

**OPTIMIZACIJA POSTUPAKA PRIPREME ŽELEZONOSNIH
PRAŠINA I MULJEVA IZ PROIZVODNJE GVOŽĐA I ČELIKA
U CILJU VRAĆANJA U PRIMARNE PROCESE**

**OPTIMISATION OF FERRIFEROUS DUST AND MUD
PREPARATION ACTS FROM IRON AND STEEL PRODUCTION
ON PURPOSE OF RETURNING TO PRIMARY PROCESSES**

M. GAVRILOVSKI*, M. TASIĆ*, Ž. KAMBEROVIĆ**,
J. PAVLOVIĆ**, Ž. SEKULIĆ***

**Naučno istraživački centar, Užice, **Tehnološko- metalurški fakultet, Beograd
***Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd*

Primljeno: 10. 11. 2004.

IZVOD

U radu su prikazani rezultati detaljne karakterizacije prašina i muljeva aglomeracionog, visokopećnog i konvertorskog procesa Železare Smederevo. Optimizirana je njihova priprema postupkom peletizacije u promenljivim uslovima (različiti sadržaji vlage, promena vremena peletiziranja i vrste veziva) u cilju vraćanja u primarne procese svih korisnih komponenti koje sadrže. Dobijene pelete su podvrgnute ispitivanjima otpornosti na udar i pritisak. Utvrđena je njihova pogodnost za sinterovanje u poluindustrijskim uslovima. Predloženo je idejno tehnološko rešenje izgradnje postrojenja za pripremu prašina i muljeva u Železari Smederevo, koje bi trebalo da doprinese poboljšanju tehno-ekonomskih parametara aglomeracionog i visokopećnog procesa, uz istovremeno rešavanje ekološkog problema.

Ključne reči: aglomeracija, visoka peć, reciklaža, peletizacija

ABSTRACT

In this paper detailed characterization of ferriferous dust and mud which originated from agglomeration, blast-furnace and converter process in Iron-works Smederevo were shown. Optimization of method peletization was conducted in variably conditions (different moisture content, changing of time of peletization and type of binder). These pellets were submitted to examination of resistance on impact and pressure, and their behavior was confirmed returning in sintering process in semiindustrial conditions. Ideally-technological solution for plant preparation of dust and mud in Iron-works Smederevo was recommended. That solution should contribute to improvement of techno-economic parameters of agglomeration and blast-furnace process, as well as solution of ecological problem.

Key words: agglomeration, blast furnace, recycling, peletization

UVOD

Proizvodnja sintera, gvožđa i čelika u Železari Smederevo praćena je obrazovanjem značajnih količina železonosnih prašina i muljeva. U cilju povećanja stepena iskorišćenja železa, ali i drugih topiteljskih i gorivih komponenti sadržanih u muljevima i prašinama, neophodno je vratiti ih u primarne procese. Međutim, to nije u potpunosti moguće, s obzirom na njihov nepovoljan granulometrijski sastav i visok sadržaj vlage. Zbog toga, u zemljama sa razvijenom crnom metalurgijom, muljevi i prašine se prethodno podvrgavaju postupcima okrupnjavanja (peletizacija, briketiranje) i dehidratacije. Većina postupaka su sastavni deo tehnoloških procesa integralnih železara, dok se neki naknadno izgrađuju, zavisno od karakteristika sirovina, ali i primarnih tehnoloških rešenja.

MESTO OBRAZOVANJA MULJEVA I PRAŠINA U POGONIMA ŽELEZARE SMEDEREVO I NJIHOVA KARAKTERIZACIJA

Ukupne količine materijala iz sistema otprašivanja dimnih gasova pogona Aglomeracije, pri sadašnjem nivou proizvodnje sintera kreće se blizu 100 000 t/godišnje. Deo ovog materijala, nakon nepotpune dehidratacije, u obliku tzv. kek-a, vraća se u proces sinterovanja sa povećanom vlagom, bez kontrolisanog doziranja, što ozbiljno remeti tehnološke parametre procesa (proizvodnost aglotraka i kvalitet sintera).

U procesu proizvodnje gvožđa obrazuje se visokopećni mulj u količini od 10 - 12 kg/t gvožđa, koji se uglavnom deponuje. Izvesna količina dehidratiranog mulja prirodno osušenog na deponiji, vraća se povremeno u proces proizvodnje sintera.

Prečišćavanjem konvertorskih gasova u procesu proizvodnje čelika obrazuje se konvertorski mulj, u količini od 18,8 kg/t čelika. Prema projektnom rešenju, ukupna količina mulja trebala bi da se vraća u proces sinterovanja. Zbog tehnoloških problema realizacije projektnog rešenja, skoro sva količina obrazovanog mulja odlazi kroz kolektor u obližnju reku Ralju, što predstavlja ozbiljan ekološki problem.

