

ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

MAŠINSKI MATERIJALI

ČELIK

PODELA PREMA LEGIRAJUĆIM ELEMENTIMA:

1. UGLJENIČNI ČELICI
2. LEGIRANI ČELICI (MANJE OD 5% LEGIRAJUĆIH ELEMENATA)
3. VISOKO LEGIRANI ČELICI (VIŠE OD 5% LEGIRAJUĆIH ELEMENATA)

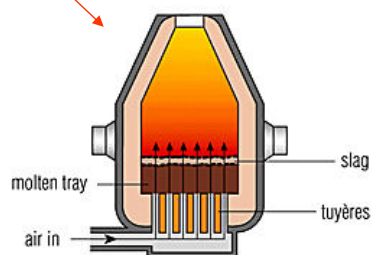
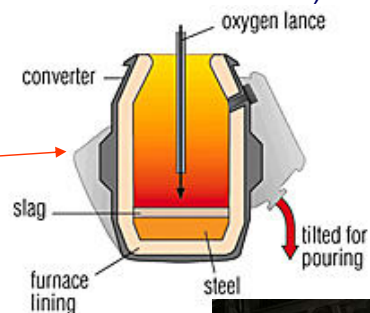
DOBIJANJE ČELIKA

1. KONVERTORSKI POSTUPAK:

- TOMASOV - BAZNI

- BESEMEROV - KISELI

UGLJENIČNI ČELICI I NEKI NISKO LEGIRANI.
POVEĆAN SADRŽAJ P (DO 0,1%) I N (DO 0,03%)
NAJJEFTINIJI POSTUPAK.
SKLONOST KA STARENJU.



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

MAŠINSKI MATERIJALI

ČELIK

SIMENS-MARTINOV POSTUPAK (KISELI I BAZNI):
KVALITETNIJI, ALI I SKUPLJI OD KONVERTORSKOG.
DO 0,05% P, DO 0,06% S, DO 0,008% N.

ČELIK IZ ELEKTRO PEĆI:

- ELEKTROLUČNE PEĆI

- INDUKCIONE PEĆI

DO 0,03% P, DO 0,03% S, DO 0,025% N.
SKUP POSTUPAK- KVALITETAN ČELIK.



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

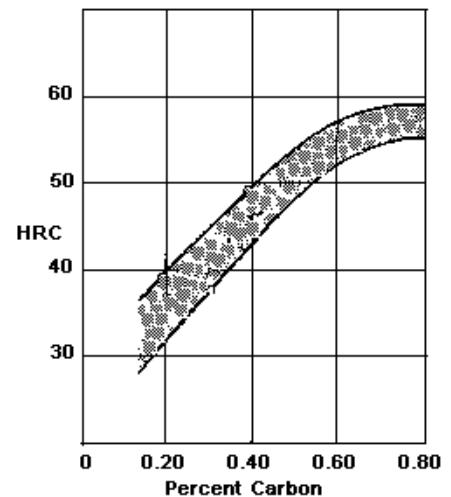
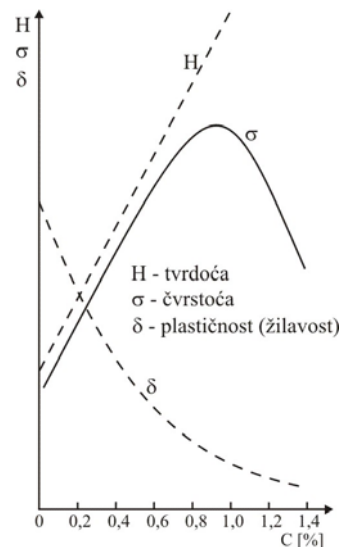
ČELIK

LEGIRANJE:

SAMO AKO IMA VIŠE OD NAZNAČENE KOLIČINE (DONJI RED U TABELI) NEKOG ELEMENTA TADA JE REČ O LEGIRAJUĆEM ELEMENTU, ODNOSNO O LEGIRANOM ČELIKU.

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

UTICAJ UGLJENIKA
NA MEHANIČKE
OSOBINE ČELIKA:



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

PRIMESE

ČELIK

KORISNE

MANGAN

DEZOKSIDACIONO SREDSTVO PRI PROIZVODNJI ČELIKA. POVEĆAVA ČVRSTOĆU I TVRDOĆU.

