



UVOĐENJE PROIZVODNJE NODULARNOG LIJEVA U LJEVAONICE SIVOG LIJEVA

Gordana Gojsević Marić, Elkem AS Podružnica u Sisku

Snježana Zeljko, Plamen d.o.o., Požega

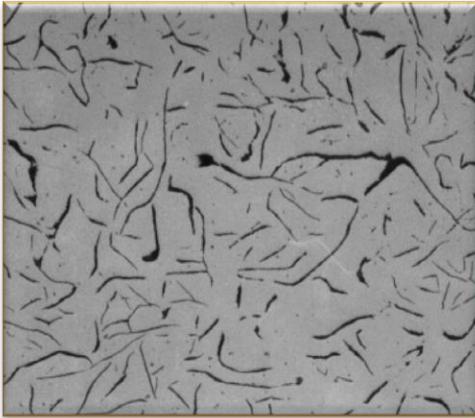
Martina Radoš, Plamen d.o.o., Požega

Pozadina

- Zadnja industrijska kriza koja je zahvatila svijet 2008-2009. godine otkrila je ranjivost mnogih grana gospodarstva pa tako i Metalurgije.
 - Ljevaonice koje su imale osiguranu serijsku proizvodnju preko noći su ostale bez kupaca te su bile prinuđene prilagoditi svoju proizvodnju zahtjevima i potrebama tržišta. Neke od Ljevaonica su u tome uspjele, a neke su trajno izgubile status na tržištu. Poučene zadnjom krizom većina njih proširila je paletu proizvoda kako ne bi ovisila o jednoj grani gospodarstva/kupcu.
 - Kako bi povećale svoju konkurentnost na tržištu neke od Ljevaonica proširenjem palete proizvoda uvele su i nove ljevove a ne samo pozicije.
 - Tako su neke od Ljevaonica sivog lijeva odlučile započeti s proizvodnjom odljevaka od nodularnog lijeva.

Sivi i nodularni lijev

Sivi lijev

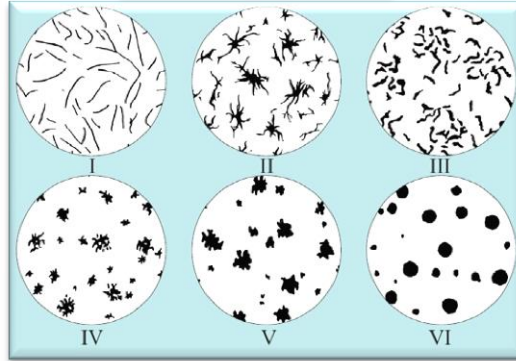


- Grafit u pahuljicama/lamelama
- Nisko istežanje do pucanja
- Visoku toplinsku vodljivost

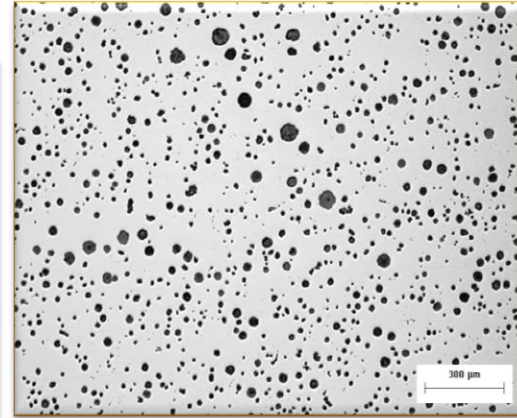
ODLJEVCI:

- Strojni dijelovi,
- auto dijelovi,
- cijevi,
- valjci,
- kalupa za ingote i sl.

Oblik grafita



Nodularni lijev



- Grafit u nodulama
- Visoka čvrstoća
- Istežanje do puknuća 3 - 25%
- Niska toplinska vodljivost

ODLJEVCI:

- Strojni dijelovi,
- auto dijelovi,
- cijevi i dijelovi,
- valjci i sl.

Mehaničke osobine

SIVI LIJEV

Matrica	Vlačna Čvrstoća [MPa]	Modul Elastičnosti [GPa]	Zamor [MPa]	Toplinska vodljivost [W/Km]	Tvrdoća [HB]	Istezanje [%]
Pearlitic	200 - 270	105 - 115	95 - 110	44 - 52	175 - 230	0 - 1
Ferritic	400 - 600	155 - 165	185 - 210	32 - 38	140 - 200	15 - 25
Pearlitic	600 - 700	160 - 170	245 - 290	25 - 32	240 - 300	3 - 10

NODULARNI LIJEV

Napomena: *Feritni vermikularni lijev ima toplinsku vodljivost perlitnog sivog lijeva, ali puno bolju vlačnu čvrstoću.*

