

IZBOR ČELIKA ZA PRERADU PLASTIKE

- **Izbor čelika za preradu plastike** je veoma delikatan problem koji pre svega zavisi od namene alata ili dela mašine za preradu plastike. Tako se može naći preporuka da se za određeni alat – tipa kalupa za oblikovanje plastike – preporučuje nelegirani čelik sa 0,1%C, dok se za deo nekog drugog alata za brizganje plastike traži da bude izrađen od brzoreznog (visoko legiranog) čelika M2.

Poznato je da kvalit rada i trajnost alata zavise od:

- Adekvatne konstrukcije
- Kvaliteta izrade alata (vrsta obrade, tačnost, hrapavost površine i td.)
- Primene optimalne termičke obrade
- Eksploatacioni uslovi alata (vrsta plastike, pritisci, temperatura i td)
- Izbor optimalnog materijala za izradu alata.

IZBOR ČELIKA ZA ALATE ZA FORMIRANJE PLASTIKE – ZA KALUPE

- U literaturi postoje preporuke za izbor čelika od kojih se prave alati za formiranje plastike. Međutim, kod nas ne postoje standardi, a nema ni ozbiljnog proizvođača ove vrste čelika, tako da treba sagledati iskustva onih koji su vodeći u ovoj oblasti.
- Smatramo da treba koristiti iskustva, preporuke i propise u ovoj oblasti koji važe u USA i Nemačkoj.

Američki čelici za alate koji formiraju plastiku.

- To su čelici koji nose oznaku P. Prema američkim propisima pod normalizacijom se podrazumeva termička obrada sa ciljem da se ujednači zrno po preseku, da se snize unutrašnji naponi i da se smanji veličina zrna – odnosno da se poprave greške u strukturi koje nastaju pri kovanju polufabrikata (sl.1.).
- Pod Žarenjem (Annealing) američki propisi podrazumevaju postupak termičke obrade koji daje čeliku dobru obradivost i strukturu pogodnu za naknadno kaljenje (odnosno termičku obradu).

Čelici P

Oznaka	%C	%Mo	%Ni	%Cr	%Al
P1	0,10	-	-	-	-
P2	0,07	0,20	0,50	2,00	-
P3	0,10	-	1,25	0,60	-
P4	0,07	0,75	-	5,00	-
P5	0,10	-	-	2,25	-
P6	0,10	-	3,50	1,50	-
P20	0,35	0,40	-	1,25	-
P21	0,20	-	4,00	-	1,20

Oznaka	Normalizacija °C	Žarenje		Tvrdća HB
		Temperatura °C	Hlađenje °C/h max	
P2 Tabela T2.	netraži se	730 - 815	22	103 – 123
P3	netraži se	730 - 815	22	109 – 137
P4	Ne	870 - 900	14	116 – 128
P5	netraži se	845 – 870	22	105 – 116
P6	netraži se	845	8	183 – 217
P20	900	760 - 790	22	149 - 179
P21	900	Ne	Ne	-

Parametri za Normalizaciju i
Žarenje

Austriski čelici za alate koji formiraju plastiku

VEW	%C	%Mn	%Cr	%Mo	%Ni	%Ostalo	DIN
M100	0,20	1,2	1,1				1.2162 21MnCr5
M120	0,14		0,70		3,5		1.2735 15NiCr 14
M130	0,19		1,3	0,2	4,1		1.2764 X 19 NiCrMo 4
M200	0,40	1,5	1,9	0,2		S 0,08	1.2312 40 CrMnMoS 8 6
M210	0,33	0,8	1,6	0,4		S 0,07	1.2312 40 CrMnMo S 8 6
M300	0,38		16,0	1,0	0,8		1.2316 40 CrMnMoS 8 6
M310	0,43		13,5				1.2083 X 42 Cr 13

- Proizvođači **kalupa za preradu plastike** imaju mogućnost da traže savet za svaki konkretan problem, posebno pri osvajanju novog tipa proizvoda. Sa druge strane, to nosi veliku opasnost da se odaju bitni podatci vezani za osvajanje tržišta i osvajanje novih kupaca.

