivo je po kovanju jeklo ohladiti z zadržanjem v bainitnem področju med 300–400 °C najmanj 4 ure in ga nato takoj ogrevati za žarjenje na 700 °C, držati približno 30 minut na temperaturi za izenačevanje in nato ogreti na temperaturo žarjenja 830 do 850 °C. Na tej temperaturi zadošča zadrževanje 2 uri, zatem pa sledi počasno ohlajanje po 15 °C/h do 700 °C in nato ohlajanje z izklopljeno pečjo do 300 °C in dalje na zraku.

Drugi način ohlajanja po kovanju bi lahko bil tudi v perlitnem območju med 600 do 700 °C z zadrževanjem na tej temperaturi okrog 4 ure in nato takojšnje mehko žarjenje po prej opisanem postopku.

Ne priporočamo ohlajanja v pesku, ker je jeklo močno kaljivo na zraku in je možnost napetostnih razpok zelo velika.

Trdota po mehkem žarjenju

Trdota jekla Utop Mo 6 v mehko žarjenem stanju je največ 240 HB.

Obdelovalnost

V žarjenem stanju se to jeklo dobro obdeluje.

Žarjenje za odpravo napetosti

Žarjenje za odpravo napetosti se izvaja v temperaturnem območju 600–700 °C z zadrževanjem na temperaturi najmanj 1 uro. Pri večjih debelinah nad 25 mm se na vsakih 25 mm povečanja debeline čas zadrževanja na temperaturi podaljša za 1 uro. Ohlajanje se izvaja počasi v peči do 500 °C, dalje pa na mirnem zraku.

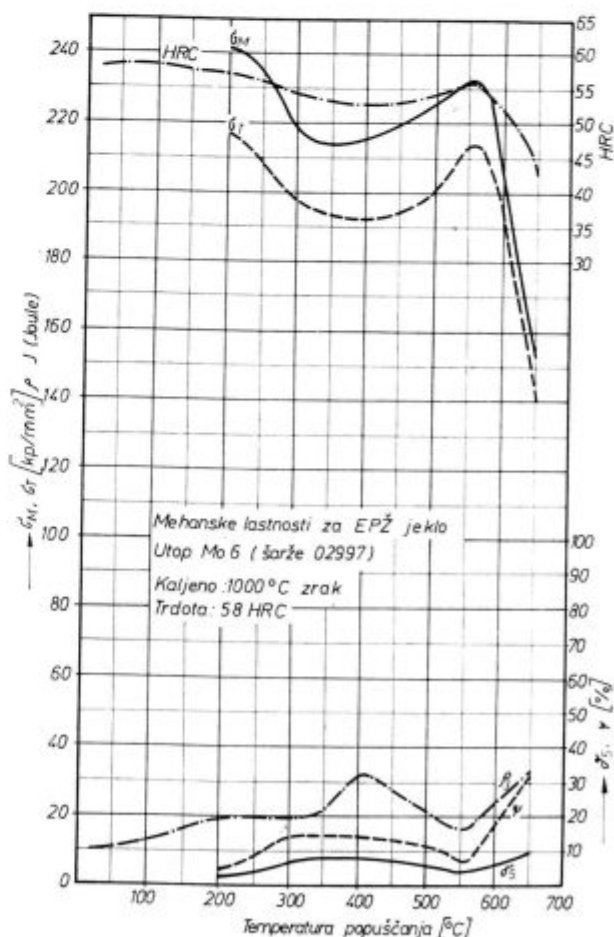
Žarjenje za odpravo napetosti se izvaja po grobi mehaniški obdelavi. Nujno potrebno je pri vseh orodjih, ki se po toplotni obdelavi ne brusijo več, posebno še, če so preseki na raznih delih orodja zelo različni. Velik pomen ima to žarjenje pri orodjih, ki se pred končno toplotno obdelavo močno ravnaajo.

Pri žarjenju za odpravo napetosti ni potrebna posebna zaščita proti razogljčenju.

Kaljenje

Normalno območje temperatur kaljenja je 980–1020 °C.

