

PODJELA METALA, ČELIKA I GVOŽĐA

Imamović Damir
Univerzitet u Zenici
Mašinski fakultet

Osnovne podjele metala koje se najčešće primjenjuju u svakodnevnoj praksi su:

- Prema hemijskom sastavu
- Po tački topljena i gustoći
- Podjela metala prema periodnom sistemu elemenata
- Prema strukturi legure i drugo.

Pored ovih osnovnih podjela postoje i druge podjele, naročito čelika koje se manje koriste u svakodnevnoj praksi, zbog svoje težine za razumijevanje i zbog toga što se primjenjuju samo u određenim trenucima i određenim granama proizvodnje.

Postoji mnogo načina na koji bi se mogla izvršiti podjela čelika i gvožđa. Razlika između čelika i gvožđa je u sadržaju ugljika, tj. u hemijskom sastavu legura. Legure željeza koje sadrže do 2,14% ugljika nazivaju se **čelikom**, a sve ostale legure željeza koje u svome hemijskom sastavu imaju sadržaj ugljika veći od 2,14% nazivaju se **gvoždem**.

Gvožđe ima osnovne dvije podjele koje se najviše koriste u praksi, a to je:

- Sivi liv
- Bijeli liv.

Sirovo gvožđe prema svome sastavu i upotrebi dijeli se na:

- a) Sivo sirovo gvožđe
- b) Bijelo sirovo gvožđe
- c) Specijalno sirovo gvožđe.

Liveno gvožđe se prema strukturi, osobinama i namjeni se dijeli na:

- a) Bijelo liveno gvožđe ili bijeli liv
- b) Sivo liveno gvožđe ili sivi liv
- c) Modificirani liv
- d) Kovno gvožđe ili temperaturni liv
- e) Legirano liveno gvožđe.

1. Podjela čelika po hemijskom sastavu

Prema hemijskom sastavu čelici se dijele na:

1. Ugljične čelike
2. Legirane čelike.

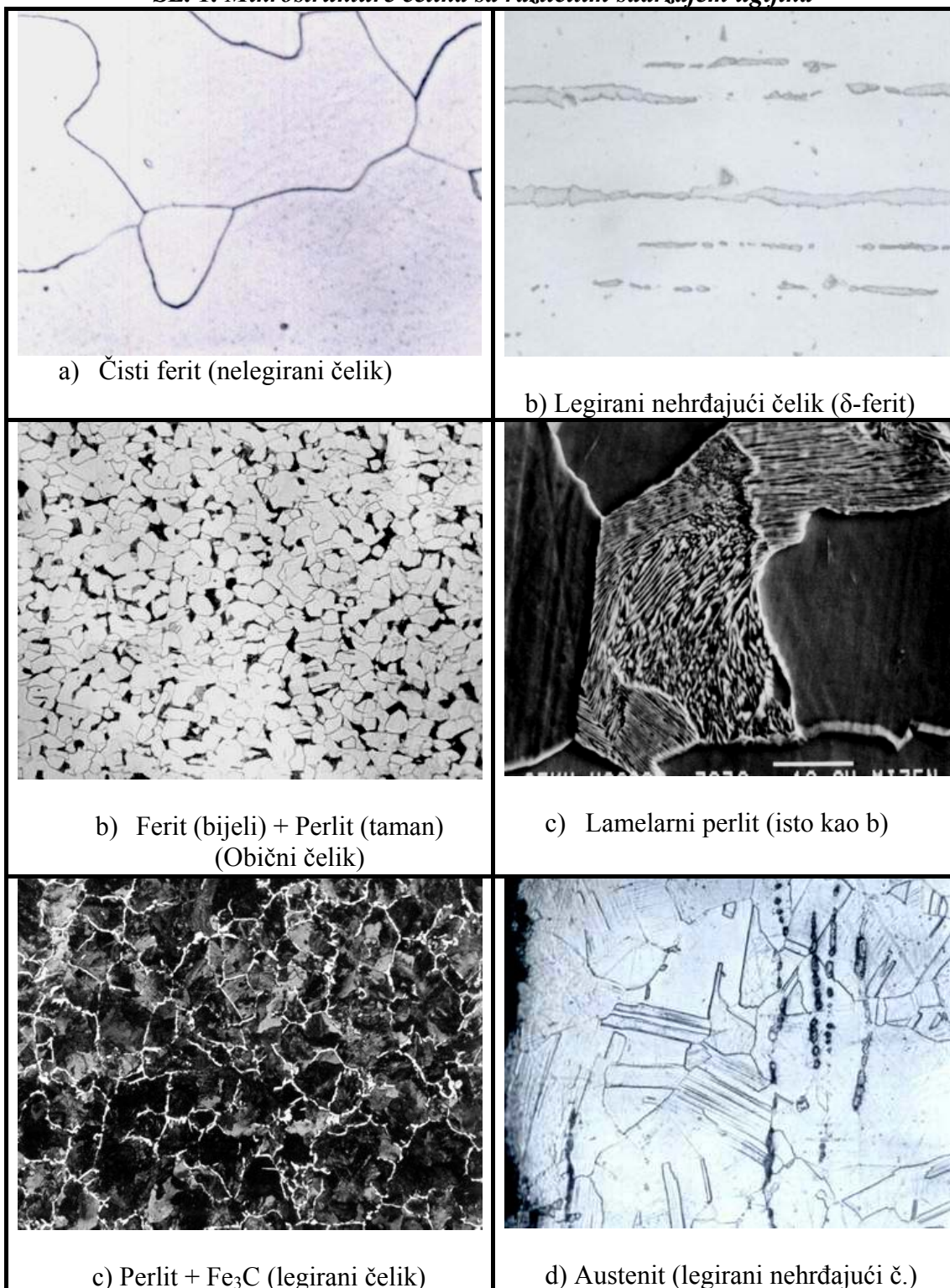
Kod ugljičnih čelika odlučujući utjecaj na osobine ima ugljik, dok se ostali prisutni elementi smatraju primjesama. Kada se čeliku neki element dodaje s ciljem da mu se izmjene osobine, on tada predstavlja legirajuću komponentu. Za svaki element je određen granični sadržaj u čeliku do kojeg se on smatra primjesom, jer ne utiče na bitne osobine čelika. Ako je sadržaj nekog elementa u čeliku iznad granične vrijednosti navedene u tabeli, čelik je legiran. Kada je zbir procenta legirajućih elemenata ispod 5%, čelik je **niskolegiran**, a kada prelazi 5% on je **viskolegiran**.

Granične vrijednosti sadržaja ugljika u čeliku prikazane su u tabeli 1., a na sl. 1 prikazane su mikrostrukture čelika sa različitim hemijskim sastavom

Tabela 1. Ganične vrijednosti sadržaja legirajućih elemenata u čeliku

Legirajući Elementi	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Co	Ti	Cu	Al
Sadržaj u % veće od:	0,60	0,80	0,20	0,30	0,10	0,05	0,05	0,5	0,05	0,3	0,05

SL. 1. Mikrostrukture čelika sa različitim sadržajem ugljika



2. Uticaj ugljenika i primjesa na strukturu i osobine čelika

Ugljik je legirajuća komponenta, te se njegov utjecaj na strukturu i osobine čelika može pratiti preko dijagrama stanja. Sa porastom %C u čeliku od 0,02-0,8 % pojavljuje se u čeliku pored ferita i perit. Količina perlita raste tako da čelik sa 0,8% C ima u strukturi čisti perlit. Pošto se perlit sastoji iz ferita i cementita, a cementit je nosilac tvrdoće i čvrstoće, to sa porastom %C u čeliku raste zatezna čvrstoća (R_m), tvrdoća (HB) i granica razvlačenja (R_{eH}), a opadaju izduženje (A), kontrakcija (Z) i žilavost (ρ).