SILICIJUM

DEZOKSIDACIONO SREDSTVO PRI PROIZVODNJI ČELIKA. POVEĆAVA ČVRSTOĆU I TVRDOĆU. SMANJUJE. POGODAN ZA HLADNO DEFORMISANJE.

ŠTETNE

FOSFOR

ŠTETAN - POVEĆAVA KRTOST (Fe_3P). U ČELIK DOLAZI IZ RUDE. BAZNI POSTUPCI DOBIJANJA SMANJUJU UDEO P.

SUMPOR

ŠTETAN – SNIŽAVA DINAMIČKU ČVRSTOĆU. PODSTIČE POJAVU MIKROPRSKOTINA. U ČELIK DOLAZI IZ RUDE.

KISEONIK

VEOMA JE ŠTETAN ZBOG STVARANJA OKSID. OKSIDI SU TVRDI UKLJUČCI KOJI SE POJAVLJUJU NA GRANICAMA ZRNA – CRVENI LOM.

AZOT

ŠTETAN – IZDVAJANJE NITRIDA Fe_4C NA GRANICE ZRNA. STARENJE – POJAVA KRTOSTI.

VODONIK

ŠTETAN. IZDVOJEN H_2 NA GRANICAMA ZRNA – UNUTRAŠNJI NAPONI I PRSKOTINE.

ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

LEGIRAJUĆI ELEMENTI

ČELIK

OLOVO I SREBRO SE NE RASTVARAJU U Fe.

OLOVO ZA ČELIKE ZA AUTOMATE – LAKA OBRADIVOST.

OZNAKE LEGIRAJUĆIH ELEMENTA:

Brojčani simbol Legirajućeg elementa	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Legirajući element	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Ostali

FAKTORI VREDNOSTI LEGIRAJUĆIH ELEMENATA:

Legirajući 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	9

FAKTORI VREDNOSTI LEGIRAJUĆIH ELEMENTA, KOJI SE NALAZE U NEKOM ČELIKU, MNOŽE SE SA UDELIMA TIH ELEMENATA U %. POREĐENJEM DOBIJENIH PROIZVODA UTVRĐUJE SE ZNAČAJ SVAKOG PRISUTNOG LEGIRAJUĆEG ELEMENTA ŠTO JE VAŽNO PRI OZNAČAVANJU LEGIRANOG ČELIKA.

ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

ČELIK

FERITNI ČELICI:

LEGIRAJUĆI ELEMENTI KOJI ŠIRE OBLAST FERITA SU **Cr, Mo, W** itd.
PLASTIČNI I MEKI. POGODNI ZA TERMIČKU OBRADU.

PODEUTEKTOIDNI ČELICI:

PERLIT + LEGIRANI FERIT – KONSTRUKCIONI ČELICI

EUTEKTOIDNI ČELICI:

IMAJU PERLITNA STRUKTURA

NADEUTEKTOIDNI ČELICI:

DOBRE REZNE OSOBINE. POGODNI ZA TERMIČKU OBRADU. KALJENJE U ULJU + OTPUŠTANJE = POBOLJŠAVANJE (DOBRE MEHANIČKE OSOBINE).
POGODNI ZA IZRADU ALATA

LEDEBURITNI ČELICI

VISOKO UGLJENIČNI I VISOKO LEGIRANI.

KARBIDI LEGIRAJUĆIH ELEMENATA STVARAJU LEDEBURITNU MREŽU. POSLE KOVANJA I ŽARENJA – KUGLICE LEDEBURITA. VEOMA DOBRE REZNE OSOBINE, TVRDOĆA I VISOKA OTPORNOST NA HABANJE. KORISTE SE ZA IZRADU KVALITETNIH ALATA.