V večini primerov se kot hladilno sredstvo uporablja zrak. Od velikosti orodja pa je odvisno, ali ohlajamo na mirnem zraku ali je potrebno ohlajanje v zračnem pišu ali s komprimiranim zrakom.



Slika 4

Mehanske lastnosti v hladnem stanju za jeklo Utop Mo 6

Uporablja se tudi kaljenje v olju.

V termalnih kopelih 540 °C ali 260 °C se orodje zadrži do izenačenja temperature, nakar sledi ohlajanje na zraku.

Trdota po kaljenju na zraku je 60–62 HRC, po kaljenju v olju pa 62–63 HRC, pri preizkušancih 25 mm □.

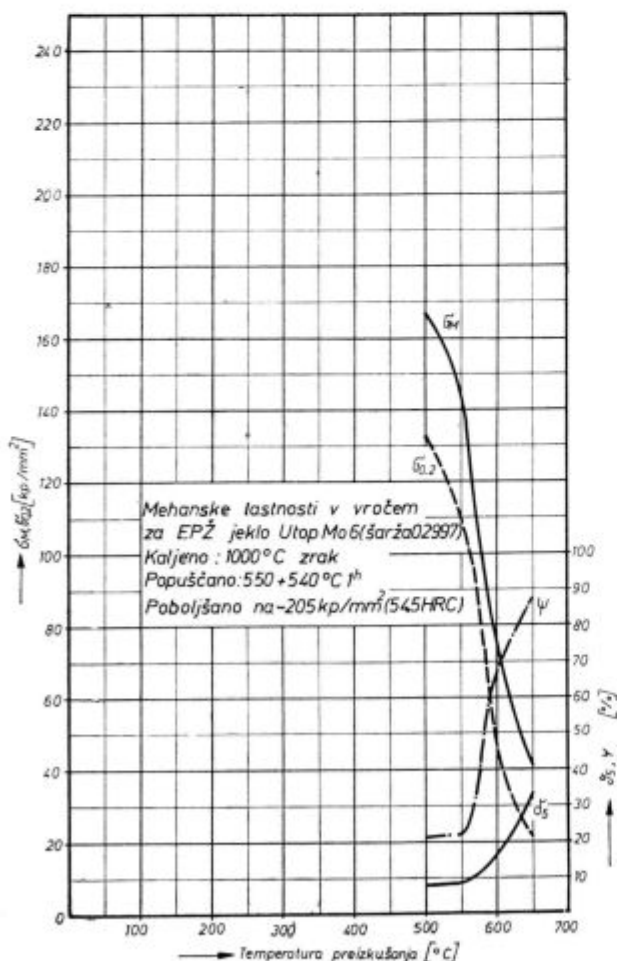
Pri ogrevanju na temperaturo avstenitizacije zelo priporočamo dobro predgrevanje v območju 500–850 °C, ker s tem dosežemo boljšo enakomernost temperature po preseku na temperaturi kaljenja. To precej zmanjša deformiranje orodij pri kaljenju. Na temperaturi predgrevanja zadržujemo orodja približno 1 uro na vsakih 25 mm debeline največjega preseka. Že na temperaturi predgrevanja je potrebno poskrbeti za ustrezno zaščito proti razogljčenju, še bolj pomembno pa je to pri nadaljnjem ogrevanju in zadrževanju na temperaturi kaljenja. Priporočljiva je varovalna atmosfera v peči ali pa varovalno pakiranje orodij.

Pri kaljenju večjih kosov je priporočljivo izbirati kalilne temperature bližje spodnji meji navedenega intervala, ker s tem povečamo žilavost orodja.

Za manjša ali tanjša orodja priporočamo ogrevanje na kalilno temperaturo v solni kopeli na bazi 70–90 % BaCl₂ in 30–10 % NaCl.