Hemijski sastav aglomeracionog mulja, elektrofilterske prašine iz procesa sinterovanja, visokopećnog i aglomeracionog mulja prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. – Hemijski sastav mulja i prašine

Hemijski sastav	Aglomeracioni mulj	Elektrofilterska prašina iz procesa sinterovanja	Visokopećni mulj	Konvertorski mulj
SiO ₂	6.90-9.1	7.68	8.2-11.2	1.12-1.35
Fe ukupno	46.33-50.5	43.55	24.3-41.2	58.63-63.64
FeO	1.81-2.05	3.59	-	-

Nastavak tabele 1

CaO	4.76-9.12	14.66	5.0-7.2	4.8-6.25
Al ₂ O ₃	1.5-3.18	1.20	1.3-3.1	0.22-0.55
C	3.16-5.10	-	0.5-8.0	-
P ₂ O ₅	-	-	0.2-0.4	-
SO ₃	-	-	0.9-1.5	-
Zn	-	-	1.5-8.0	-
Mn	-	-	0.35-0.9	-
MgO	-	3.83	-	-
vлага после dehidracije	20-30	0.5	20-35	30-40
MnO	-	-	-	1.27-2.12

Granulometrijski sastav muljeva i prašina je u tabelama 2-5.

Tabela 2. – Granulometrijski sastav mulja

Veličina zrna, mm	+0,250	-0,250 +0,200	-0,200 +0,160	-0,16 +0,10	-0,10 +0,08	-0,08 +0,063	-0,063 +0,056	-0,056
Učešće, %	3,34	0,90	1,23	6,02	8,99	6,48	4,29	67,75

Tabela 3. – Granulometrijski sastav elektrofilterske prašine

Veličina zrna, mm	+0,5	-0,5 +0,2	-0,200 +0,09	-0,09 +0,063	-0,063
Učešće, %	0,20	8,21	34,68	22,21	34,69

Tabela 4. – Granulometrijski sastav VP mulja

Veličina zrna, mm	0,050	0,50-0,20	0,20-0,12	0,12-0,088	0,088-0,060	-0,060
Učešće, %	-	0,50	1,0	1,5	0,8	96,2

Tabela 5. – Granulometrijski sastav konvertorskog mulja

Veličina zrna, mm	+0,147	-0,147 +0,104	-0,104 +0,074	-0,074 +0,053	-0,053 +0,044	-0,044 +0,033	-0,033
Učešće u %	9,40	13,80	22,80	25,20	6,64	4,80	17,36

ODREĐIVANJE OPTIMALNIH USLOVA PELETIZACIJE MULJEVA I PRAŠINA

U skladu sa svetskim iskustvima iznalaženja optimalnog tehnološkog postupka okrupnjavanja prašina i muljeva iz ekstraktivnih pogona crne metalurgije, utvrđeni su optimalni uslovi okrupnjavanja mešavine elektrofilterske prašine, aglomeracionog, visokopećnog i konvertorskog mulja u odnosu koji odgovara njihovoj stvarnoj godišnjoj produkciji u Železari Smederevo [1].

Zbog negativnog uticaja grafitiziranog koksa sadržanog u visokopećnom mulju [2] ispitivanjima su podvrgnute dve mešavine sa i bez ovog materijala (mešavina "A" i "B"). U tabeli 6. prikazani su materijalni sastavi ispitivanih mešavina.

Tabela 6. - Odnos prašine i muljeva u ispitivanim mešavinama

Naziv prašine ili muljeva	Mešavina "A" (%)	Mešavina "B" (%)
Elektrofilterska prašina sa Aglomeracije	23,08	27,27
Aglomeracioni mulj	38,46	45,46
Visokopećni mulj	15,38	0
Konvertorski mulj	23,08	27,27

U cilju poboljšanja mehaničkih osobina dobijenih peleta, a i sposobnosti peletiziranja korišćena su sledeća vezivna sredstva: kreč, cement, bentonit, vodeno staklo, melasa i kombinacija melase i kreča [2]. Homogenizacija prahova je obavljena u planetarnoj mešalici, dok je peletizacija vršena na poluindustrijskom peletizacionom tanjiru prečnika 1200 mm. Gotove pelete su se sušile na vazduhu, a vreme sušenja zavisno je od korišćenog veziva: sedam časova su se sušile pelete sa krečom kao vezivnim sredstvom, a dvadeset osam dana pelete sa cementom. Sve pelete su se sušile u poluindustrijskoj sušari na temperaturi od 105 °C. Eksperimenti ispitivanja otpornosti peleta na udar su vršeni ispuštanjem lota peleta sa visine od 450 mm na čeličnu ploču dvadeset pet puta i zatim merenjem proseva na situ veličine otvora 2 mm. Eksperimentalna ispitivanja otpornosti peleta na pritisak rađena su na standardnoj laboratorijskoj presi. Ispitivan je lot od 10 peleta, određene klase krupnoće, pojedinačno.

ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA MEHANIČKIH OSOBINA PELETA (MEŠAVINA "A")

Analiza rezultata ispitivanja otpornosti na udar

Odgovarajuću otpornost na udar imaju oni peleti koji posle 20 ispuštanja na čeličnu ploču, ne daju na situ od 2 mm prosev veći od 10 % maseno.

Navedeni uslov su ispunjavali sledeći uzorci peleta:

- Peleti sa krečom (20 i 30 %),
- Peleti sa cementom (10 i 20 %),
- Peleti sa bentonitom (7, 10, 15 i 20 %),
- Peleti sa melasom (5 i 10 %) i
- Peleti sa melasom i krečom (1:1).

Analiza rezultata ispitivanja otpornosti na pritisak

Odgovarajuću otpornost na pritisak imaju uzorci sirovih peleta koji imaju srednju vrednost otpornosti na pritisak preko 40 kg/pelet.

Ovaj uslov ispunjavaju sledeći uzorci:

- Peleti sa melasom (10 %)
- Kombinacijom melase i kreča (1:1).

ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA MEHANIČKIH OSOBINA PELETA (MEŠAVINA "B")

Ispitivanja otpornosti na udar

Smatralo se da odgovarajuću otpornost na udar imaju oni peleti koji posle 20 ispuštanja na čeličnu ploču ne daju na situ od 2 mm proseivni deo veći od 10 % maseno.

Navedeni uslov su ispunjavali sledeći uzorci peleta:

- Sa bentonitom (10 i 20 %),
- Sa vodenim staklom (15 %),
- Sa melasom (5 i 7 %) i
- Sa kombinacijom melase i kreča (1:1).

Ispitivanja otpornosti na pritisak

Na osnovu dosadašnjeg iskustva iz oblasti okrupnjavanja usvojeno je da kriterijum ispunjavaju uzorci peleta koji imaju srednju vrednost otpornosti na pritisak preko 40 kg/pelet.

Ovaj uslov ispunjavaju sledeći uzorci:

- Sa bentonitom (20 %),
- Sa vodenim staklom (15 %),
- Sa melasom (5 i 7 %) i
- Sa kombinacijom melase i kreča (1:1).

Iz grupe uzoraka dobijenih okrupnjavanjem mešavine "A" prašine i muljava uslove kvaliteta ispunjavaju ***peleti sa melasom (5 i 10 %) i kombinacijom melase i kreča (1:1).***

Iz grupe uzoraka dobijenih okrupnjavanjem mešavine "B" prašine i muljeva uslove kvaliteta ispunjavaju ***peleti sa bentonitom (20 %), vodenim staklom (15 %), melasom (5 i 7 %) i kombinacijom melase i kreča (1:1).***

**UTVRĐIVANJE PARAMETARA AGLOMERACIONOG
I VISOKOPEĆNOG PROCESA PRI RADU SA UDELOM
PRIPREMLJENIH PRAŠINA I MULJEVA**

Aglomeracione karakteristike

U tabeli 33. prikazane su značajnije aglomeracione karakteristike prašine i muljeva, kao i njihovih mešavina ("A" i "B"). Ovo se, pre svega, odnosi na utvrđivanje optimalne potrošnje rudne mešavine, topitelja i koksa za unapred zadati kvalitet sintera (oksidisanost sintera preko zadatog sadržaja FeO, kao i bazicitet). Ove osobine utvrđene su korišćenjem matematičkog modela "Makpred", koji je zasnovan na metodologiji koju je razradio "Vegman"[3].