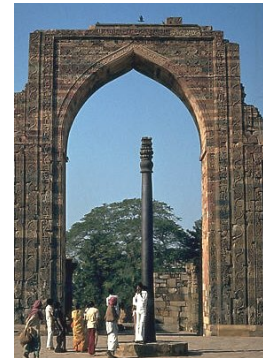
ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

ČELIK

AUSTENITNI ČELICI

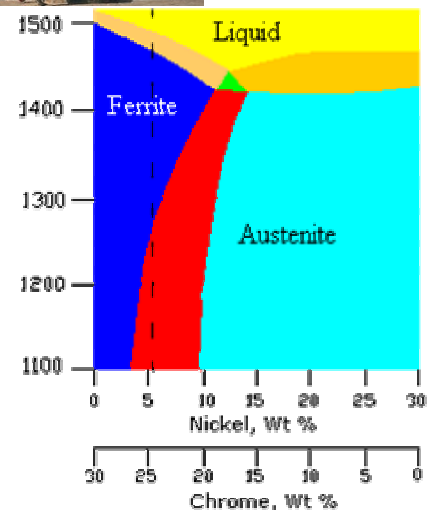
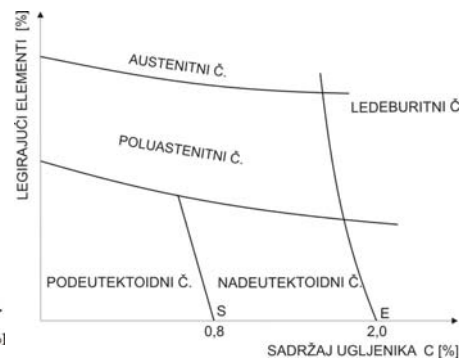
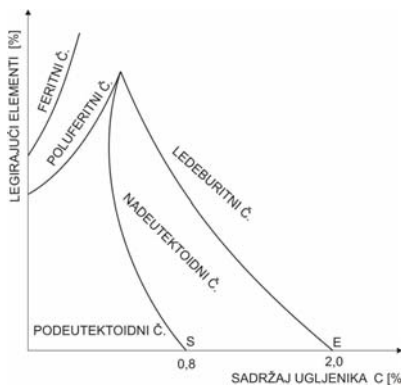
VISOKO LEGIRANI (Ni, Cr, Mn). OTPORNI NA KOROZIJU.

MAŠINSKI MATERIJALI



AUSTENITNI
STUB U INDIJI
STAR PREKO
1000 GOD.

RASPORED STRUKTURA LEGIRANIH ČELIKA



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

ČELIK

ČELICI SE KLASIFIKUJU I PREMA OSOBINAMA (NAMENI):

KONSTRUKCIONI ČELICI:

UGLJENIČNI KONSTRUKCIONI ČELICI,
ČELICI ZA OBRADU NA AUTOMATIMA,
NISKOLEGIRANI KONSTRUKCIONI ČELICI,
OPŠTI KONSTRUKCIONI ČELICI,
BETONSKI ČELIK,
ČELICI ZA OPRUGE,
ČELICI ZA KOTRLJAJNE LEŽAJEVE,
NERĐAJUĆI ČELICI,
VATROOTPORNI ČELICI itd.

ALATNI ČELICI:

UGLJENIČNI ALATNI ČELICI,
LEGIRANI ALATNI ČELICI,
ALATNI ČELICI ZA RAD U HLADNOM STANJU,
ALATNI ČELICI ZA RAD U TOPLOM STANJU,
BRZOREZNI ALATNI ČELICI itd.



ČELIČNI LIV

RETKA PRIMENA.
KOMPLIKOVANI DELOVI – JEFTINA
IZRADA.
LEGIRAJUĆI ELEMENTI – POBOLJŠANJE
STRUKTURE ODLIVKA.

NISKOUGLJENIČNI – ŽILAVO JEZGRO,
TVRDA POVRŠINA – ZUPČANICI. –
POGODNI ZA CEMENTACIJU.

ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

MAŠINSKI MATERIJALI

ČELIK

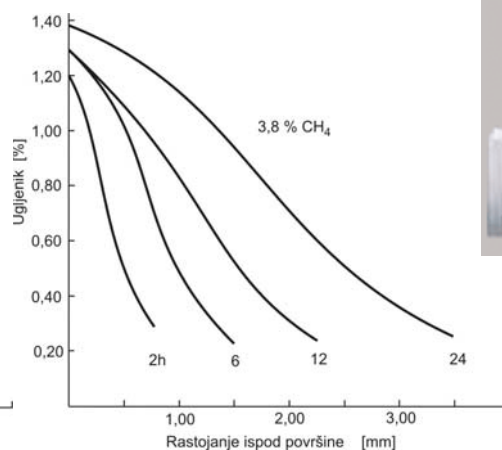
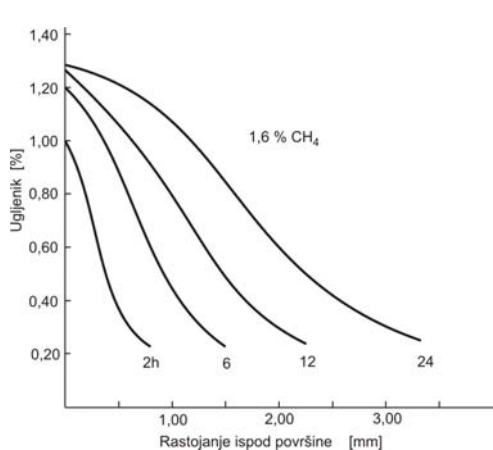
CEMENTACIJA

CEMENTACIJA SE NAJČEŠĆE IZVODI NA NISKO UGLJENIČNIM ČELICIMA (0,1 – 0,25% C) NA VISOKOJ TEMPERATURI (850-950°C) ČELIK SE ZADRŽAVA IZVESNO VREME U SREDINI BOGATOJ UGLJENIKOM.

ATOMI UGLJENIKA DIFUNDUJU U POVRŠINSKI SLOJ DO ZASIĆENJA. NAKON TOGA VEOMA BRZO HLAĐENJE U VODI – KALENJE.

KALENJE U VODI ILI ULJU STVARA SE VEOMA TVRD TANAK SLOJ NA POVRŠINI – POVEĆAVA OTPORNOST NA HABANJE.

UGLJENIK JE U POVRŠINSKOM SLOJU U FORMI CEMENTITA
SADRŽAJ UGLJENIKA JE NERAVNOMERAN U DUBINU.



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

MAŠINSKI MATERIJALI

ČELIK

CEMENTACIJA

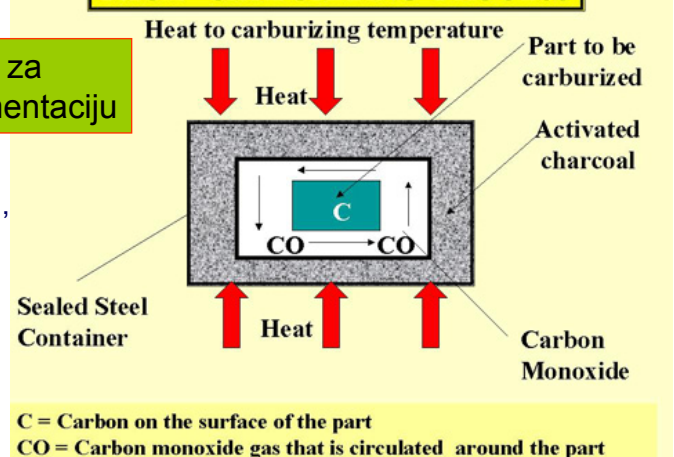
EFEKT CEMENTACIJE JE IZRAŽENIJI ŠTO JE:

- VEĆA KONCENTRACIJA UGLJENIKA U PEĆI,
- DUŽE VREME BORAVKA U PEĆI,
- VIŠA TEMPERATURA U PEĆI I
- NIŽI PRITISAK U PEĆI.

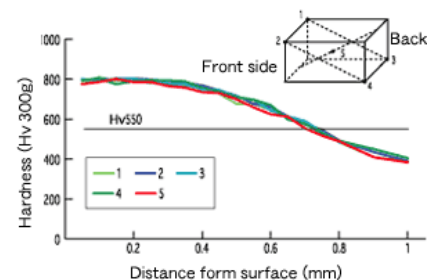
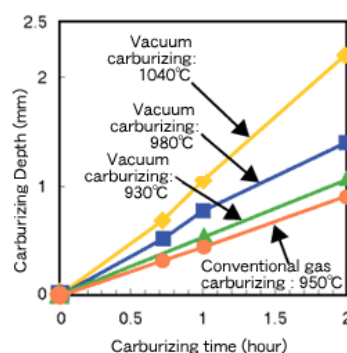
PRIMENA: ZUPČANICI, RUKAVCI VRATILA, ALATI ZA OBLIKOVANJE I SL.