Prekaljivost

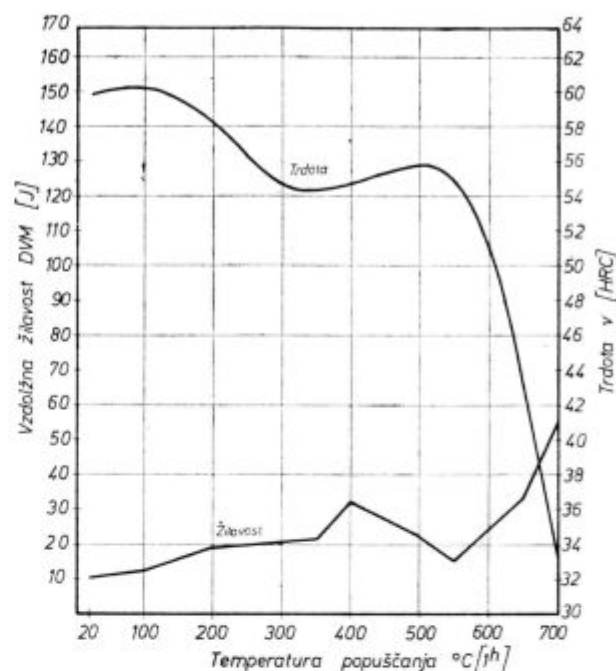
Prekaljivost jekla Utop Mo 6 je zelo dobra, zato se pri kaljenju orodij do presekov 100 mm poslužujemo ohlajanja na mirnem zraku, le za večje preseke je potrebno intenzivnejše ohlajanje s stisnjenim zrakom ali ohlajanje v olju.



Slika 5

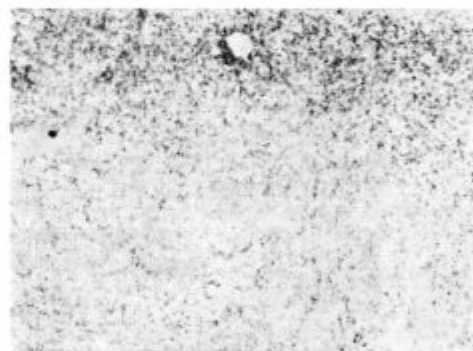
Mehanske lastnosti v vročem stanju za jeklo Utop Mo 6

Na sliki 1 je prikazan diagram prekaljivosti jekla Utop Mo 6 za Ø 120 mm na mirnem zraku, za primerjavo pa je prikazana še krivulja prekaljivosti jekla OHV-4 (C. 4740), klasično kaljenega v vodi.