Definicija lijevanog željeza

LEGURA: Željezo – Ugljik

Ugljik: 2 - 4%

Silicij: 1 - 4%

- *Većina Sivog lijeva je Hypo-eutektnična*
- *Većina nodularnog lijeva je Hyper-eutektnična*
- *Sastav lijevanog željeza određuje kvalitetu legure/odljevaka.*

Sadržaj C < 2% = Čelik

Sadržaj Si < 1% = Sivo sirovo

PREPORUČENE NOMINALNE ANALIZE ZA SIVI I NODULARNI LIJEV

Sivi lijev

ISO	100	150	200	250	300	350
% C	3.5-3.8	3.4-3.7	3.2-3.5	3.1-3.4	3.0-3.2	2.9-3.1
% Si	2.3-2.8	2.1-2.6	1.8-2.3	1.6-2.1	1.3-1.9	1.1-1.5
% Mn	0.4-0.8	0.5-0.8	0.6-0.8	0.6-0.8	0.7-0.9	0.8-1.0
% P max.	0.20	0.20	0.20	0.15	0.10	0.10
% S	0.06-0.15	0.06-0.15	0.06-0.15	0.06-0.12	0.06-0.12	0.06-0.12
Cekv	4.2-4.6	4.0-4.3	3.8-4.1	3.6-3.9	3.4-3.7	3.2-3.5

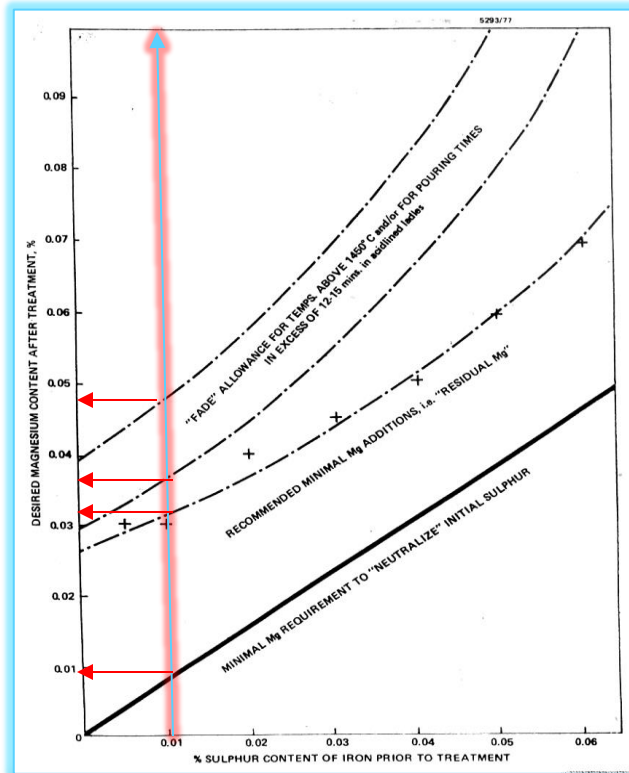
Nodularni lijev

Prosječne veličine presjeka odljevaka (mm)	ISO vrste 800/2, 700/2, 600/3			ISO vrste 500/7			ISO vrste 450/10, 400/15, 400/18			ISO vrste 350/22		
	%C	%Si	%Mn*)	%C	%Si	%Mn*)	%C	%Si	%Mn*)	%C	%Si**)	%Mn*)
13 mm	3.6-3.8	2.6-2.8	0.5	3.6-3.8	2.6-2.8	0.3	3.6-3.8	2.6-2.8	0.2	3.6-3.8	2.0-2.5	0.1
13-25 mm	3.5-3.6	2.2-2.5	0.6	3.5-3.6	2.2-2.5	0.35	3.5-3.6	2.2-2.5	0.25	3.5-3.6	2.0-2.5	0.15
25-50 mm	3.5-3.6	2.1-2.3	0.7	3.5-3.6	2.2-2.4	0.4	3.5-3.6	2.2-2.4	0.3	3.5-3.6	2.0-2.4	0.15
50-100 mm	3.4-3.5	1.9-2.1	0.8	3.4-3.5	2.0-2.2	0.5	3.4-3.5	2.0-2.2	0.35	3.4-3.5	1.8-2.0	0.2
100 mm	3.4-3.5	1.8-2.0	0.8	3.4-3.5	1.8-2.0	0.6	3.4-3.5	1.8-2.0	0.4	3.4-3.5	1.8-2.0	0.25

Nodularni lijev je osjetljiv na S

Dodavanja Mg u odnosu na:

- S u baznoj talini
- Rezidualni Mg
- Jenjavanje zbog $T > 1450^{\circ}\text{C}$
- Vrijeme lijevanja/zadržavanja taline duže od 12-15 minuta



