

Optimizacija predelave svinčevih poletin

UDK: 669.431.6
ASM/SLA: Pb, B 16 b

Peter SOUVENT, Bogdan ZALAR

Laboratorijski in industrijski poskusi peletiziranja mešanic svinčevih poletin in piritnih ogorkov ter poskusi ponašanja teh peletov pri mehanskih in toplotnih obremenitvah so dali pozitivne rezultate. Članek podaja eksperimentalno tehnološke podatke ter predvidene ustrezne ekonomske proizvodne učinke. Opisuje tudi industrijske naprave, ki se bodo predvidoma izgradile v topilniških obratih rudnika Mežica.

I. UVOD

V obratih topilnice rudnika svinca in cinka v Mežici razpolagajo z relativno velikimi količinami medproduktov, ki se morajo zaradi precejšnjih vsebnosti še vrednih kovin vračati v ustrezne proizvodne procese. Kot se sedaj delno zbira že v starih, se bo tudi še z novimi filtrskimi napravami letno zbiralo približno 5400 ton svinčevih poletin. Zaradi visoke vsebnosti svinca se te vračajo v pražarno v predelavo na pražilnem traku. Izredno fina zrnatost poletin omejuje kapacitativne zmogljivosti proizvodnje sintrnega praženca. Zato je bil cilj opisanih raziskav najti najoptimalnejše tehnološke možnosti predelave in uporabe omenjenih razpoložljivih poletin in tudi drugih fino zrnatih materialov.

II. KVALITATIVNE LASTNOSTI SVINČEVIH POLETIN

Zbirna mesta poletin obrata pražarne ostanejo tudi z izgraditvijo novega filtrskega sistema ista: iz vsipnih mešalnih, drobilnih in sejalnih mest se zbira poletina v 6-poljnem filtru (FA 6), oziroma 7-poljnem filtru (FA 7), iz pražilnih plinov pa se zbira v ciklonu (CA) in filtrskem sistemu tipa Lurgi (Fa). Poletine iz dimnih plinov visoke peči in bobnastih peči ter prostorskega odpraševanja bobnastih peči in rafinacijskih agregatov pa se bodo po novem sistemu vključevale v novi filter. Za določitev lastnosti teh novih poletin (NF) smo improvizirali vzorec iz ustreznih delov poletin, ki se usedajo v sedanjem topilniškem dimovodu in obstoječem 9-poljnem filtru (9 PF), kar precej

ustreza realni sestavi bodočih novih poletin. Pregled nekaterih kvalitativnih lastnosti omenjenih poletin je podan v tabeli 1.

Tabela 1: Pregled nekaterih kvalitativnih lastnosti svinčevih poletin

	CA	FA	FA6	FA7	NF
Ut.del od letne količine (%)	8,0	24,0	2,0	1,0	65,0
Zrnatost (%)					
— nad 1,0 mm	5,2	—	—	—	2,1
— 0,075 do 1,0 mm	36,8	32,8	13,8	21,6	58,7
— pod 0,075 mm	58,0	67,2	86,2	78,4	39,1
Spec. teža (g/cm ³)	6,02	5,97	6,02	6,22	4,39
Spec. površina (cm ² /g)	460	13.000 do 20.000	ca. 5.200	ca. 2.600	5.000 do 10.000
Kemijske analize					
— Pb (%)	69,95	62,80	64,65	69,85	42,2
— Zn (%)	3,95	2,20	3,25	3,04	8,35
— Cu (%)	—	—	0,35	0,58	—
— Sb (%)	2,44	5,90	1,04	1,15	3,12
— As (%)	0,14	0,29	0,19	0,18	0,12
— Cd (%)	0,12	0,42	0,05	0,05	0,16
— S sulf.	20,54	15,60	23,60	19,30	23,10

Razen količine prisotnega svinca v poletinah imajo količine ostalih še prisotnih kovin manjši pomen. Ustrezni industrijski agregati za koncentracijo in ločitev tako svinca kot cinka ali drugih prisotnih kovin so za razpoložljive letne količine poletin neekonomični. Zato je racionalneje poletine vračati v proces sintrnega praženja, vendar ne v tako fino zrnati obliki, temveč v obliki manjših peletov.