Mangan se u čeliku smatra primjesom, a njegova količina ne prelazi 0,80 %. Dodaje se čeliku kao dezoksidaciono sredstvo radi redukcije oksida željeza. Lakše se vezuje sa sumporom, te je Mn poželjan u određenim količinama radi stvaranja MnS. Ferit može da rastvori do 10% Mn te se mangan u količini od 0,8% ne izdvaja kao posebna faza, već rastvoren u feritu povišava mu tvrdoću i čvrstoću. U cementitu se takođe rastvara gradeći $(FeMn)_3C$ ili Mn_3C . U strukturi čelika, Mn se pojavljuje i u vidu uključaka: MnS, MnO, SiO_2 itd.

Silicijum se sa manganom ubraja u korisne primjese. U čeliku se nalazi do 0,6%. Vrlo je efikasano dezoksidaciono sredstvo. Sadržaj Si u čeliku je najveći kod umirenog, a najmanji kod neumirenog čelika. Ferit rastvara do 14% Si. Rastvaranje silicijuma u feritu povišava mu čvrstoću i tvrdoću, a smanjuje elastičnost, te su stoga neumireni čelici plastičniji i pogodniji za hladnu deformaciju. U strukturi čelika Si se pojavljuje i u vidu krutih i tvrdih uključaka: Si_2O , FeO, SiO_2 itd.

Fosfor dolazi u čelik preko gvožđa iz rude i negativno djeluje na osobine čelika. Sadržaj fosfora u čeliku zavisao je od postupka dobivanja, jer se može smanjiti samo procesima u baznim pećima. Povećan sadržaj fosfora na nekim mjestima izaziva veliko izlučivanje Fe_3P na nižim temperaturama što prouzrokuje pojavu **plavog loma** u čeliku. Da bi se ovo spriječilo sadržaj fosfora u čeliku se ograničava na 0,3-0,4%. Kod nekih čelika se dozvoljava izuzetno, sadržaj P do 0,15% da bi se poboljšala obrada rezanjem ovih čelika ili ako čelik sadrži bakar, da bi se povećala koroziona otpornost čelika.

Sumpor je takođe štetna primjesa, dolazi iz rude odnosno gvožđa i goriva. Slično fosforu čelici iz konvertora sadrže više sumpora, a najmanje ga sadrži bazni SM čelik i čelik iz elektro-peći (0,03%). U čelicima običnoga kvaliteta dozvoljava se % S 0,06%.

Sumpor se ne rastvara u željezu, već se jedini u sulfid FeS. Pri mehaničkoj obradi na toploti iznad 900 °C, dolazi do topljenja opne građene od sulfida željeza i razjedinjavanja zrna, što izaziva pucanje odnosno **crveni lom**.

Kiseonik je vema štetna primjesa u čeliku. Sadržaj kiseonika u čeliku se kreće od 0,02-0,1%. Najviše ga ima konvertorski čelik. U čeliku se nalazi u obliku oksida FeO. Sa FeS daje dvojni eutektikum sa tačkom topljenja na 930 °C. Eutektikum se izdvaja u vidu opne, a izdvojeni FeO izaziva **crveni lom**. Pod mikroskopom se uočava u vidu tvrdih, tamnosivih uključaka okruglog oblika. Ovi uključci otežavaju obradu zbog svoje tvrdoće.

Vodonik štetno djeluje u čeliku iako se nalazi u količinama 0,0002-0,0006%. Najviše ga sadrži elektro čelik. Čelik u istopljenom stanju jako rastvara vodonik. Na temperaturi topljenja, 100 grama Fe rastvara oko 25 cm³ vodonika. Sa padom temperature rastvorljivost naglo opada tako da na 1500 °C rastvorljivost vodonika

iznosi 12 cm^3 , a na sobnoj temperaturi svega oko $0,1 \text{ cm}^3$. Vodonik se izdvaja u atomskom obliku, ali na granicama zrna i u ravnima klizanja pri nižima temperaturama dolazi do prelaska u molekulski oblik: $2\text{H} \rightarrow \text{H}_2$.