Koje su zahtevi koje treba da postavi proizvođač kalupa da bi bio konkurentan na tržištu.

- Visoka čistoća materijala
- Dobra sposobnost poliranja
- Dobra anizotropija osobina
- Stalni kvalitet u dužem periodu
- Optimalna mašinska obradivost
- Laka termička obrada
- Kratki rokovi isporuke poluproizvoda
- Kvalitetan konsalting

- Koje zahteve treba da postavi proizvođač plastike pred alat, da bi imao konkurentne troškove proizvodnje:
 - Izvanredna termoprovodljivost
 - Visoka otpornost na habanje
 - Dobre mehaničke osobine – tvrdoća, pritisna čvrstoća, žilavost
 - Dobra koroziona otpornost
 - Dobra zavarivost pri reparaciji
 - Niski troškovi održavanja
 - Jednostavno rukovanje u eksploataciji alata
 - Dimenziona postojanost

- Imajući u vidu da trenutno postoji oko 1.500 različitih vrsta plastike, i da se većina prerađuje modeliranjem u kalupima, nameće se potreba da se za svaki konkretan tip plastike, za svaki tip proizvoda (dimenzije, morfologija, gabarit, i td) i za svaku grupu radnih uslova alata izabere optimalni materijal.

Iz ove tabele se mogu jasno sagledati nekoliko činjenica koje treba respektovati kod izbora čelika.

- Svaka grupa čelika ima bar jedno polje koje je označeno sa 0, odnosno ta grupa čelika nije dobra za konkretni radni uslov.
- Svaka grupa čelika ima bar jedno polje koje je označeno sa +++ , što znači da je ta grupa posebno pogodna za konkretan radni uslov.
- Ledeburitni čelici nisu pogodni za poliranje niti su pogodni za reparaciju zavarivanjem

Otpornost na habanje	Tvrdoća	Otpornost na koroziju	Žilavost	Lakoća poliranja	Tekstura	Zavarivost	Obradivost
-------------------------------------	----------------	--------------------------------------	-----------------	-----------------------------	-----------------	-------------------	-------------------

Površinski otvrdnuti čelici

- Površinski otvrdnuti čelici (Case – hardening steel) predstavljaju čelike koji se otvrdnjavaju cementacijom površine tako da nakon kaljenja dobijaju oko 62 HRC na površini, dok je jezgro veoma meko i žilavo. Oni se odlukuju izvanrednom sposobnosti poliranja i preporučuju se za alate manjih dimenzija (kalupe i umetnute delove kalupa).

Prethodno otvrdnuti čelici

- Proizvodnja veoma velikih plastičnih delova zahteva velike alate i tu se obično javlja niz problema vezanih za termičku obradu.
 - U želji da se minimiziraju ti problemi – pre svega deformacije i opasnost od nastanka pukotina pri kaljenju – koriste se prethodno otvrdnuti čelici (slika xxx).
 - Proizvođač čelika ih termički obrađuje na tvrdoće 280 do 400 HB (29 do 43 HRC). To odgovara strukturi čelika koja se još uvek može dobro obrađivati rezanjem i sl., ali se istovremeno dobija podnošljiva otpornost na habanje i dovoljna čvrstoća materijala.
 - Posebne prednosti su :
 - Nema kaljenja nakon mašinske obrade (niti deformacija)
 - Mogu se izraditi alati posebno velikih dimenzija (u stanju isporuke iz željezare).
- U tabeli su date uporedne ocene nekih najvažnijih osobina ova četiri čelika koja spadaju u grupu prethodno otvrdnutih.