Tabela 7 - Aglomeracione karakteristike prašine i muljeva, kao i peleta na bazi mešavina "A" i "B"

Parametar	Aglomerac. mulj	Elektrfilit. prašina agl.	VP mulj	Konvertor. mulj	Pelete meš. "A"	Pelete meš. "B"
UČEŠĆE KOMPONENATA SINTER MEŠAVINA t/t SINTERA						
Rudna mešav.	87,18	112,58	114,770	98,05	38,64	96,18
Krečnjak	26,80	5,93	19,703	5,49	14,21	13,37
Koks	6,65	3,99	5,740	5,33	5,67	5,66
HEMIJSKI SASTAV SINTERA						
Fe	45,42	45,49	47,97	58,91	50,05	50,36
SiO ₂	8,41	9,12	10,28	3,94	4,78	7,40
Al ₂ O ₃	4,82	1,33	1,06	2,23	2,98	3,28
CaO	21,13	13,48	17,52	9,42	16,35	16,18
MgO	1,36	4,28	1,76	1,07	1,94	1,97
TOPLOTNI BILANS						
Prihodi toplote	209.367,00	138.188,00	191.056,00	173.563,00	184.017,00	182.950,00
topl.sag.goriva	168.772,33	101.127,36	145.508,01	135.316,99	143.785,30	143.527,88
topl.potp.mešavine	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
topl.mešavine	10.544,27	3.844,42	11.913,99	9.721,53	10.395,60	10.164,40
topl.sagor.sulfida	310,11	185,81	4.785,01	248,63	1.121,17	563,05
topl.obra.minerala	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00
topl. oksidacije	0	0	0	0	0	0
toplota vazduha	5.275,66	4.030,39	5.848,00	5.275,66	5.714,87	5.694,69
Rashodi	209.367,00	138.188,00	191.056,00	173.563,00	184.017,00	182.950,00
topl.izl.gasova	25.700,78	15.514,51	22.655,84	20.408,03	21.947,76	21.840,67
topl.gotov.sintera	84.500,00	84.500,00	84.500,00	84.500,00	84.500,00	84.500,00
topl.isp.vlage	20.327,40	20.327,40	20.327,40	20.327,40	20.327,40	20.327,40
topl.dis.karbonata	45.939,08	-10.169,92	33.762,92	9.413,94	24.347,59	22.918,01
topl.dis.oksida	12.899,54	8.015,99	9.809,54	14.810,91	11.941,70	12.266,59
topl.gubici	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00
topl.dis.hidrata	0	0	0	4.102,53	959,49	1.097,36
Gubitak mase %	2,968	8,15	22,80	1,00	6,852	3,954

UTVRĐIVANJE UTICAJA PELETA DODATOJ SINTER MEŠAVINI NA PARAMETRE SINTEROVANJA

Izrađivani su sinteri u poluindustrijskoj laboratoriji u tavi za sinterovanje usisne površine 0,049 m² [4]. Urađena je serija repnog sintera "R" bez dodataka prašine i muljeva, zatim serija sa dodatkom sinter mešavini 5 % nepripremljenih prašina i muljeva. Takođe su urađeni sinteri sa 5% dodatih peleta mešavine "A" i "B". Sastav reperne rudne mešavine bio je sledeći:

- Koncentrat YU-GOK 30 %
- Agloruda AUSTRALIJA 30 %
- Agloruda KRIVBAS 40 %

U tabeli 8 prikazan je hemijski sastav svih komponenti sinter mešavine sa kojima su izrađivani sinteri.

Tabela 8 – Hemijska analiza komponenata

br	Sirovina	HEMIJSKI SASTAV, %													
		Fe	Mn	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	S	Cfix	I,M	Pe	g.ž.	vg	FeO	B
1.	Koncentrat Yu-Gok	64,50	0,04	0,58	0,48	7,52	0,53	0,02				2,0	6,95		
2.	Agloruda Australija	61,79	0,05	0,29	3,89	5,94	0,44	0,04				2,52	5,44		
3.	Agloruda Kriv Bas	57,88	0,02	0,24	0,56	9,80	0,77	0,010				1,77	2,38		
4.	Elektrofilt. Prašina	43,55		3,83	1,20	7,68	14,66	0,39				7,88	0,1	3,59	
5.	Pelet pb-1	47,88		1,90	2,34	9,19	6,80	0,27						8,52	0,74
6.	Pelet pbm-1	47,77		1,42	1,21	6,06	8,25	0,24						12,21	1,36
7.	Sitan krečnjak			0,82		0,39	53,52	0,050				43,3 2	2,2		
8.	Indust. Kreč														
9.	Dolomit			19,81		0,90	28,79					45,2 6	1,8		
10.	Koks- 3 mm							1,35	82,12	3,0	14,88		2,0		

Osnovni uslovi izrade sintera prikazani su u tabeli 9.