III. MOŽNOST VKLJUČITVE PIRITNIH OGORKOV V PREDELAVO SVINČEVIH POLETIN

Tehnologija proizvodnje svinca v visoki peči zahteva v splošnem nizkotaljivo žlindro z relativno nizko specifično težo. Sestavo žlindre je potrebno spreminjati tudi z ozirom na sestavo vložnih svinčevih materialov. Ustrezno kvaliteto žlindre

Mag. Bogdan ZALAR, dipl. inž. metalurgije, samostojni raziskovalec na Metalurškem inštitutu v Ljubljani
Peter SOUVENT, dipl. inž. metalurgije, vodja oddelka za razvoj metalurgije pri OZD Rudniki svinca in topilnice Mežica.

Tabela 2: Pregled nekaterih kvalitativnih lastnosti razpoložljivih piritnih ogorkov (Celje)

Fizikalne lastnosti	Kemijske analize %		
Zrnatost (%)	Fe	61,0	Cd 0,002
— nad 1,0 mm	S _{tot}	1,0	Sb 0,05
— 0,075 do 1,0 mm	Cu	0,4	Ca 0,5
— pod 0,075 mm	Zn	0,7	Mg 0,2
Spec. teža (g/cm ³)	As	0,2	Al 0,4
Spec. površina (cm ² /g)	Pb	0,1	SiO ₂ 5,1

dosežemo z dodatki talil, med katerimi se v Mežici sedaj uporablja tudi blagajska žindra s ca. 23 % SiO₂, ca. 52 % Fe in ca. 3,5 % Mn. Namesto te bi kot talilo s Fe-substanco lahko uporabljali cenejše piritne ogorke pod pogojem, da bi bili v obliki granuliranih delcev, t. j. v obliki peletov. Pregled kvalitativnih lastnosti razpoložljivih piritnih ogorkov je podan v tabeli 2. Najracionalnejša bi bila varianta ustreznega dodatka piritnih ogorkov k svinčevim poletinam. Izdelane pelete iz takšne mešanice bi dodajali vsipu za sintro praženje, s čimer bi lahko vsaj delno dobili tudi t. i. samohodni praženec za vsip v visoko peč.

V okviru laboratorijskih in industrijskih raziskav smo zato delali poskuse optimalne predelave svinčevih poletin tudi z dodajanjem piritnih ogorkov.

