

Podela čelika prema nameni

Predavanje 8A

Podela čelika prema nameni

- **Konstrukcioni**(ugljenični, nelegirani i legirani)
- **Specijalni** -nerđajući čelici (otporni na kiseline i vatropostojani), čelici za povišene temperature(termopostojani čelici CrMoV čelici), čelici otporni na habanje
- **Alatni** : ugljenični alatni, legirani alatni i brzorezni čelici.

Podela čelika

- **Prema čistoći:** (sadržaj fosfora i sumpora koji je uslovljen načinom proizvodnje)
- **Čelici običnog kvaliteta**(ugljenični čelici proizvedeni u LD konvertorima ili SM pećima) ($C < 0,5\%$, $S < (\text{manji od}) 0,06\%$, $P < 0,07\%$)
- **Kvalitetni čelici** (SM ugljenični i legirani čelici sa $0,035-0,04\%P,S$)
- **Visoko kvalitetni čelici** (legirani čelici dobijeni u elektro pećima S i $P < 0,025\%$)
- **Plemeniti čelici** (legirani čelici izrađeni u elektro pećima S i $P < 0,015\%$)

Konstruktivni čelici

Konstruktivni čelici imaju dobra mehanička svojstva, dobro se obrađuju rezanjem, deformisanjem (kovanje, valjanje, izvlačenje, presovanje), imaju dobru zavarljivost i nisku cenu.

Ovi čelici mogu biti:

Ugljenični (nelegirani) i **legirani**

Prema čvrstoći (**naponu tečenja**) ovi čelici se razvrstavaju u četiri grupe:

1. čelici niske čvrstoće, $R_e < 250$ MPa,
2. čelici srednje čvrstoće, 250 MPa $< R_e < 750$ MPa,
3. čelici visoke čvrstoće, 750 MPa $< R_e < 1550$ MPa,
4. čelici ultravisoke čvrstoće, $R_e > 1550$ MPa.

Primeri primene konstrukcionih čelika

UGLJENIČNI (NELEGIRANI) ČELICI

Opšta podela

- Običnog kvaliteta
- Kvalitetni čelici

Posebne namene

- Za građevinarstvo
- Za brodogradnju i železnice
- Za kotlove i sudove pod pritiskom
- Za karoserijske limove
- Za cevi, žice, zavrtnje, zakivke
- Za zavarene lance
- Čelici za automate
- Za elektrotehniku

LEGIRANI ČELICI

Opšte namene

- Za poboljšanje
- Za površinsko kaljenje
- Za cementaciju
- Za nitriranje

Posebne namene

- Za opreme
- Za kotrljajne ležajeve
- Za rad na niskim temperaturama
- Za ventile
- Čelici povišene jačine ($R_{EH} > 360 \text{ MPa}$)

UGLJENIČNI (NELEGIRANI) KONSTRUKCIONI ČELICI

Primena u **SIROVOM** stanju (BEZ TERMIČKE OBRADU)

Niskougljenični kvalitetni čelici imaju garantovani hemijski sastav i mehaničke osobine .

Primena za delove bicikla, šivaćih mašina, male zupčanike

Srednje ugljenični čelici (0,25-0,6%C)

Primena u normalizovanom stanju , a u poboljšanom za delove manjih preseka.

Čelici sa 0,5-0,6%C primenjuju se za delove otporne na habanje

(zupčanike, pužne transportere, ekscentre, klinove, stanje normalizovano)

Čelici za građevinarstvo ($C < 0,25\%$), u obliku profila, limova, traka,

žica za armirani beton.

Visoko ugljenični čelik upotrebljava se armirani prednapregnuti beton.

Čelici za brodogradnju su u obliku limova i profila od mekog čelika (zavarljivog).

Karoserijski limovi su čelici sa 0,1%C, visoke čistoće, dobro se izvlače i imaju

glatku površinu.

Čelici za patentirane žice (0,3-1%C) služe za čelične konopce, žice točkova kod bicikla,

žice kišobrana, opruge najvećeg kvaliteta.

Čelici za automate (valjane ili vučene šipke), koriste se za izradu sitnih delova na

automatskim strugovima.