Tabela 9 – Uslovi sinterovanja izrade sintera

OZNAKA SINTERA	Lj - 2	M - 1	M - 2	M - 3
Težina mešavine u tavi, kg	28,510	27,750	25,365	27,754
Nasipna težina, kg/m ³	1690	1570	1590	1565
Količina dodatnog povratka, kg	5,550	5,277	5,478	5,468
Dodata voda u mešavini, kg	1,500	1,500	1,500	1,500
Vreme mešanja, min/suvo/vlažno	³ / ₃	³ / ₃	³ / ₃	³ / ₃
Gorivo za potpaljivanje, g/koks/ćumur	¹⁵⁰ / ₁₅₀	¹⁵⁰ / ₁₅₀	¹⁵⁰ / ₁₅₀	¹⁵⁰ / ₁₅₀
Vreme trajanja proc. Sinterovanja, (min)	11,5	12,75	11,5	11,5
Podpritisak, minVS/max/min	¹¹²⁰ / ₄₂₀	¹²³⁰ / ₅₂₀	¹¹⁵⁰ / ₄₀₀	⁹¹⁰ / ₃₀₀
Temperature otpadnih gasova, max/min	²⁹⁰ / ₂₀	³⁰⁰ / ₁₀	²⁹⁰ / ₂₀	³⁶⁰ / ₂₀

Nakon izrade sintera ispitane su njihove mehaničke osobine metodom bacanja i izračunata je proizvodnost postrojenja koje se ostvaruje pri sinterovanju. Rezultati su prikazani u tabelama 10. i 11.

Tabela 10 – Granulometrijski sastav sintera nakon “bacanja”

SINTER	+35 mm, %	-35+25mm %	-25+15mm %	15+10mm, %	-10+5 mm, %	-5 +3 mm, %	-3 mm, %	Σ -10+0 mm, %
Rj - 2	15,13	4,14	16,20	16,74	30,82	5,56	11,36	47,79
M - 1	13,68	6,35	16,47	15,05	27,68	5,03	15,74	48,45
M - 2	12,44	6,16	17,88	19,86	27,98	5,14	10,54	43,66
M - 3	12,70	7,36	21,22	17,96	26,23	4,99	9,53	40,76

Tabela 11 – Parametri sinterovanja

OZNAKA SINTERA	Rj - 2	M - 1	M - 2	M - 3
Vertikalna brzina sinterov, mm/min	26,09	23,53	26,09	26,09
Učešće zrna -5mm posle bacanja, %	16,32	20,77	15,68	14,52
Proizvodnost (t/m ² h)	1,151	1,026	1,274	1,332

Iz tabele se vidi da se dodavanjem nepelletizirane prašine smanjuje vertikalna brzina sinterovanja, odnosno gasopropustljivost mešavine, kao posledica nepovoljnog granulometrijskog sastava prašine. Dodavanjem pelletizirane prašine dolazi do poboljšanja ovih parametara, koji se praktično poistovećuju sa repnom rudnom mešavinom.

Udeo frakcija –5 mm posle bacanja, kod dodatka 5 % nepeletiziranih peleta, povećava se za 27 %, kod dodatka 5 % peletizirane prašine smanjuje se za 3,9 %, a kod dodavanja peleta na bazi prašina i svih muljeva (mešavina "A"), udeo frakcija –5 mm smanjuje se u odnosu na repenu mešavinu za 11,03 %. Ovakav izvadak odražava se na proizvodnost postrojenja za sinterovanje. Kod dodatka 5 % nepeletiziranih peleta proizvodnost se smanjuje za 10,86 %, kod dodatka 5 % peletizirane prašine povećava se za 10,68 %, a kod dodavanja peleta na bazi prašina i svih muljeva (mešavina "A"), proizvodnost se povećava za 15,72 %.

ANALIZA VISOKOPEĆNOG PROCESA PRI RADU SA SINTEROM SA I BEZ PELETA PRAŠINA I MULJEVA

Osnovni cilj ove analize bio je da se utvrdi uticaj zamene dela rudne mešavine peletama, dobijenim na bazi prašina i muljeva iz mešavine "A" i "B", na parametare aglomeracionog i visokopećnog procesa.

Iz tabele 12 (osencena polja) uočava se da je moguća supstitucija 47,3 kg aglorude "JAR" sa 67,9 kg peleta na bazi mešavine "A" po toni sintera, odnosno 41,4 kg aglorude "JAR" sa 57,5 kg peleta na bazi mešavine "B", što odgovara godišnjoj produkciji elektrofilterske prašine i aglomeracionom, visokopećnom i konvertorskom mulju od 67.000 t (mešavina "A"), pri proizvodnji od 1.000.000 t sintera, gvožđa i čelika godišnje, odnosno produkciji 57.500 t prašine i muljeva bez visokopećnog mulja (mešavina "B"), koja može da zameni 47.300 t aglorude "JAR".