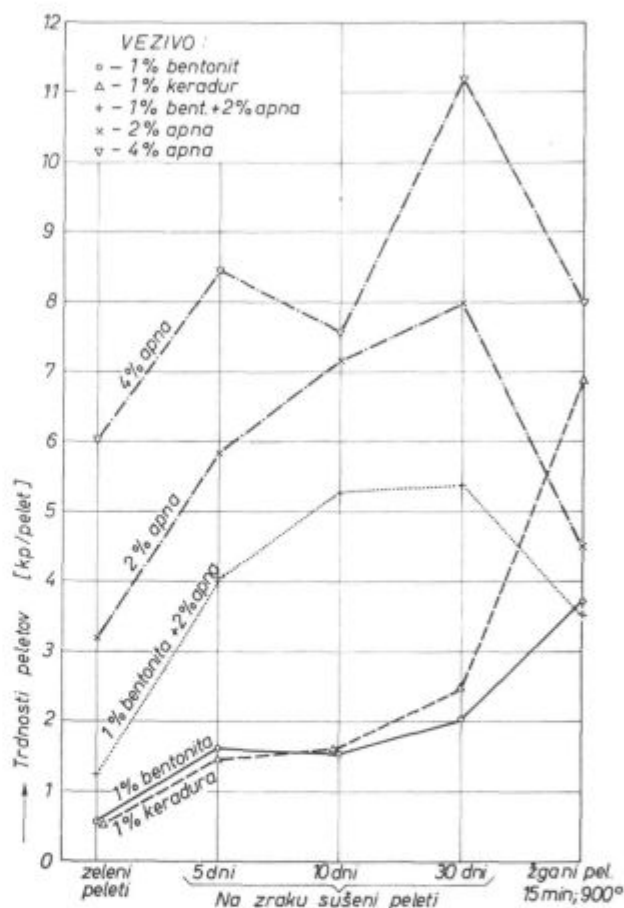
IV. REZULTATI LABORATORIJSKIH POSKUSOV PREDELAVE

Osnovne lastnosti, ki jih tehnologija predelave od izdelanih peletov iz svinčevih poletin zahteva, sta vzdržljivost proti mehanskim obremenitvam transporta do mešalca in obremenitvam pri mešanju z ostalim vsipom ter vzdržljivost proti temperaturnim udarcem pri vsipanju na vroči sloj posteljice pražilnega traku.

Granulacijske poskuse smo delali na laboratorijskem peletizacijskem krožniku (premer = 600 mm), utrjevanje na zraku na prostem pokritem prostoru, poskuse temperaturnega utrjevanja in poskuse odpornosti peletov pri izotermnih temperaturnih obremenitvah v uporovni retortni pečici. Poskusna mešanica svinčevih poletin je bila sestavljena iz 69 % poletine FA, 21 % ciklonske poletine CA, 7 % poletine FA7 in 3 % poletine FA6. Improvizirano sestavljeno novo poletino NF nismo upoštevali; je pa po kvalitativnih lastnostih zelo blizu kvaliteti izbrane poskusne mešanice.

1. Izbira veziva za peletizacijo

Za poskusna veziva smo izbrali bentonit, keradur, bentonit z apnom in samo apno. Poskuse za izbiro veziva smo delali le z mešanico svinčevih poletin, ker je za piritne ogorke že znano najoptimalnejše vezivo bentonit. Rezultati trdnostnih lastnosti, ki so osnovno merilo za ustrezno kvaliteto veziva, so vidni iz slike 1.



Slika 1

Vpliv različnih veziv na trdnostne lastnosti peletov iz mešanice svinčevih poletin (69 % FA + 21 % CA + 7 % FA7 + 3 % FA6)

Fig. 1

Influence of various binding agents on mechanical properties of pellets made of mixture of lead flue dusts (69 % FA + 21 % CA + 7 % FA7 + 3 % FA6).

Samo apno daje kot vezilno sredstvo zadovoljive trdnostne lastnosti tako zelenim kot na zraku sušenim peletom, vezivi bentonit in keradur pa pri takšnih peletih nista zadovoljivi. Obratno je pri toplotnem utrjevanju zelenih peletov, pri katerem apno znižuje trdnosti, relativno precej pa se zviša pri povišanih temperaturah trdnost peletov, izdelanih z bentonitom ali keradurjem.

Ker so za industrijsko predelavo bistveno važne trdnostne lastnosti zelenih in na zraku

sušenih peletov, domnevamo, da od preiskovanih veziv za peletizacijo svinčevih poletin najbolj ustreza apno.

2. Trdnostne lastnosti raznih vrst peletov

Za te preiskave smo izdelali pelete z vezivoma bentonit in apno, ki najbolj ustrezata posameznim komponentam mešanice.

Preiskovane mešanice poletin in piritnih ogorkov so bile naslednje:

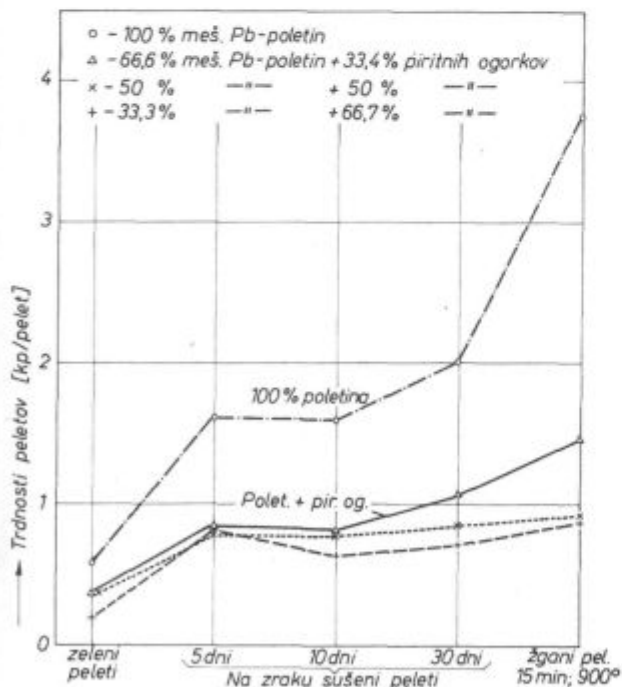
- a) 100 % mešanice svinčevih poletin
- b) 66,6 % mešanice svinčevih poletin + 33,4 % piritnih ogorkov
- c) 50,0 % mešanice svinčevih poletin + 50,0 % piritnih ogorkov
- d) 33,3 % mešanice svinčevih poletin + 66,7 % piritnih ogorkov

Dobljene trdnostne lastnosti peletov, izdelanih iz omenjenih mešanic, podajamo na slikah 2 in 3.

Peleti iz same svinčeve poletine imajo relativno najboljše trdnostne lastnosti, ki se praviloma zmanjšujejo s količino dodanih piritnih ogorkov. Slednje so za zelene in zračno sušene pelete z bentonitom prenizke in menimo, da je tudi za obravnavane mešanice apno najbolj ustrezno vezivo.

Preiskovane mešanice svinčevih koncentratov, svinčevih poletin in piritnih ogorkov so bile naslednje:

- a) 80 % svinčevih koncentratov + 20 % mešanice svinčevih poletin

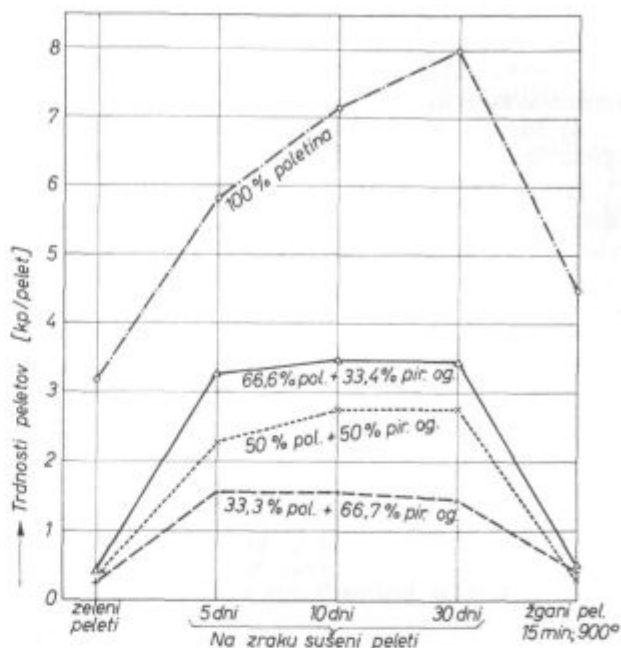


Slika 2

Vpliv različnih mešanic svinčevih poletin in piritnih ogorkov na trdnostne lastnosti peletov — vezivo bentonit (1%)

Fig. 2

Influence of various mixtures of lead flue dusts and pyrite cinder on mechanical properties of pellets — binding agent was bentonite (1%).