Tvrdoća	Prokaljivost	Žilavost	Lakoća poliranja	Tekstura	Zavarivost	Obradivost
---------	--------------	----------	---------------------	----------	------------	------------

Koroziono-otporni čelici

- Kaljivi koroziono otporni čelici se prvenstveno koriste za preradu hemijski agresivne plastike (na primer PVC). Ova grupa se može podeliti na dve podvrste. Prva bi obuhvatala one čelike koji se isporučuju u meko žarenom stanju i koji se nakon mašinske obrade termički obrađuju na tvrdoće iznad 50 HRC. Druga podvrsta obuhvata čelike koji se isporučuju i koriste u kaljenom i otpuštenom stanju. U stanju isporuke imaju tvrdoću oko 30 HRC, što je kompromis da se dobije dobra obradivost i istovremeno zadovoljavajuća otpornost na habanje i pritisna čvrstoća.
- Najčešća primena: Kalupi i ramovi kalupa gde se traži najviša koroziona postojanost. Vakuumski pretopljeni daje odličan kvalitet poliranja.
- Termička obrada:

Meko žarenje °C	Hlađenje	Tvrdoća HB
760 - 800	u peći	max. 230

Skroz – prokaljivi čelici

- Ova grupa čelika se koristi u slučajevima kada su otpornost na habanje i tvrdoća najvažnije osobine alata. To se pojavljuje kod ekstremnih radnih uslova i obično kod manjih do srednjih dimenzija kalupa, kao i kod formirača u kalupu.
- Ova grupa čelika se formira od čelika koji izvorno pripadaju čelicima za rad na toplo, rad na hladno ili čak brzorezni čelici. Tipična radna tvrdoća kod ove grupe je opseg iznad 50 HRC.

Posebne prednosti ovih čelika su :

- Prokaljivost po celom preseku
- Visoka tvrdoća i pritisna čvrstoća
- Dobra stabilnost dimenzija u toku termičke obrade
- Visoka otpornost na habanje

Ovu grupu sačinjavaju 7 vrsti čelika i tri podvrste.