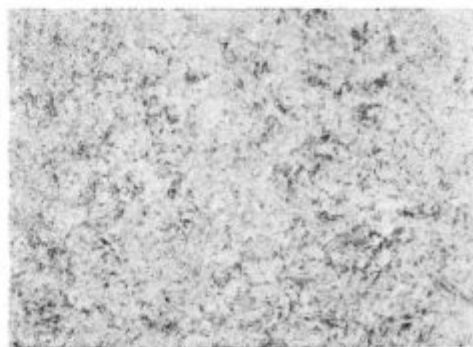
Slika 6

Vpliv temperature popuščanja na trdoto in žilavost jekla Utop Mo 6



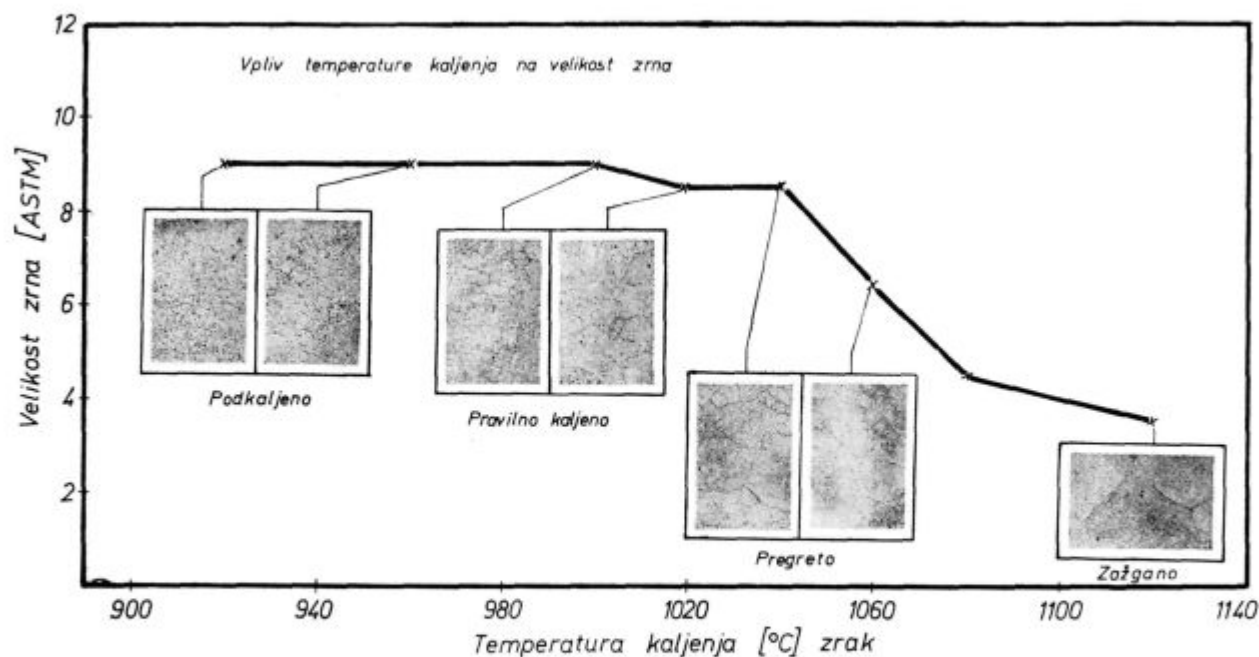
Slika 7

Mikrostruktura žarjenega jekla Utop Mo 6 (povečava 500 ×)



Slika 8

Mikrostruktura kaljenega jekla Utop Mo 6 (povečava 500 ×)



Slika 9
Vpliv temperature kaljenja na izgled mikrostrukture in velikost zrna (povečava 500 ×)

Iz krivulj na diagramu je vidna razlika med jeklom OHV-4, ki kali samo v obrobni coni le nekaj milimetrov, in jeklom Utop Mo 6, kjer dosežemo prekaljivost skoraj po celem preseku.

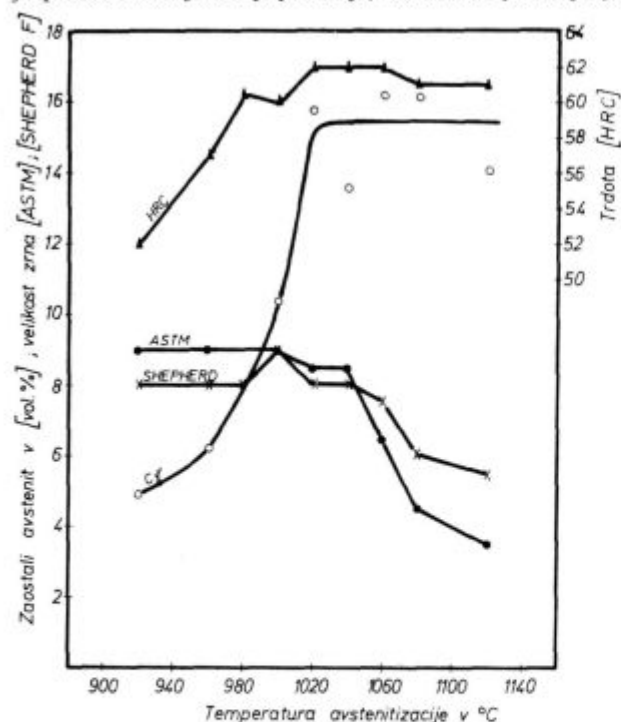
Popuščanje

Uporabno območje popuščanja je 100–500 °C. Popuščanje se mora izvajati takoj po kaljenju, še preden se jeklo ohladi do sobne temperature. Najprimerneje je prenesti orodje na popuščanje, ko doseže po kaljenju