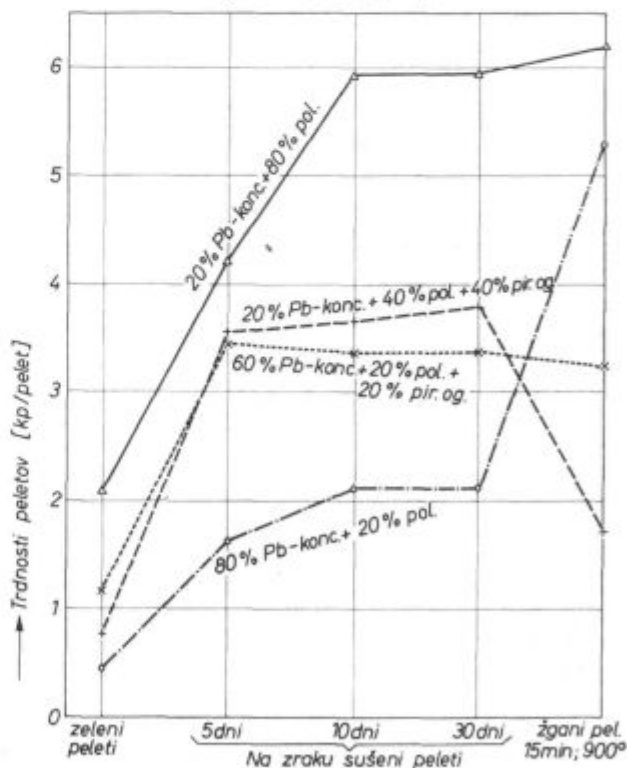


Slika 3

Vpliv različnih mešanic svinčevih poletin in piritnih ogorkov na trdnostne lastnosti peletov — vezivo apno (2%)

Fig. 3

Influence of various mixtures of lead flue dusts and pyrite cinder on mechanical properties of pellets — binding agent was lime (2%).



Slika 4

Trdnostne lastnosti peletov iz mešanice svinčevih koncentratov, svinčevih poletin in piritnih ogorkov — vezivo apno (2%)

Fig. 4

Mechanical properties of pellets from the mixture of lead concentrates, lead flue dusts and pyrite cinder — binding agent was lime (2%).

b) 20 % svinčevih koncentratov + 80 % mešanice svinčevih poletin

c) 60 % svinčevih koncentratov + 20 % mešanice svinčevih poletin + 20 % piritnih ogorkov

d) 20 % svinčevih koncentratov + 40 % mešanice svinčevih poletin + 40 % piritnih ogorkov.

Iz rezultatov na sliki 4 je tudi v tem primeru opaziti znižanje trdnostnih lastnosti s povečevanjem dodajanja piritnih ogorkov. Zeleni in na zraku sušeni peleti iz svinčevih koncentratov in manjših dodatkov svinčevih poletin še zadržijo relativno zadostne trdnosti. Na splošno so poskusi potrdili možnost dodajanja surovih svinčevih koncentratov.

Preiskave vzdržljivosti peletov na pad (maksimalna višina padca peleta preden razpade) so potrdile pri vseh preiskovanih mešanicah približno dvakrat do trikrat večjo odpornost peletov, izdelanih z apnom.

3. Trdnostne lastnosti pri višjih temperaturah

Na osnovi številnih poskusov podajamo v tabeli 3 povprečne rezultate trdnosti izotermno žganih peletov. Podatki veljajo za pelete, izdelane iz najznačilnejših preiskovanih mešanic z apnom (2 %) kot vezilnim sredstvom.

Tabela 3: Trdnosti izotermno žganih peletov; čas 15 minut

Mešanica	Utežno razmerje	Trdnosti (kp/pelet) pri temperaturah			
		500° C	700° C	800° C	900° C
Pb — poletina	1	3,18	5,38	5,6	3,9
Pb — poletina Pir. ogorki	0,5 0,5	0,25	0,25	0,29	0,27
Pb — konc.	0,2				
Pb — polet. Pir. ogorki	0,4 0,4	1,24	1,26	1,86	1,71

Trdnostne lastnosti peletov tudi pri višjih temperaturah ponovno dokazujejo negativni vpliv dodajanja piritnih ogorkov. Praviloma peletom z vezivom apna pri višjih temperaturah trdnost pada. Vendar pri obremenitvah na toplotni udar vse vrste peletov ohranijo obliko in ne razpadejo, čeprav je na površinah možno opaziti manjše razpoke in pri višjih temperaturah prve začetke nataljevanja.