Legirani konstrukcioni čelici

Legirani čelici za poboljšanje (0,25-0,6%C) mogu biti:

Manganski (1,2-1,6%Mn) za osovine vratila, Mn-Si za veće zupčanike

Hromni (1-1,5%Cr-Si) za jako opterećena (kolenasta)vratila, zupčanike,

Hrom-molibdenski (1%Cr, 0,2%Mo) čelici

Hrom-niklovi (0,6-1.5%Cr i 1-3,5%Ni)-zupčanici menjača, delovi turbina koji rade na temperaturama do 500°C

Čelici za površinsko otvrdnjavanje: Cr-Mn i Mn-Si čelici sa 0,3-0,5%C

Za cementaciju upotrebljavaju se čelici sa $C < 0,25\%$ i LEGIRANI sa Cr, Cr-Mn, Cr-Mo, Cr-Ni (bregaste osovine, osoviniče klipova, vretena mašina alatki i drugih delova izloženih habanju) (Č5420, Č4320)

Čelici za nitriranje (Č4531, Č4739) ostvaruju traženu površinsku tvrdoću (900-950HV) sitno dispergovanim nitridima Al, Cr i Mo, bez naknadne termičke obrade ali je potrebno predhodno poboljšanje.

Legirani čelici za posebne namene

Čelici za opruge treba da imaju visoku vrednost R_e , izduženje, odgovarajuću dinamičku izdržljivost, (opruge automobila, odbojnici vagona, oslonci temelja mašina), otpornost na koroziju i povišene temperature.

Ove osobine se postižu deformacijom na hladno (valjanje, vučenje) termičkom obradom.

Čelici za kotrljajuća ležišta treba da imaju veliku tvrdoću i otpornost na habanje, obradivost rezanjem i deformisanjem.

Termička obrada (kaljenje sa 850°C i nisko otpuštanje (160°C))

Čelici za rad na niskim temperaturama sadrže nikl ili mangan i nizak % ugljenika. Od ovih čelika prave se transportni i stacionarni rezervoari za suvi led (CO_2) ili tečan metan.

Čelici za ventile motora sa unutrašnjim sagorevanjem izloženi su pri radu visokim temperaturama (do 900°C) i cikličnim promenama temperatura. Ovi čelici moraju da sadrže dobre mehaničke osobine na povišenim temperaturama i da budu vatrootporni.

Specijalni čelici

U ovu klasu čelika svrstavaju se:

- *Nerđajući čelici* (otporni na kiseline i vatropostojani)
- Čelici otporni na kiseline moraju sadržati više od 12%Cr, a vatrootporni čelici više od 6%Cr i dodatke Si i Al radi sprečavanja dubinske korozije.
- Nerđajući čelici
- **prema hemijskom sastavu** mogu biti:
 - Hromni (Cr)
 - Hrom-niklovi (Cr-Ni)
 - hrom-manganski (Cr-Mn)
- **Prema stanju isporuke** mogu biti: valjani i liveni
- Pri dugotrajnom držanju **na temperaturi iznad 500°C** kod čelika otpornih na kiseline dolazi do izdvajanja hroma po granicama zrna i time osiromašenja
- čvrstog rastvora u hromu.

Nerdjajući čelici

U ovu klasu čelika svrstavaju se:

- *Čelici za povišene temperature* (termo-postojani Cr-Mo-V čelici)

- *Čelici otporni na habanje*

Nerdjajući čelici

- **Austenitni nerđajući čelici:** austenitna struktura je zadržana do sobne temperature zahvaljujući prisustvu nikla (Ni) (utiče kao supstitucijski atom) .
- Upotrebljavaju se za delove kod kojih je koroziona postojanost i žilavost primarni zatev. (Cr-Ni čelici koji su istovremeno otporni i na kiseline i vatrootporni.
- **Feritni nerđajući čelici:** manji sadržaj nikla u odnosu na austenitne nerđajuće čelike: Sadrže manje ugljenika, a više hroma nego martenzitni čelici pa se ne mogu kaliti, već ojačavaju samo preradom na hladno.
- **Martenzitni nerđajući :** Odličnu primenu za opruge i pribor za jelo.
- **Taložno ojačani nerđajući čelici i martenzitno starenjeni čelici (Maraging) :**
- Sastav ovih čelika je takav da može nastati ojačanje (izlučivanje tvrdih precipitata), stvaranje intermetalnih jedinjenja i istovremeno otpuštanje martenzita.
- Primena : za izradu delova od kojih se traži velika jačina, ne velika koroziona postojanost i laka obrada.(rudarske bušilice, delovi pumpi visokog pritiska, komponente aviona.