3. Podjela metala prema gustoći i tački topljenja

Prema gustoći metale dijelimo u dvije osnovne grupe, a to su:

- Lahki metali
- Teški metali.

Gustoću i T_{top} najbolje ćemo vidjeti iz tabele 1. u kojoj su prikazani najvažniji metali.

Tabela 1. Pregled najvažnijih metala

OPĆA PODJELA PREMA		NAZIV METALA	SIMBOL	GRUPA ATOMSKI BROJ	GUSTOĆA Kg/dm^3	TEMP.TOPLJ. (C°)
Gustoći	Temp.topljenja					
Lahki metali	Lahko topljivi	MAGNEZIJ	Mg	III/12	1,74	650
		ALUMINIJ	Al	III/12	2,70	660
	Teško topljivi	TITAN	Ti	IV /22	4,54	1820
Teški metali	Lahko topljivi	CINK	Zn	IV /30	1,13	410
		KADMIJ	Cd	V /48	8,65	321
		KALAJ	Sn	V /50	7,30	232
		OLOVO	Pb	VI /82	11,34	327
		BIZMUT	Bi	VI /83	9,8	271
	Teško topljivi	KROM	Cr	IV /24	7,19	1980
		ŽELJEZO	Fe	IV /26	7,87	1539
		KOBALT	Co	IV /27	8,9	1495
		NIKL	Ni	IV /28	8,9	1445
		BAKAR	Cu	IV /29	8,96	1083
		PALADIJ	Pd	V /46	12	1554
		SREBRO	Ag	V /47	10,49	960
		PLATINA	Pt	VI /78	21,4	1733
	ZLATO	Au	VI /79	10,3	1063	
	Vrlo teško topljivi	MOLIBDEN	Mo	V /42	10,2	2665
TANTAN		Ta	VI /73	16,6	2996	
VOLFRAN		W	VI /74	19,3	3410	

4. Čelični proizvodi i poluproizvodi

Čelični proizvodi se dijele na:

- Vruće valjane
- Hladno valjane
- Hladno vučene
- Proizvodi oblika odlivka
- Proizvodi oblika odkivka.

Vruće valjani proizvodi se dijele na:

- Valjane polufabrikate
- Toplo valjane šipke
- Toplo valjane profile.

Valjani polufabrikati namjenjeni su prvenstveno za dalju toplu preradu valjanjem, kovanjem ili presovanjem, a dobivaju se valjanjem čeličnog ingota. Prema standardu JUS C.B2.021 za toplo valjanje čelične proizvode koristi se obično sljedeća terminologija (tabela 2.).

Tabela 2. Toplo valjani čelični proizvodi

Valjani polufabrikati	Dimenzije	Napomena
	Debljina x širina[mm]	
BLUM	125 x 125	Odnos debljine i širine kreće se od 1:1 do 2:1
BLUM SA KONTI LIVA "Željezare- Zenica"	165 x 340	Odnos dimenzija je stalan
SLABOVI	Min.40 x max.80	Pravougaoni presjek sa širinom koja je najmanje 2x debljina
PLATINE	Min.40 x max.80	Pravougaoni presjek sa širinom koja je najmanja 4x debljina
KVADRATNE GREDICE	50-125	Debljina
PLJOSNATE GREDICE	30-40 x 50-100	Debljina x širina

Blum ima kvadratni ili pravugaoni poprečni presjek sa zaobljenim ivicama. Dimenzije počinju od 125 mm, odnosno stranica se kreće od 1:1 do 2:1.

Slab ima pravugaoni poprečni presjek sa zaobljenim ivicama. Odnos stranica je već od 1:2, a najmanja debljina je 40 mm.