V. REZULTATI INDUSTRIJSKIH POSKUSOV PREDELAVE

Na osnovi rezultatov laboratorijskih poskusov smo za izdelavo peletov na industrijskih napravah izbrali vezivno apno (2 do 3 %). Za poskusne mešanice smo izbrali naslednje:

a) 100 % mešanice svinčeve poletine

b) 75,7 % mešanice svinčeve poletine + 24,3 % piritnih ogorkov

c) 58,8 % mešanice svinčeve poletine + 41,2 % piritnih ogorkov

Mešanica svinčeve poletine (70 % poletine FA, 20 % ciklonske poletine CA in 10 % poletine 9 PF) je podobna uporabljeni mešanici pri laboratorijskih poskusih kakor tudi kvaliteti bodočih novih poletin (NF).

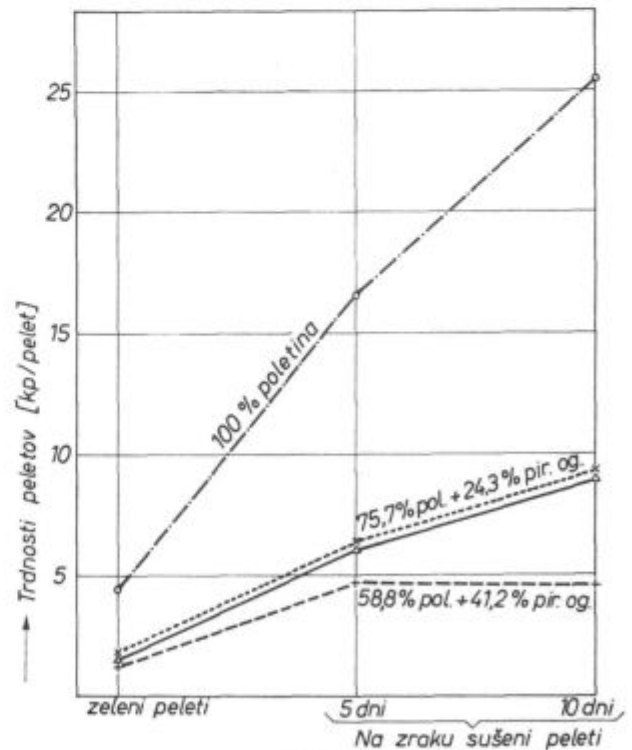
1. Uporabljene industrijske naprave

Granuliranje poskusnih mešanic smo delali na industrijskem krožniku premera 2.800 mm, površine 6,15 m², z nagibom 55° in 10 obr./min. v Cinkarni. Mešalec za predpripravo mešanice smo improvizirali z običajnim betonskim mešalcem. Zeleni peleti iz krožnika so preko žleba z ustreznim naklonom drseli v posebej prirejene zbirne kesone. Te smo z viličarji transportirali v pokrit prostor, kjer smo zelene pelete nasipali v približno 20 cm visoke plasti. Temperatura v tem prostoru je bila za okoli 12° C višja od zunanje (okoli 8° C).

Za poskuse ponašanja teh peletov pri praženju smo uporabili industrijske sintrne prazilne naprave v topilniških obratih rudnika Mežica.

2. Lastnosti industrijsko izdelanih peletov

V splošnem je znano, da so trdnostne lastnosti industrijsko izdelanih peletov višje od peletov, izdelanih na laboratorijskih napravah.