Tabela 12 - Sastav sinter mešavine

SASTAV SINTER MEŠAVINE				
Red. br.	SIROVINA (kg/t sintera)	Bez peleta (kg/t sintera)	Sa peletama, Mešavina A (kg/t sintera)	Sa peletama, Mešavina B (kg/t sintera)
1	JAR	52,6	5,3	11,2
2	PELETE		67,9	57,5
3	KRIV BAS	384,3	381,5	381,8
4	AGLORUDA ZAPOROŽJE	384,3	381,1	381,8
5	SITAN KREČ	250,0	249,8	250,0
6	DOLOMIT	89,9	87,1	87,4
7	Mn RUDA	52,1	51,3	51,7
8	SITAN KOKS	70,6	70,6	70,5

Tabela 13 - Hemijski sastav sintera

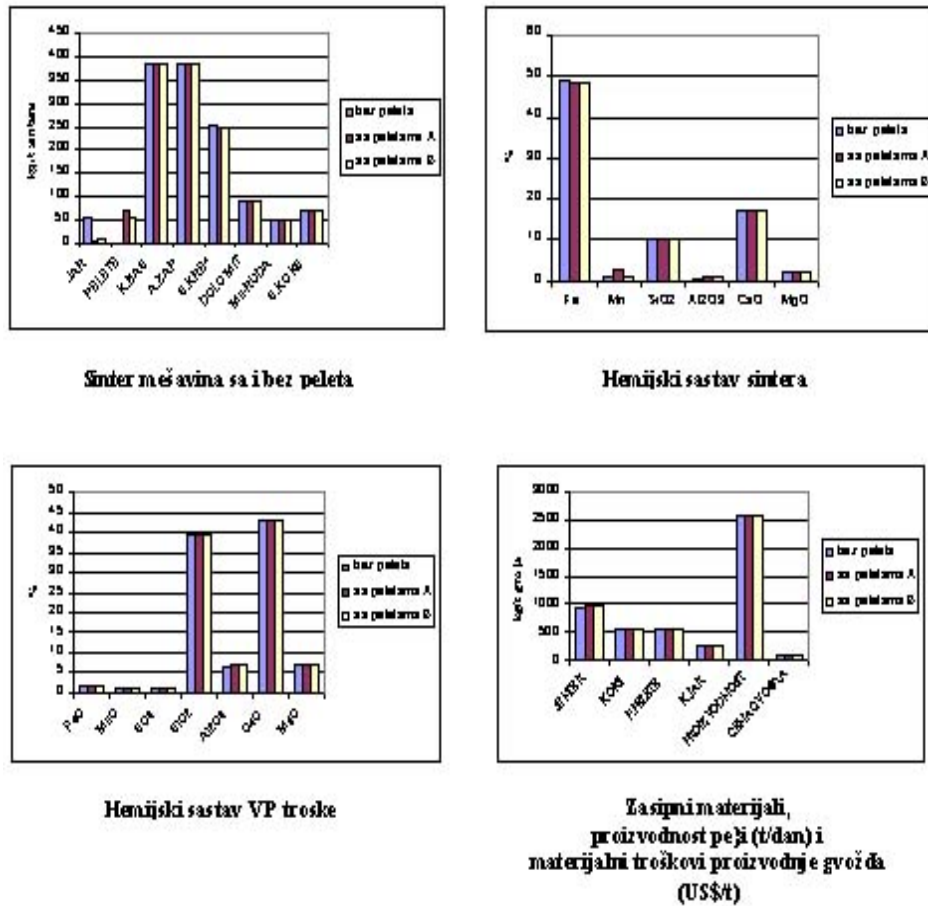
HEMIJSKI SASTAV SINTERA, %				
Red. br.	KOMPONENTA	Bez peleta	Sa peletama, Mešavina A	Sa peletama, Mešavina B
1	Fe	48,56	48,20	48,24
2	Mn	0,95	0,94	0,94
3	SiO ₂	9,99	10,20	10,16
4	Al ₂ O ₃	0,80	0,87	0,89
5	CaO	17,17	17,21	17,17
6	MgO	2,47	2,47	2,47

Tabela 14 - Parametri visokopećnog procesa

PARAMETRI VISOKE PEĆI				
R.b.	KOMPONENTE ZASIPA (kg/t gvožđa)	Bez peleta (kg/t gvožđa)	Sa peletama, Meš. A (kg/t gvožđa)	Sa peletama, Meš. B (kg/t gvožđa)
1	SINTER	969,5	976,5	975,7
2	KOKS	568,2	569,7	569,5
3	PELETE POLTAVSKE	541,2	541,2	541,2
4	KRUPNA RUDA JAR	272,2	272,2	272,2
HEMIJSKI SASTAV TROSKE, %				
R.b.	KOMPONENTE	Bez peleta	Sa peletama, Meš. A	Sa peletama, Meš. B
1	FeO	1,61	1,60	1,58
2	S	0,99	0,98	0,98
3	SiO ₂	39,39	39,38	39,35
4	Al ₂ O ₃	6,82	6,893	6,96
5	CaO	43,33	43,32	43,28
6	MgO	7,00	7,00	7,00
7	CaO/SiO ₂	1,10	1,10	1,10
8	PROIZVOD. (t/dan)	2,586,2	2,577,5	2,578,7
9	TROŠKOVI (US\$/t gv)	122,47	120,96	121,14