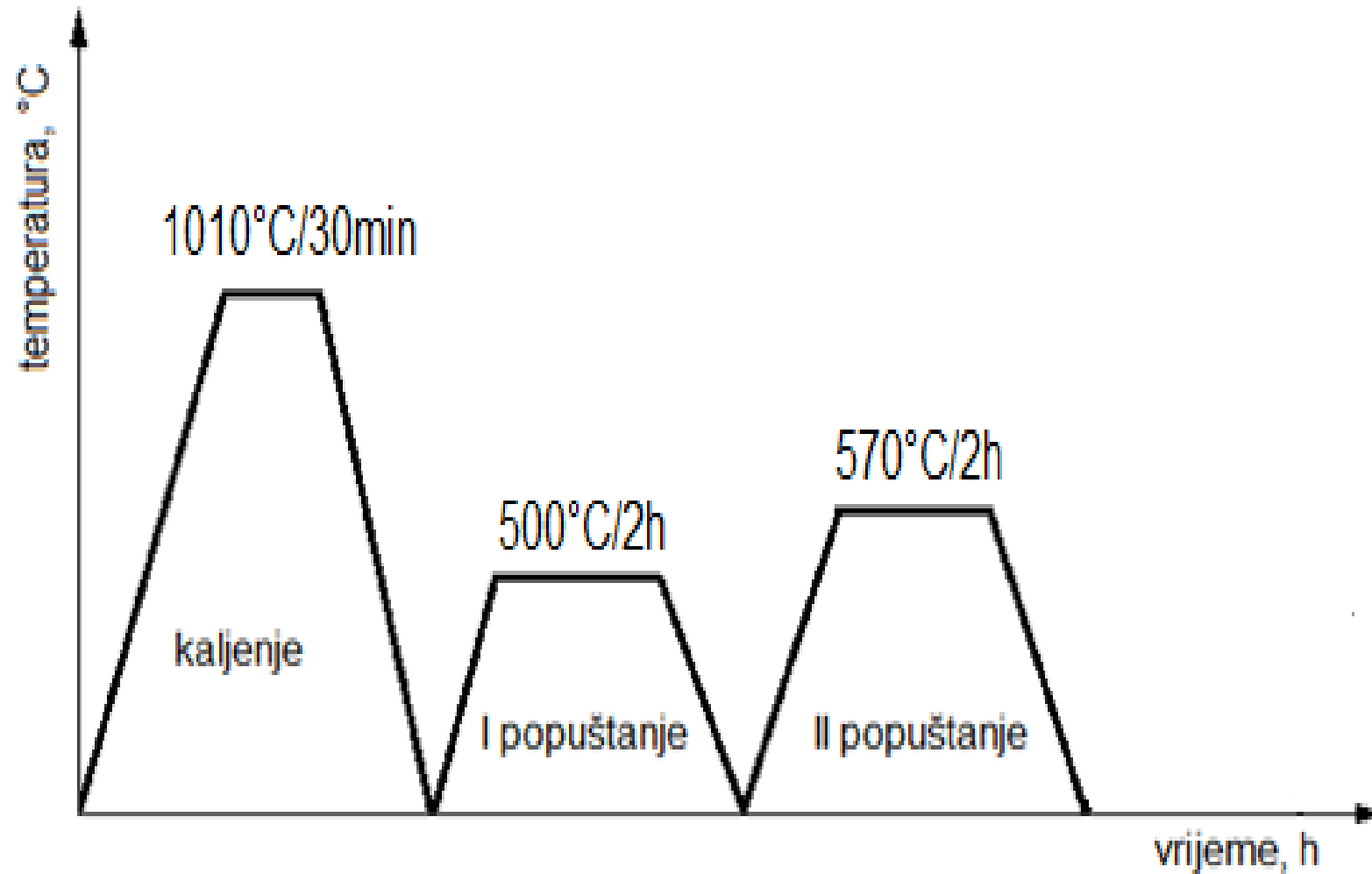
Martenzitno stareći čelici

- Martenzitno stareći čelici su razvijeni zbog visoko opterećenih komponenti u aeronautičkog inženjstva. Posebno ih karakterišu visoka čvrstoća i žilavost. Važna karakteristika im je jednostavnost termičke obrade.
- Nakon mačinske obrade čelik treba stariti u trajanju od 6 časova na 490 °C, sa ciljem da se postigne radna tvrdoća od 55 HRC. Pri tome se prirast dimenzija odnosno deformacije praktično mogu zanemariti. Prednost je i lakoća repariranja zavarivanjem, pod uslovom da se koristi elektroda sličnog sastava.

Posebne prednosti ovih čelika su :

- Vakuumski je pretopljen
- Jednostavno se termički obrađuje
- Visoka čistoća i dobra izotropija osobina
- Dobra dimenzionalna stabilnost nakon termičke obrade
- Maksimalna žilavost pri visokoj tvrdoći
- Nema problema kod zavarivanja
- U preradi plastike preporučuje se samo jedan čelik za izradu kalupa i to je čelik za rad na hladno. Njegova primena ima opravdanje kod veoma dubokih i složenih gravura, kada je alat izložen velikim savojnim opterećenjima.

Postupak termičke obrade čelika UTOP Mo1



Temeljna je svrha kaljenja čelika:

- postizanje maksimalno moguće tvrdoće ovisno o udelu ugljenika u čeliku,
- postizanje što jednoličnijeg prokaljenja (tj. što jednoličnije tvrdoće po poprečnom preseku).

Postupak kaljenja sastoji se od zagrevanja na temperaturu austenitizacije i progrevanja, držanja na toj temperaturi te gašenja u svrhu postizanja martenzitne strukture.