Peć za cementaciju

PACK CARBURIZING PROCESS



C = Carbon on the surface of the part
CO = Carbon monoxide gas that is circulated around the part



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

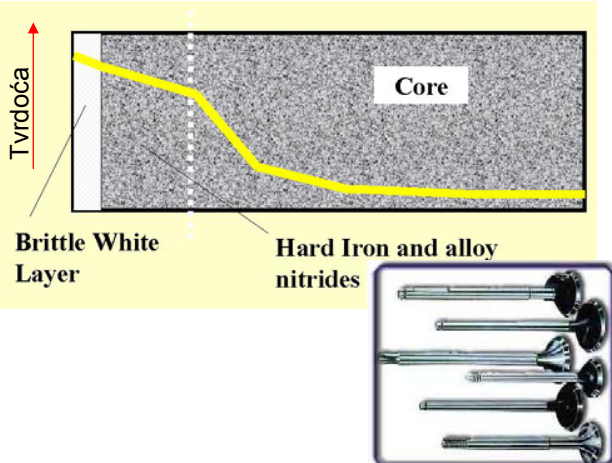
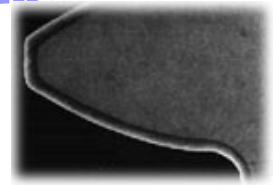
ČELIK

NITRIRANJE

OBAVLJA SE NA TEMPERATURI 480 – 750 °C U ATMOSFERI AMONIJAKA. PRIMENJUJE SE NA UGLJENIČNE (0,3 – 0,5 % C) I LEGIRANE ČELICE (Al, Cr, Mo i dr.). AZOT DIFUNDUJE U POVRŠINSKI SLOJ STVARAJUĆI TVRDE NITRIDE. DOBRA OTPORNOST NA HABANJE NA POVIŠENIM TEMPERATURAMA. POSLE NITRIRANJA NE OBAVLJA SE TERMIČKA OBRADA (PRE NITRIRANJA – KALENJE I OTPUŠTANJE).

PRIMENA: CILINDRI MOTORA I PUMPI, VENTILI I SEDIŠTA VENTILA, KALUPI ZA LIVENJE POD PRITISKOM, ALATI ZA OBLIKOVANJE.

MAŠINSKI MATERIJALI



KARBONITRIRANJE

KOMBINACIJA CEMENTACIJE I NITRIRANJA PRI 850 - 870°C. ZAJEDNO SE IZVODE U GASNOJ ATMOSFERI (ZEMNI GAS I AMONIJAK) ZAMENA ZA NITRIRANJE. POSLE SE KALI I OTPUŠTA.



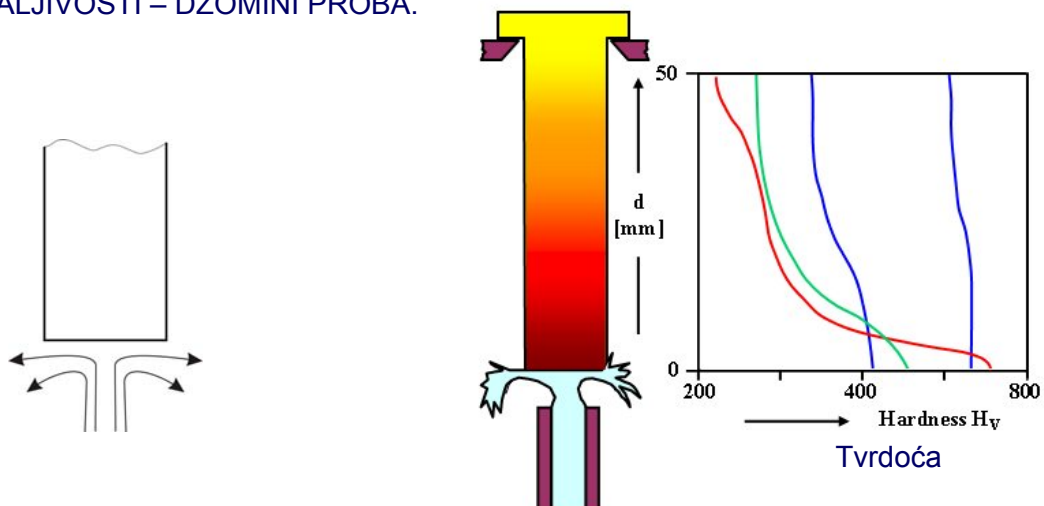
ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