Iz priloženih tabelarnih i grafičkih prikaza jasno se vidi da zamenom jednog dela rudne mešavine peletiziranim prašinama i muljevima, ne narušava ni jedan tehnološki parametar aglomeracionog i visokopećnog procesa.

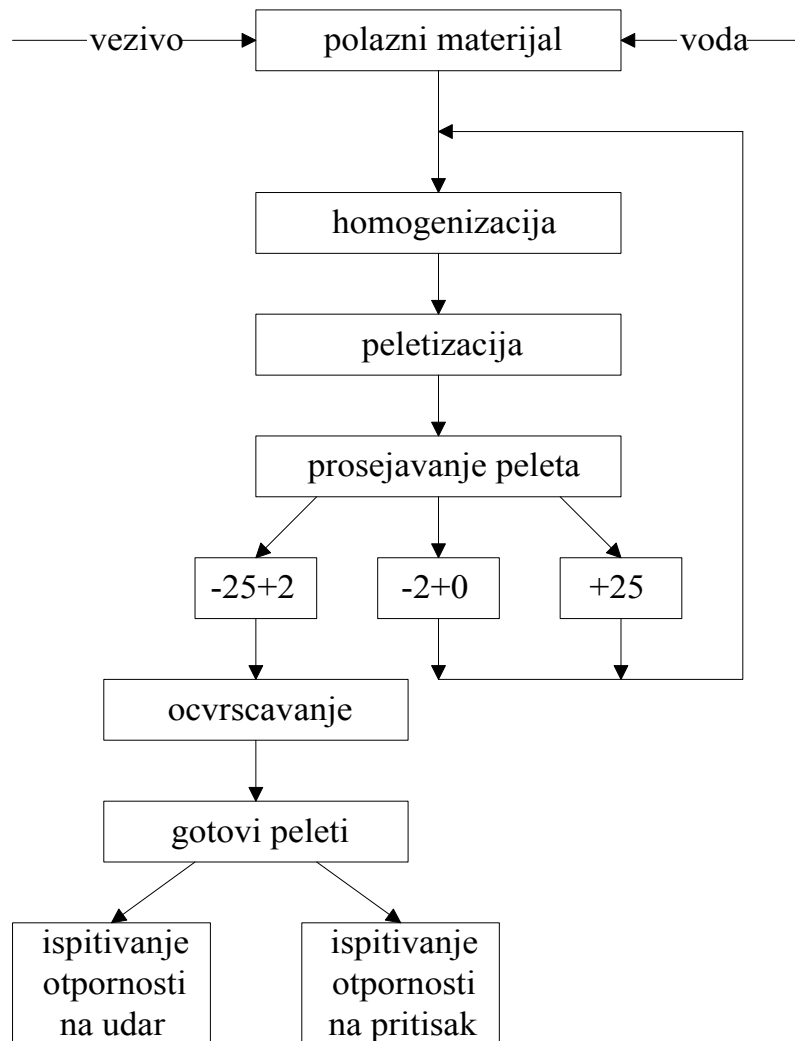
Naprotiv, na osnovu eksperimenata u poluindustrijskoj tavi, dokazano je da peletizirane prašine doprinose poboljšanju mehaničkih osobina sintera, kao i povećanju specifične proizvodnosti postrojenja.



Slika 1 – Grafički prikazi aglomeracionog i visokopećnog procesa pri radu sa i bez peleta dobijenih na bazi mešavina prahova i muljeva

PREDLOG IDEJNOG REŠENJA PELETIZACIJE PRAŠINE I MULJEVA

Na osnovu teorijskih i eksperimentalnih podataka predlaže se sledeće idejno tehnološko rešenje za okupnjavanje prašina i muljeva u Železari Smederevo. Ocedeni muljevi i elektrofilterska prašina se preko prijemnog bunkera i vibrododavača doziraju na peletizator, gde se uz dodatak veziva formiraju pelete. Pelete se dalje transportuju kroz komoru za sušenje na skladištenje. Za zagrevanje peleta sa ciljem poboljšanja njihovih mehaničkih karakteristika, koristila bi se sekundarna toplota iz pogona Aglomeracije. Šema tehnološkog postupka peletizacije prikazana je na slici 2.