Platina ima pravugaoni poprečni presjek sa zaobljenim ivicama gdje je odnos strana 1:4. Najmanje dimenzije su debljina 40 mm, a širina 150 mm.

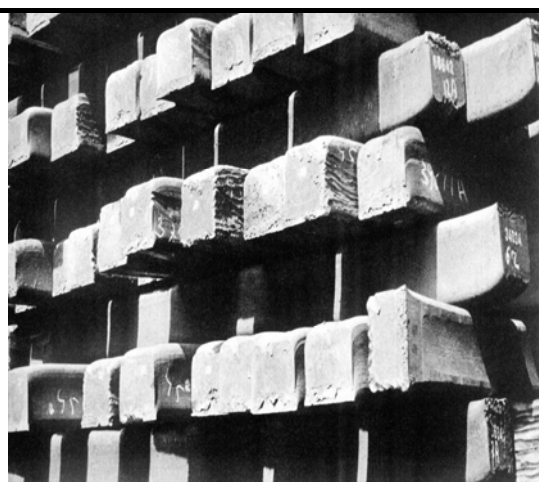
Kvadratne gredice imaju kvadratni poprečni presjek sa zaobljenim ivicama, dimenzija 50 do 125 mm.

Pljosnate gredice imaju pravugaoni poprečni presjek sa zaobljenim ivicama, debljine 40 do 50 mm i širine 50 do 100 mm.