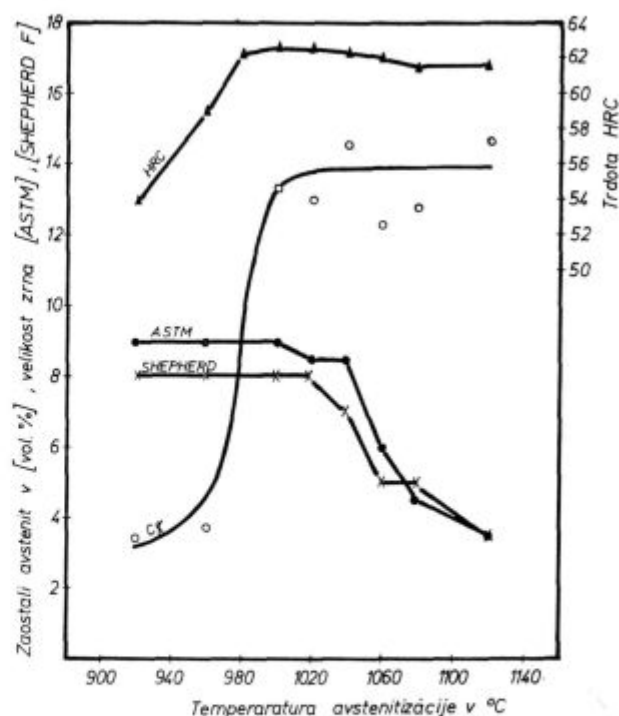
temperaturo 50 do 80 °C. Ne smemo pa dati na popuščanje orodij s previsokih temperatur. Če nimamo na razpolago ustreznih aparatov za merjenje temperatur, ohladimo orodje vsaj toliko, da se ga lahko dotaknemo z roko.

Pri popuščanju je vedno priporočljivo dvakratno popuščanje; to pa zadošča, če je pravilno izvedeno. Čas popuščanja na temperaturi naj bo približno 1 uro za vsakih 25 mm debeline, vendar tudi pri najtanjših kosih nikoli manj kot 1 uro.

Jeklo Utop Mo 6 ima podobno kot ostala jekla na bazi 5 % Cr izražen efekt sekundarne trdote pri popuščanju,



Slika 10
Vpliv temperature kaljenja na zraku na trdoto, zaostali avstenit in velikost zrna za jeklo Utop Mo 6



Slika 11
Vpliv temperature kaljenja v olju na trdoto, zaostali avstenit in velikost zrna na jeklo Utop Mo 6

vendar zaradi padca žilavosti v splošnem ne priporočamo popuščanja na sekundarno trdoto. Najboljšo temperaturo popuščanja izberemo glede na najboljšo žilavost pri še zadovoljivi trdoti.

Na sliki 2 in 3 sta prikazana diagrama odvisnosti trdote od temperature popuščanja za kaljenje na zraku in v olju.

Delovne trdote orodij

Delovna trdota orodij naj bo v mejah 50–62 HRC, kar je seveda odvisno od področja uporabe, od oblike orodja in od pogojev dela. Zahtevane trdote dosežemo s popuščanjem po diagramih na sliki 2 in 3.

Orodja namenske uporabe, kot so npr. SENDZIMIR valji, imajo predpisano mejo trdote in se moramo z ustreznimi tehnologijami prilagoditi zahtevam.

Nitriranje

Jeklo Utop Mo 6 je zelo primerno za nitriranje. S tem močno povečamo trdoto površine orodja in maksimalno povečamo odpornost proti obrabi.

Primernejše je plinsko nitriranje, ker dobimo pri 15-urnem nitriranju na temperaturi 520 °C trdo nitrirano plast, debeline 0,12 mm, s trdoto površine okoli 900–1100 HV.

Mehanske lastnosti

Pri kaljenju s temperature 1000 °C, tj. na sredini normalnega kalilnega intervala, dobimo po popuščanju pri različnih temperaturah vrednosti, na sliki 4.