Nerđajući čelici

Feritni valjani nerđajući čelici

Primenom argonsko-kiseoničnog razugljenisanja (AOD) postupka proizvedeno je nekoliko klasa feritnih čelika: 18Cr-2Mo, 26Cr-1Mo, 29Cr-4Mo-2Ni.

Uticaj hroma (Cr) na Fe-C fazni dijagram je da stabilizuje feritnu fazu.

- Ferit ili alfa faza (BCC) postojana je do sobne temperature.
- **Hrom (Cr) (BCC) proširuje alfa područje i sužava gama područje (FCC) .**
- Feritni nerđajući čelici su relativno jeftini jer ne sadrže nikl(Ni).
- Mnogi hrom nerđajući čelici sadrže do 30% hroma (Cr) i manje od 0,12%C.
- Namijenjeni su za delove od kojih se traži srednja koroziona postojanost, a žilavost nije glavni zahtev.
- Najviše se koriste za izduvne sisteme motora, za opremu za prenos toplote u hemijskoj i petrohemijskoj industriji, za unutrašnju opremu motornih vozila.

Nerdjajući čelici

Martenzitni nerdjajući čelici

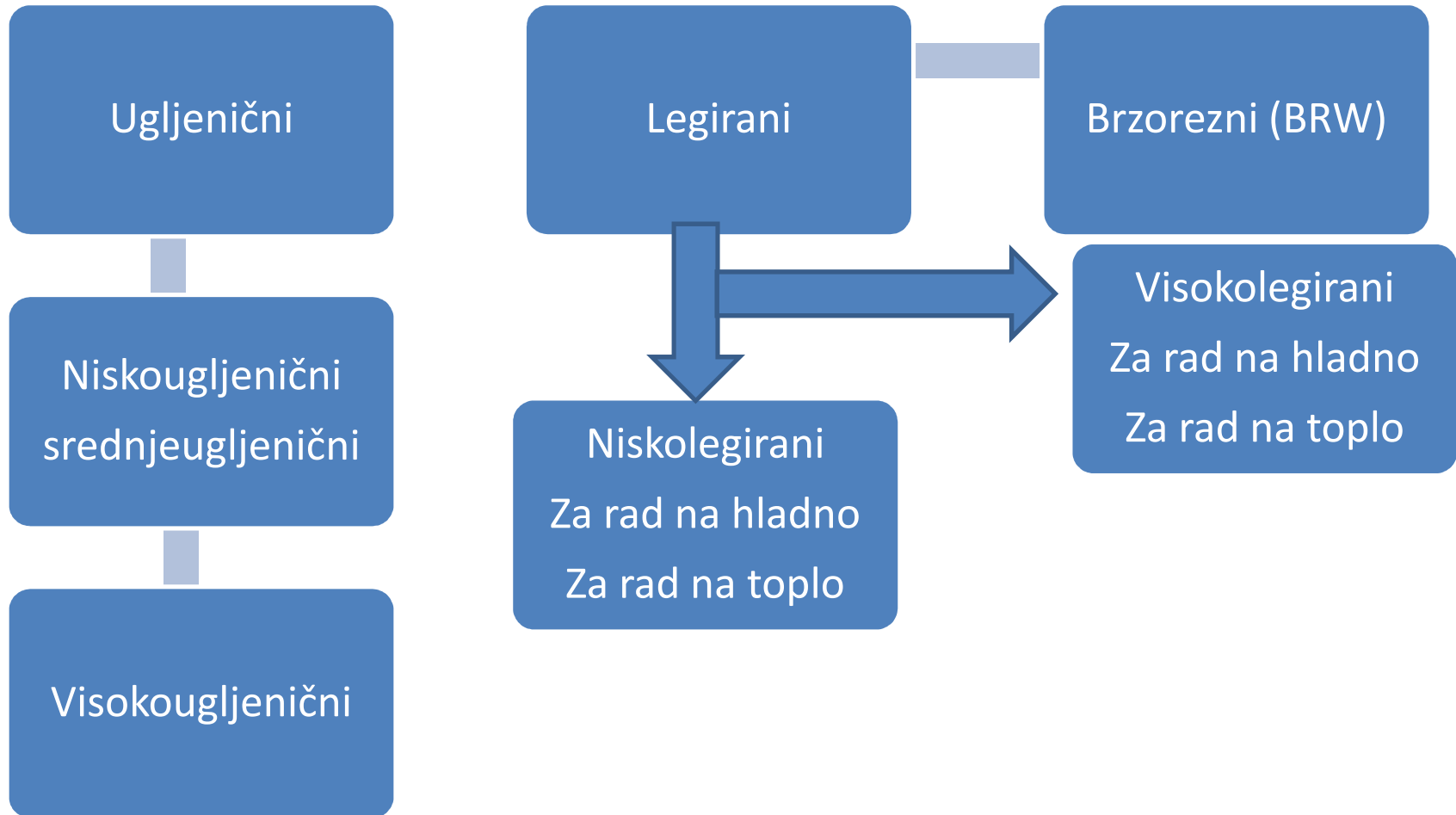
Čelici imaju povećan sadržaj ugljenika (do 1%), sadržaj hroma (11,5 do 18%) i male količine drugih legirajućih elemenata.