Slika 2 - Šema tehnološkog postupka peletizacije

Peletizator je tanjirastog oblika sa elektromotornim pogonom i reduktorim sa varijantom za promenu broja obrtaja. Karakteristike peletizatora su sledeće:

- Prečnik tanjira $d = 3.500$ mm.
- Optimalna visina oboda $H = 500$ mm, sa mogućnošću promene visine oboda do 650 mm.
- Optimalni nagib u odnosu na horizontalu $\alpha = 55^\circ$ sa mogućnošću promene ugla od $40-60^\circ$.
- Brzina obrtanja od 10 - 18 obr./min.
- Kapacitet peletizatora 250 t/dan.

Potrebno je predvideti sistem za dodavanje sekundarne vlage i veziva.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu laboratorijskih i poluindustrijskih ispitivanja mogućnosti dobijanja peleta iz elektrofilterske prašine Aglomeracije, kao i peleta iz mešavine elektrofilterske prašine, aglomeracionog, visokopećnog i konvertorskog mulja, koji bi se ponovo vraćali u proces Aglomeracije i njihovog uticaja na taj proces, mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Elektrofilterska prašina spada u sirovinu koja je pogodna za peletizaciju, uz dodavanje sekundarne vlage 20 % i veziva (kreč) u količini od 3 %. Vezivo je neophodno dodavati zbog nešto nepovoljnijeg granulometrijskog sastava prašine (učešće klase krupnoće ispod 0,074 mm je 56,9 %: - preduslov dobre peletizacije je minimalno 90 % učešće klase krupnoće -0,074 mm).
2. Proces peletiziranja mešavina prašine, aglomeracionog i visokopećnog mulja odvija se bez teškoća. Kao najbolje vezivo pokazala se melasa. Prisustvo grafitiziranog koksa u visokopećnom mulju donekle umanjuje efekat okrupnjavanja, ali se on eliminiše dodavanjem veziva u kombinaciji melase i kreča. Dobijeni peleti su ujednačenog sastava.
3. Pelete imaju zadovoljavajuće mehaničke karakteristike, koje omogućavaju njihov dalji tretman u procesu sinterovanja.
4. Na osnovu izvršenih istraživanja, dato je najekonomičnije idejno rešenje postrojenja peletizacije elektrofilterske prašine sa osnovnim karakteristikama peletizatora. Specifičnost ovog rešenja ogleda se u korišćenju sekundarne toplote iz pogona Aglomeracije za zagrevanje sirovih peleta.
5. Korišćenje peleta u granicama realnih količina njihove produkcije (5 % rudnog dela mešavine za sinterovanje), pozitivno se odražava na važnije parametre procesa sinterovanja i to:
 - Proizvodnost postrojenja je veća za 10,54 %.
 - Učešće frakcije –5 mm u gotovom sinteru opada za 1 %.
6. Dodavanjem peletizovane elektrofilterske prašine i muljeva u sinter mešavinu poboljšavaju se ekonomski parametre aglomeracionog, odnosno visokopećnog procesa. Peletizirana prašina i muljevi u količini od 67.900 t mogu da supstituišu 53.000 t rude visokog kvaliteta, kao što je agloruda "JAR". Na ovaj način moguća je ušteda značajnih deviznih sredstava za uvoz rude, čime se opravdava izgradnja postrojenja za pripremu prašina i muljeva u Železari Smederevo.

LITERATURA

- [1] M. Gavrilovski, P. Lalić, M. Jovanović, Studija "Metalurško-ekonomsko vrednovanje sekundarnih sirovina železare Smederevo", Institut za metalurgiju, Sartid ad, Smederevo (2002.).
- [2] M. Gavrilovski, R. Milojković, P. Kukoleča, *Važniji aspekti strategije tehnološkog razvoja proizvodnje gvožđa, čelika, limova i traka*, VI Jugoslovenski simpozijum o metalurgiji sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, Vrnjačka Banja, str. 117-120, 1998.god.
- [3] M. Gavrilovski, D. Dakić, M. Grubor. P. Kukoleča, *Mogućnost iskorišćenja visokopećnog mulja kao goriva*, Industrijska energetika 98, Herceg Novi, 1998. s 232-235
- [4] M. Gavrilovski, P. Drakulić J. Pavlović, Modelling of metallurgical properties of sinter of iron ores, 16th International Congress of Chemical and Process Engineering, Praha, Czech Republic, August 22-26, 2004.