Vrednosti mehanskih lastnosti v vročem stanju so prikazane na sliki 5.

Ker ima za nekatera orodja odločilen pomen žilavost, navajamo na sliki 6 žilavost za kaljenje pri 1000 °C na zraku v odvisnosti od temperature popuščanja. Tudi pri tem jeklu dobimo pri naraščanju sekundarne trdote padec žilavosti.

Metalografija jekla Utop Mo 6

Jeklo Utop Mo 6, izdelano po EPŽ postopku, doseže v žarjenem stanju 100 % kroglični perlit (sl. 7).

Po kaljenju so v mikrostrukturi tega jekla martenzit, zaostali avstenit in karbidi (sl. 8).

Za jekla molibdenskega tipa je značilno, da imajo pri določeni temperaturi rapidno poslabšanje avstenitnega zrna, kar je povezano s poslabšanjem mehanskih lastnosti.

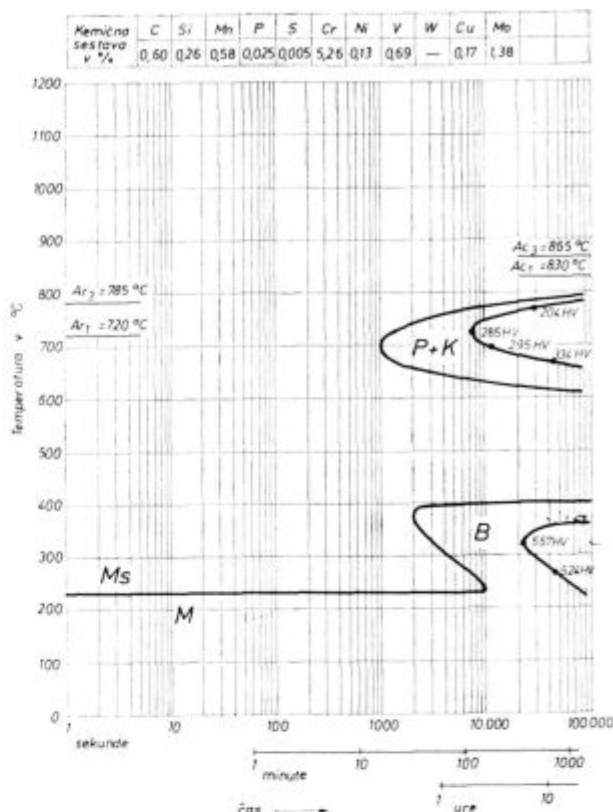
Na sliki 9 je prikazan vpliv temperature kaljenja na strukturo po kaljenju, oziroma velikost zrna po ASTM.

Posebne preiskave

V nadaljevanju navajamo nekaj informacij in ugotovitev posebnih preiskav za jeklo Utop Mo 6.

— Zaostali avstenit

S ploščatimi preizkušanci $9 \times 30 \times 30$ mm smo po različnih postopkih toplotne obdelave določili vsebnost zaosta-



Slika 12
Izotermni TTT diagram jekla Utop Mo 6

lega avstenita z rentgenskim difraktometrom. Za primerjavo smo na sl. 10 in 11 dodali še meritve trdot, zrno po ASTM in Shepherdu F.

— Premenske točke

Ogrevanje 2,5 °C/min.

Ohlajanje 2,5 °C/min.

Ac začetek 830 °C

Ar začetek 785 °C

Ac konec 865 °C

Ar konec 720 °C

— Izdelava TTT diagramov

Na sliki 12 je prikazan izotermni diagram za jeklo Utop Mo 6.

Zaključek

Namen tega članka je, da vas seznanimo z dosedanjimi raziskavami novega orodnega jekla za delo v hladnem Utop Mo 6.

Prvenstveno naj bi ga uporabljali za izdelavo valjev Sendzimir ogrođja pri hladnem valjanju. S tem pa ni rečeno, da ga ni mogoče uporabljati na širšem področju, saj je iz preiskave razvidno, da je glede doseženih lastnosti primerno za delo v hladnem in toplem.