- Ovi čelici mogu biti ojačani termičkom obradom, tako da posle kaljenja i otpuštanja imaju ne samo veliku jačinu, već i osrednju žilavost.
- Plastična prerada ovih čelika mora se izvesti pre kaljenja, tj. u žarenom stanju.
- Ovi čelici nisu otporni na koroziju kao ostali nerdjajući čelici ali imaju veliku čvrstoću i tvrdoću.
- Od ovih čelika izrađuju se kuglični ležajevi, livački kalupi, noževi medicinskih instrumenata, delovi aviona i turbina.

Alatni čelici

- Ugljenični alatni čelici
- Legirani alatni čelici
- Brzorezni čelici
- Ostali materijali za alate

Alatni čelici



Ugljenični alatni čelici

Sa niskim sadržajem ugljenika (sa 0,25%C)

Primena za merne alate i kontrolnike, metalne lenjire, šablone i sl.

Sa srednjim sadržajem ugljenika (sa 0,25-0,6%C)

Primena za izradu ručnih alata i pribora, reznih alata za obradu drveta, livačkih kalupa i sl.(na pr. Č1540 za sekire, čekiće, srpove)

Sa visokim sadržajem ugljenika (više od 0,6%C); 0,6-1,4% C

Primena za izradu alata za prosecanje, za preradu hladnim deformisanjem, za obradu drveta i termoplasta, stezni alati, mali kalupi za izradu plastike i gume i sl.(Č1840, Č1841, Č1940)

Legirani alatni čelici

Legirani alatni čelici se koriste u slučaju kada je neophodna postojanost na povišenim temperaturama i veća prokaljivost.

Legirani alatni čelici se dele na **niskolegirane** (ukupan sadržaj legirajućih elemenata ne prelazi 5%) i **viskolegirane**.

Niskolegirani čelici za rad na hladno koriste se za razne vrste alata a obradu čelika, obojenih metala, drveta, plastike i papira.

Obrada se odvija na sobnoj temperaturi (na hladno), s tim što temperatura alata usled trenja **ne sme za duže vreme da preći temperaturu od 300 °C**.

Primer: Č6840 (za spiralne burgije, glodala, ureznice i nareznice, hirurške instrumente), Č6441 (za noževe za obradu drveta i papira), Č4830 (alati za jaka dinamička opterećenja).

Niskolegirani alatni čelici **za rad na toplo** namenjeni su za radne uslove **pri temperaturama iznad 300 °C**.

Primeri: U ovu grupu spadaju čelik Č5742 namenejn za kovačke alate i Č5741 za livačke kalupe.

Legirani alatni čelici

Visokolegirani alatni čelici za rad na hladno sadrže visok sadržaj %Cr i C.

Predstavnik ove grupe čelika je Č4150 (čelik sa 12%Cr i 2%C).