- Preporučeni sadržaj S u baznoj talini za bolju produktivnost i najbolja metalurška svojstva konačne taline mora biti: 0.010 – 0.025% S

PRAVILO: → Residualni Mg = 3S

- Za debelo stijene odljevke je preporuka držati rezidualni Mg ispod 0,050%

IZAZOV

Kako najbezbolnije započeti proizvodnju nodularnog lijeva u ljevaonici sivog lijeva

Nema jednostavnog rješenja ni odgovora na ovo pitanje

Proizvoditi sivi i nodularni lijev u istoj ljevaonici veliki je izazov koji zahtjeva puno planiranja i priprema.

Treba obratiti pažnju na;

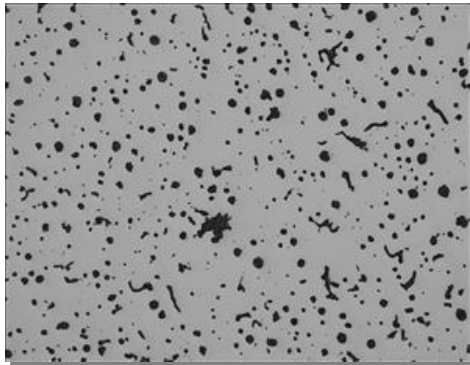
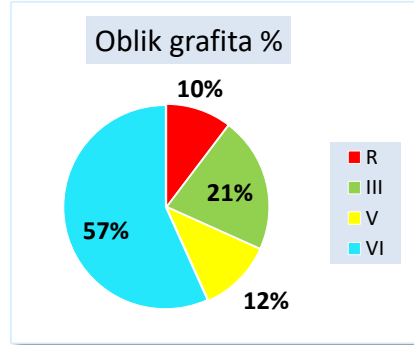
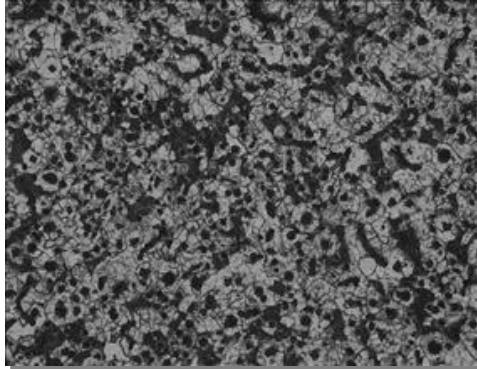
- Uložni materijal: -odvojiti uložni materijal za sivi lijev od nodularnog
 - Sivo sirovo; -za nodularni lijev mora biti niski Mn, S, P
 - Čelični otpad;-za nodularni mora biti nisko legirani, nizak Mn, Ti, Cr...
 - Povratni materijal- pojeftinjuje proizvodnju za nodularni lijev, a povrat od sivog nije poželjan.
- Sredstvo za predkondicioniranje, ako se tali u elektro-pećima te ako je čelični otpad veći od 40%.
- Naugljivač- s niskim sadržajem S
- Legura za obradu s Mg, sastav nodulatora i dodavanje ovisi o;
 - Načinu obrade-Tundish Cover, Sandwich, prelijevanje, In the mould....
 - Načinu lijevanja- lonac ili automat za lijevanje, veće dodavanja zbog stajanja taline i grijanja.
- Cijepljenje- o jačini cjepiva, sastavu i mjestu cijepljenja ovisi i količina dodavanja.

Prednost: radna snaga, ime na tržištu i postrojenje- Ljevaonica u ljevaonici.

Primjer iz ljevaonice

Prva proba: -Uložni materijal SSŽ 78% + Čelik 20% + FeSi 1% +1% naugljčivač + 0,10% Preseed

- imali smo problema s automatom za lijevanje i zastoje na liniji tako da rezultati prve probe nisu zadovoljili. Rezidualni Mg 0,019%.



Primjer iz ljevaonice

Druga proba:

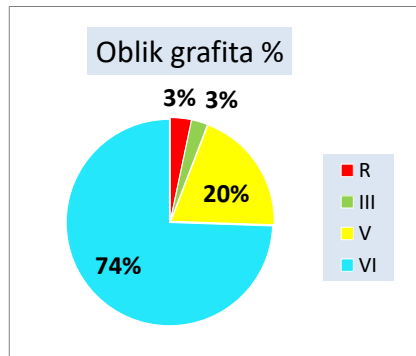
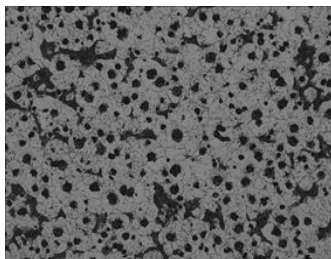
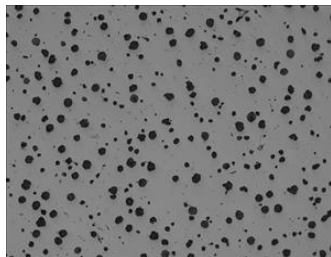
Uložni materijal: SSŽ 30% + Čelik 20% + Povrat 50%+ FeSi 0,38% +naugljjičivač 0,8% + Preseed 0,10%