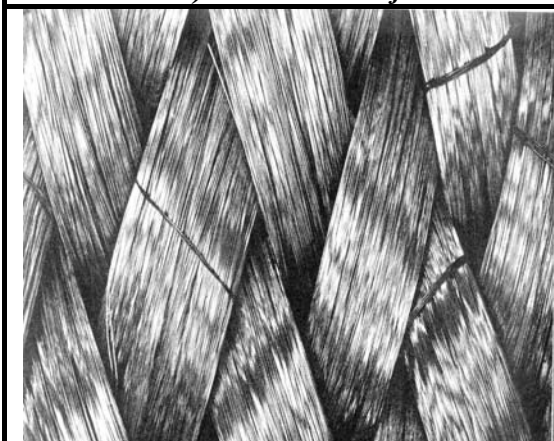
Sl.2. Čelični proizvodi i poluproizvodi



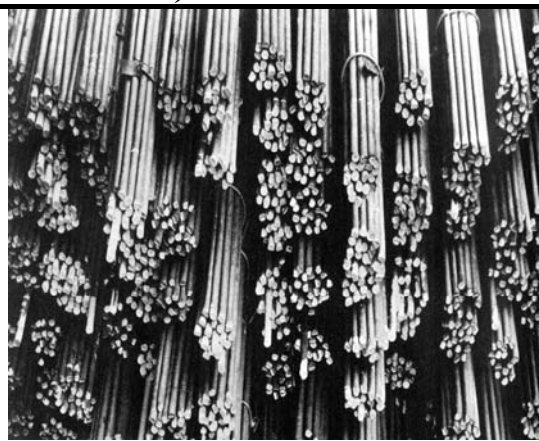
a) Betonsko željezo



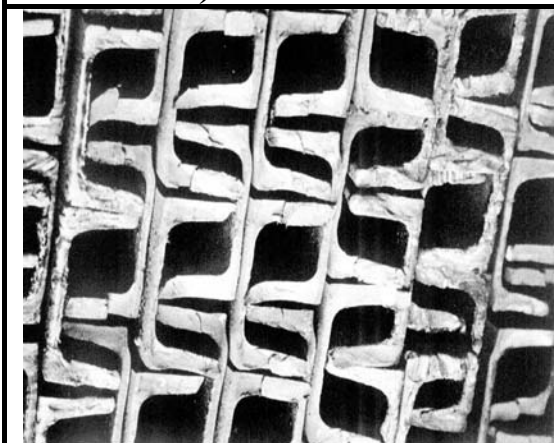
b) Gredice



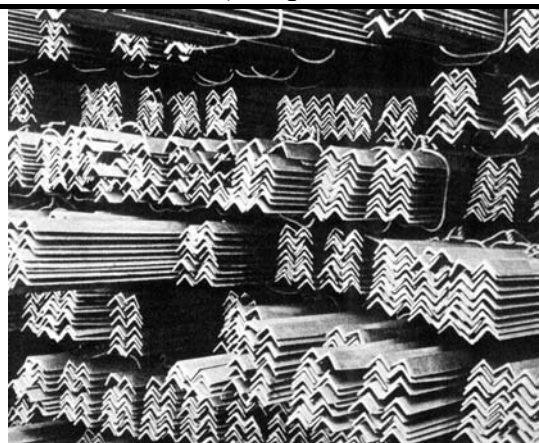
b) Hladno vučeno



c) Šipkasto



d) Profili



e) Fazonski čelik

Vruće valjani šipkasti proizvodi namjenjeni su za razne konstrukcije, a izrađuju se u obliku ravnokrakih, ugaonih profila „U“ , „I“ profila i drugih oblika.

Hladno vučeni čelik ima glatku i sivu površinu bez kovarine sa vema tačnim dimenzijama. Dobija se od vruće valjanih šipki provlačenjem kroz matrice, na tzv. vučnim klupama sa uskim tolerancijama, tako da se dobiju glatke i svijetle površine sa tačnim dimenzijama. Pri tome znatno porastu čvrstoćne karakteristike čelika na račun smanjenja poprečnog presjeka i deformacionih karakteristika.

Svijetlo vučene šipke isporučuju se u vrućem ili žarenom stanju, najviše do prečnika 80 mm, a isporučuju se u žarenom ili vrućem stanju.

Brušene čelične šipke, izrađuje se putem brušenja svijetlo vučenih ili ljuštenih šipki, do promjera 40 mm. Postiže se visoka tačnost dimenzija.

Hladno valjanje izvodi se uglavnom na čeličnim limovima od kojih se zahtijeva poboljšana površina, npr. limovi za izvlačenje i karoserijski limovi. U novije vrijeme svi limovi ispod 1,5mm se obrađuju hladnim valjanjem. Pri hladnom valjanju neophodno je smanjiti oksidnu koru putem luženja, najčešće u sumpornoj kiselini. Hladnim valjanjem proizvode se i trake HVT (obično širine do 60 mm), a debljine su 1,5-5 mm. One se isporučuju sa različitim stupnjevima tvrdoće (1/8t, 1/4t, 1/2t, 3/4t, 1 t -tvrd), a proizvode se uglavnom od ugljičnih čelika. Isporučeno stanje može biti i sa gavlanskom prevlakom površine sloja cinka, kositra (kalaja) ili olova.

Toplo valjani limovi su vrlo važni proizvodi od čelika. Prema debljini dijele se na debele (>5 mm), srednje (3-4,75 mm) i tanke (<3 mm). Isporučuju se obično u standardnim dimenzijama, tzv. tablama 1000 x 2000 mm. Proizvode se od svih vrsta čelika, a prvenstveno od ugljičnih konstrukcionih čelika.

Vučena čelična žica izrađuje se vučenjem valjane žice na tzv. vučnim klupama kroz matrice od tvrdog metala promjera 15 mm. Izrađuje se od raznih vrsta čelika, a isporučuje u otvrdnutom stanju sa stepenima tvrdoće kao kod HVT.

Cijevi se izrađuju od različitih vrsta čelika, a osnovna podjela je na cijevi sa šavom i cijevi bez šava. Prema namjeni postoje preporuke standarda.

Čelični otkovci i čelični odlivci spadaju u polufabrikate od čelika kao prethodna priprema za dalju obradu sa ciljem da se vrijeme obrade smanji na minimum, a time dobije jeftin proizvod.