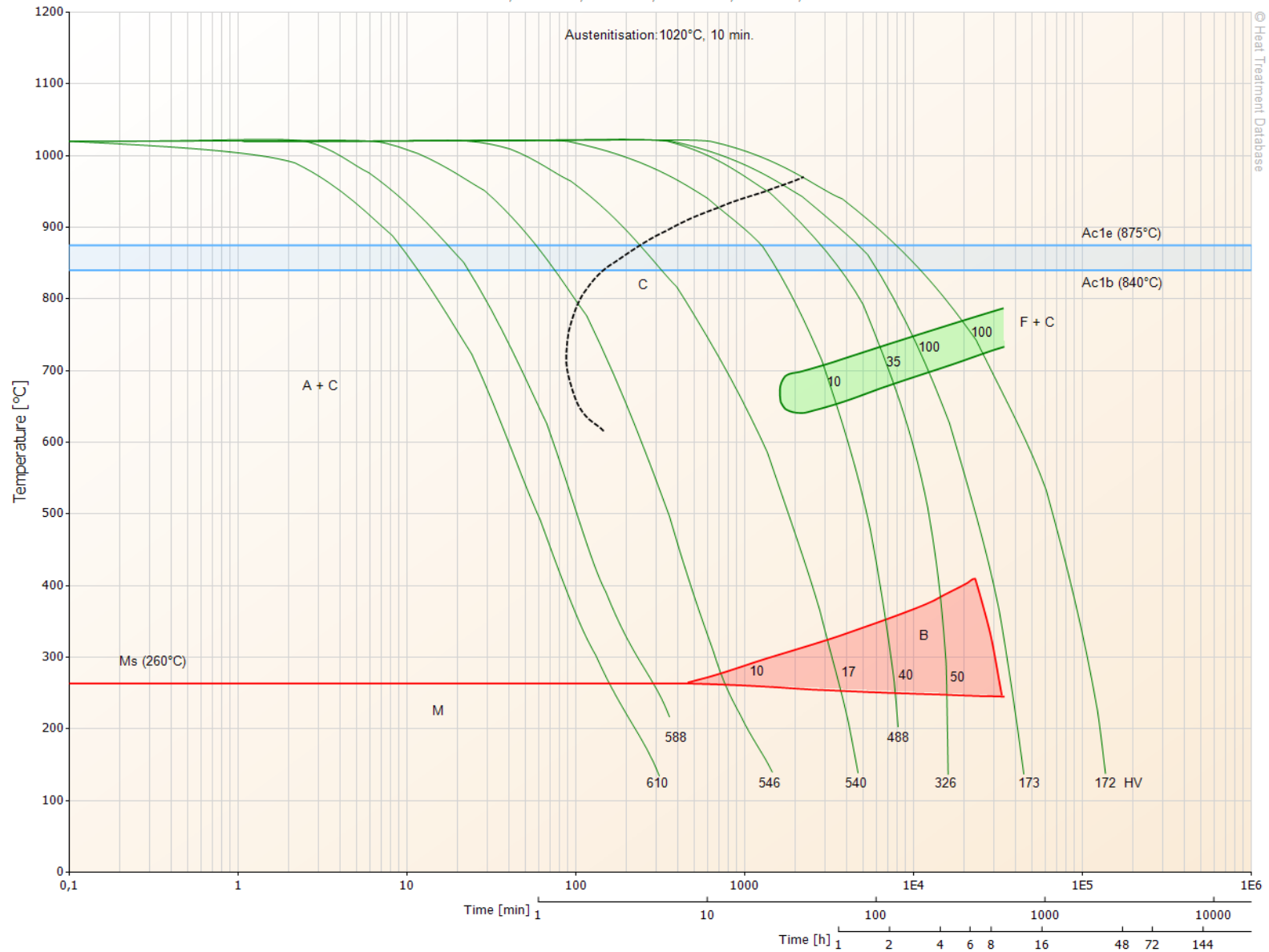
- U cilju sprečavanja razugljeničenja, pougljičenja i oksidacije, austenitizaciju treba izvoditi u odgovarajućoj zaštitnoj atmosferi. Kaljenje je provedeno pri temperaturi 1010°C u vakuumu. Na slici prikazan je TTT dijagram za zadani čelik.

TTT diagram čelika UTOP Mo1

Material: BÖHLER W300 ISOBLOC, 1.2343

Ladle analysis:

C: 0,38% - Si: 1,00% - Cr: 5,10% - Mo: 1,30% - V: 0,400%



Dijagram popuštanja čelika UTOP Mo1

Material: BÖHLER W300 ISOBLOC, 1.2343

1020°C -> Öl