➤ PRVI LONAC 2

➤ T taline

- 40kg FeSiMg
- Pokrov 20kg Topseed

Vlačna čvrstoća; 514Nm/mm²

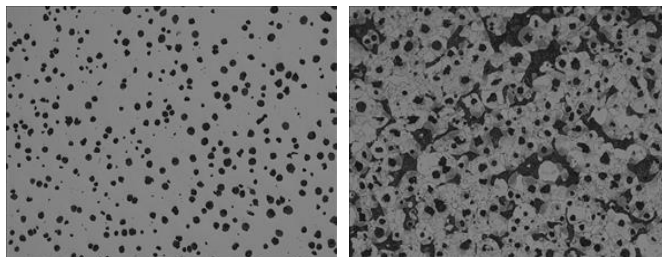


Primjer iz ljevaonice

DRUGI LONAC 1T taline

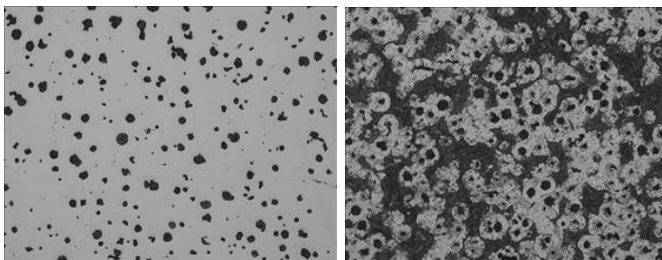
- 17kg FeSiMg
- Pokrov 10kg Topseed

Uzorak s donjeg dijela odljevka

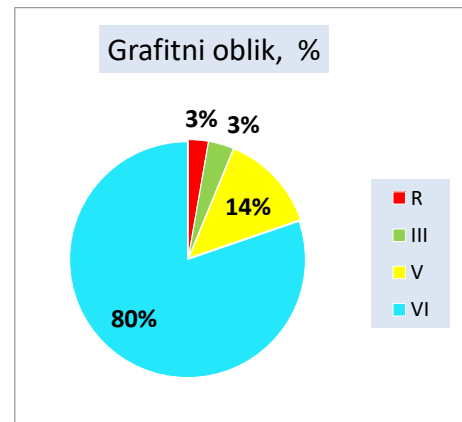


Vlačna čvrstoća; 522Nm/mm²

Uzorak s gornjeg dijela odljevka



Vlačna čvrstoća; 530Nm/mm²



Primjer iz ljevaonice

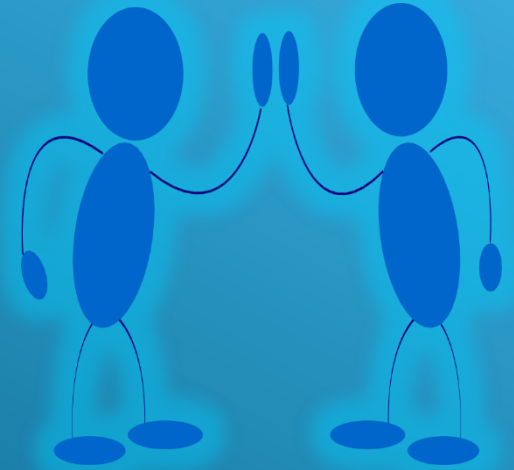
KEMIJSKE ANALIZE TALINE										
	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Cr %	Mg %	Cekv	Sc
BAZNA	3.72	0.94	0.22	0.03	0.006	0.015	0.030	0.004	4.04	0.945
PRVI LONAC	3.62	2.38	0.27	0.04	0.002	0.017	0.033	0.038	4.43	1.048
DRUGI LONAC	3.51	2.33	0.29	0.03	0.001	0.016	0.032	0.035	4.30	1.011

Dodavanje FeSiMg:

- prvi lonac (2T) dodano je 2% + 1% pokrova Topseed obzirom da talina stoji duže od 12-15 min.
- drugi lonac (1T) dodano je 1,7% +1% pokrova Topseed.

Hvala!

ADVANCED MATERIALS
SHAPING THE FUTURE



Thank you!