Ovaj čelik se odlikuje velikom tvrdoćom i otpornošću na habanje.

Primena: Koristi se za izradu profilisanih glodala, burgija za lake metale i mesing, testere za metal(uz vodeno hladjenje), kalupe za preradu plastike, presovanje porcelana i keramike.

Visokolegirani alatni čelici za rad na toplo sadrže 5 do 10%W, 0,25-0,45%C i dodatke Cr, V, Ni, Co.

Od ovih čelika izrađuju se alati najviše opterećeni kako mehanički tako i termički. Č6451(za presovanje na toplo u dubokim gravurama, za matrice, trnove alata za probijanje), Č6450(matrice za toplo presovanje, trnovi, alati za valjanje zavrtnjeva, alati za duboko izvlačenje, kalupi za livenje pod pritiskom).

Cr-Ni čelici austenitne strukture se koriste za izradu izuzetno termički i mehanički opterećenih matrica za ekstruziju profilisanih cevi i šipki od bakra, nikla, bronzе i mesinga.

Brzorezni čelici

Brzorezni čelici imaju najbolje rezne osobine sa visokim sadržajem W(volframa) 6,3-18%W i ugljenika (0,8 – 1.4%C) pošto se zakale sa visoke temperature i visoko otpuste. Klasični BRW čelik (Č6880) sadrži: 0,75%C, 18%W,4,5%Cr,1%V.

Sitnozrnost i ravnomerna rasporedjenost nastalih karbida (W_2C , V_4C_3) u ovom čeliku postiže se specifičnim postupcima izrade, kovanja, i termičke obrade brzoreznih čelika.

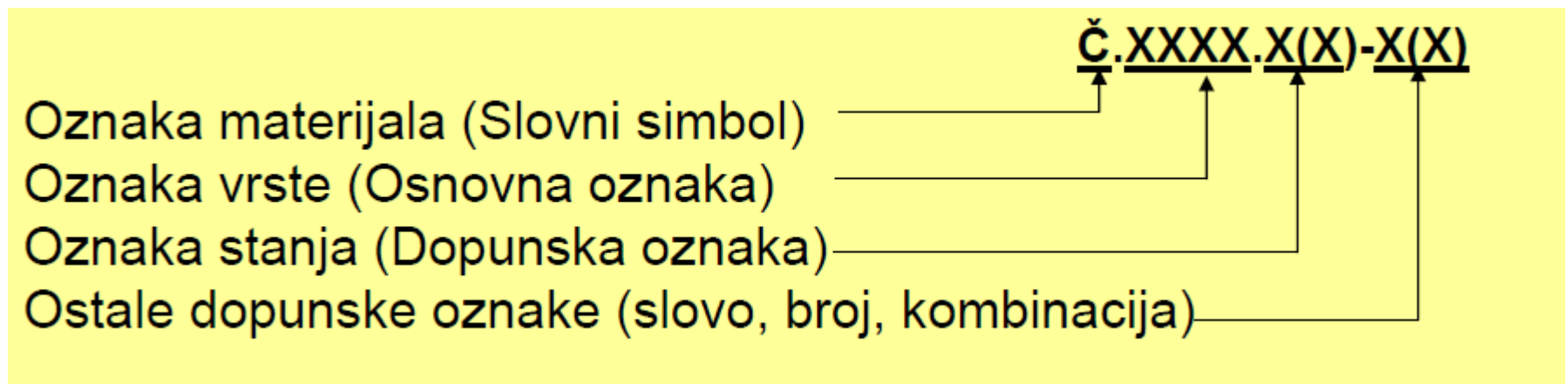
Iz ekonomskih razloga prešlo se na izradu brzoreznih čelika sa nižim procentom volframa(W) što je uticalo na smanjenje veka reznih alata.