ČELIK

PROKALJIVOST

MATERIJAL SE ČESTO NE MOŽE KALITI DO VELIKE DUBINE. UGLJENIČNI SE KALE DO DUBINE 15 mm. (Ø30) NA VEĆOJ DUBINI NE MOGU SE POSTIĆI EFEKTI POBOLJŠAVANJA. LEGIRANJEM SE OVA GRANICA POVEĆAVA. MERA PROKALJIVOSTI – DŽOMINI PROBA.

MAŠINSKI MATERIJALI



ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

MAŠINSKI MATERIJALI

SIROVO GVOŽĐE

DOBIJA SE U VISOKIM PEĆIMA I DELI SE NA:

1. BELO SIROVO GVOŽĐE – UGLJENIK U FORMI CEMENTITA (Fe_3C)
2. SIVO SIROVO GVOŽĐE – UGLJENIK U FORMI GRAFITA I
3. SPECIJALNA SIROVA GVOŽĐE.

SIROVO GVOŽĐE JE SIROVINA ZA PROIZVODNJU LEGURA ŽELEZA: ČELIKA I LIVENOG GVOŽĐE.

BELO SIROVO GVOŽĐE SLUŽI ZA DOBIJANJE ČELIKA,

SIVO SIROVO GVOŽĐE SLUŽI ZA PROIZVODNJU ODLIVAKA OD SIVOG LIVENOG GVOŽĐA.

SPECIJALNA SIROVA GVOŽĐA: FEROSILICIJUM, FEROMANGAN, i sl. SLUŽE ZA DEZOKSIDACIJU I LEGIRANJE ČELIKA.

LIVENO GVOŽĐE

LIVENO GVOŽĐE JE LEGURA ŽELEZA KOJA SADRŽI VIŠE OD 2,14 % UGLJENIKA.

UGLJENIK SE U GVOŽĐU JAVLJA U FORMI CEMENTITA I GRAFITA.

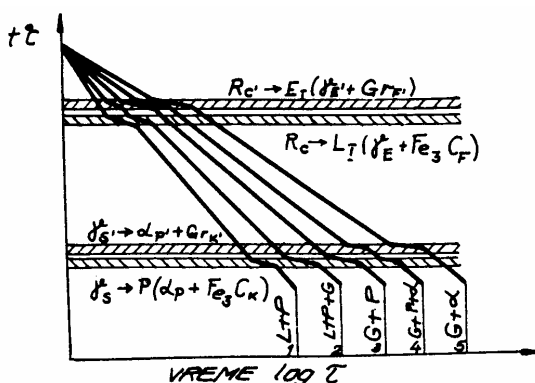
AKO JE C U FORMI CEMENTITA – BELO GVOŽĐE.

AKO JE C U FORMI GRAFITA – SIVO GVOŽĐE.

ŽELEZO I LEGURE ŽELEZA

MAŠINSKI MATERIJALI

ZAVISNOST SRUKTURE GVOŽĐA OD BRZINE HLAĐENJA



UTICAJ LEGIRAJUĆIH ELEMENATA

ELEMENTI KOJI PODSTIČU IZDVAJANJE GRAFITA:

Si, Ni, C, Cu, Al ...

ELEMENTI KOJI PODSTIČU IZDVAJANJE CEMENTITA:

Mn, Cr, W, S ...

Legenda: α – ferit, γ – austenit, P – perlit, G – grafit, R – rastop, L – ledeburit,

TRI OSNOVNE VRSTE GVOŽĐA



DIJAGRAM KRISTALIZACIJE GVOŽĐA (4,2°C)