Čelik sa 10-12%W i 3-5%V (Č9681, Č9683)

Označavanje čelika

Oznaka čelika se sastoji iz četiri dela:

1. Slovni simbol **Č**, kojim se označava čelik.
2. Osnovna oznaka, koja ima četiri brojna simbola, koje označavaju vrstu čelika i namenu.
3. Dopunska oznaka-ima jedan ili dva brojana simbola ili slovna simbola kojima se označava stanje čelika.
4. Ostale dopunske oznake po potrebi označavaju druge karakteristike čelika



Čelici negarantovanog hemijskog sastava (ugljenični čelici)

1.) Čelici negarantovanog hemijskog sastava (ugljenični čelici)

Simbol na **1.** mestu je: **0**

Simbol na **2.** mestu označava zateznu čvrstoću čelika.
Ako je na drugom mestu **0** onda je čelik bez garantovanih mehaničkih osobina (trgovački kvalitet).

Simbol na **3.** i **4.** mestu je:

0...44 - Ugljenični čelik s negarantovanom
čistoćom i čelici trgovačkog kvaliteta
45...89 - Čelici garantovane čistoće ili
garantovanog sadržaja pojedinih elemenata
90...99 - Čelici za automate

Simbol	Čvrstoća (N/mm ²)
0	-
1	...300
2	340-360
3	370-390
4	400-490
5	500-590
6	600-690
7	700...

Primer

Primer Č.0445

Ugljeniční čelik

Negarantovanog hemijskog sastava

Sa garantovanom zateznom čvrstoćom od 400-490 N/mm²

Garantovane čistoće max. 0,06%S i 0,06%P.

2.) Ugljenični i legirani čelici sa garantovanim hemijskim sastavom

a) ugljenični čelik

simbol na **1.** mestu je **1.**

simbol na **2.** mestu je desetostruka vrednost maksimalnog sadržaja ugljenika zaokružena na desetine (brojčana vrijednost za **C ≥ 0,90%** je **9**).

b) legirani čelik

simbol na **1.** mestu označava najuticajniji legirajući element. Brojevi od **2 – 9.**

Element	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Ostali
Oznaka	1	2	3	4	5	6	7	8	9

simbol na **2.** mestu označava drugi po redu najuticajniji legirajući element; za čelike legirane jednim elementom oznaka je **1**, a ako sadrže više elemenata na drugo mesto dolazi brojčani simbol drugog po redu najuticajnijeg elementa.

Pod najuticajnijim legirajućim elementom podrazumeva se onaj čiji je proizvod sadržaja u čeliku (%) i faktora vrijednosti najveći broj.

Maksimalni sadržaji elementata koji se smatraju primjesama u čeliku

Element	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Ti	Cu	Al
Oznaka	0,60	0,80	0,20	0,30	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05

Faktori vrednosti legirajućih elemenata

Element	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Ti	Cu	Al	Ostali
Faktor vrednosti	1	1	4	4	7	14	17	20	30	1	1	30

Ako višestruko legirani čelici imaju više legirajućih elemenata s istim proizvodom, smatraće se najuticajnijim elementom onaj čija oznaka ima viši broj.

Simbol na **3. i 4.** mestu označavaju namenu čelika:

- 0...19 – čelici koji nisu namenjeni termičkoj obradi,
- 20...29 – čelici za cementaciju,
- 30...39 – čelici za poboljšavanje
- 40...49 – ugljenični i nisko legirani čelici za alate,
- 50...59 – visokolegirani alatni čelici,
- 60...69 – čelici s posebnim fizikalnim svojstvima,
- 70...79 – hemijski otporni i vatrostalni čelici,
- 80...89 – brzorezni čelici (slobodno)
- 90...99 – čelici za automate i ostali čelici.

Dopunska oznaka stavlja se kod poluproizvoda da bi se označilo stanje čelika. Stanje se može označiti jednim broječanim simbolom ili kombinacijom dva simbola.

Dodatna oznaka označuje stanje čelika

- | | |
|----|---|
| 0 | – bez određene termičke obrade, |
| 1 | – žareno, |
| 2 | – žareno na najbolju obradivost, |
| 2A | – termički obraćeno na određenu vrednost zatezne čvstoće, |
| 2B | – termički obraćeno na feritno-perlitnu strukturu, |
| 2C | – pogodno za sećenje u hladnom stanju, |
| . | |
| . | |
| . | |
| 3 | – normalizirano, |
| 4 | – poboljšano, |
| 5 | – hladno deformirano, |
| 6 | – ljušten ili brušen, |
| 9 | – obrađeno po posebnim uputstvima. |