Slika 5

Trdnosti industrijsko izdelanih peletov iz mešanice svinčevih poletin in piritnih ogorkov — vezivo apno (2,5—3,0 %)

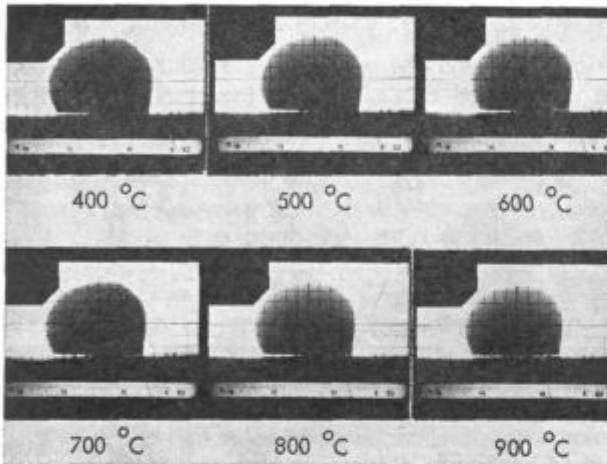
Fig. 5

Mechanical properties of industrially made pellets from mixture of lead flue dusts and pyrite cinder — binding agent was ilme (2.5 to 3%).

V našem primeru so trdnosti tako zelenih kot sušenih peletov za približno trikrat večje od laboratorijsko izdelanih. Vsi zeleni peleti z vsebnostjo vlage 6—8 % vzdržijo padec iz višine 3,5 m. Slika 5 podaja podrobnejše rezultate dobljenih trdnosti.

Vpliv piritnih ogorkov na znižanje trdnostnih lastnosti peletov se pojavlja tudi pri teh peletih, vendar so trdnosti teh zelenih in predvsem na zraku sušenih peletov povsem zadostne za vse nadaljne mehanske obremenitve.

Ponašanje peletov pri višjih temperaturah v Leitzovem talilnem mikroskopu je prikazano na slikah 6 in 7. Opazna niso nikaka nabrekanja in razpokanja peletov pri višjih temperaturah. Pri

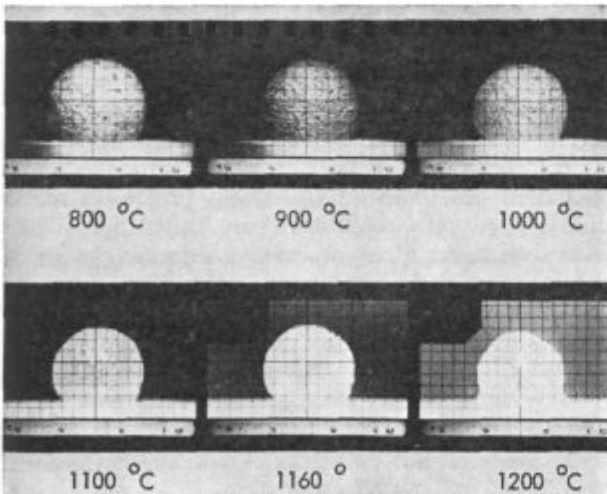


Slika 6

Ponašanje peletov iz 58,8 % mešanice svinčevih poletin in 41,2 % piritnih ogorkov pri temperaturah do 900° C

Fig. 6

Behaviour of pellets made of 58.8 % lead flue dusts and 41.2 % pyrite cinder at 900° C.



Slika 7

Ponašanje peletov iz 58,8 % mešanice svinčevih poletin in 41,2 % piritnih ogorkov pri temperaturah do tališča

Fig. 7

Behaviour of pellets made of 58.8 % lead flue dusts and 41.2 % pyrite cinder at temperatures up to the melting point.

temperaturah nad 900° C se opaža krčenje peleta, pri 1100° C se pojavljajo natalitve površine in se pri nadaljnjem poviševanju začenja nataljevanje celotnega peleta.

Vsebnost Fe v peletih, izdelanih iz mešanic, omenjenih na začetku poglavja v, pod b) in c) je v mejah od 15,2—17,2 %, SiO₂ od 1,2—2,0 % in vsebnost CaO od 3,5—4,4 %.

3. Ponašanje peletov na industrijski pražilni napravi

Vse mehanske obremenitve transporta in prepiravanja pri obstoječih industrijskih pražilnih napravah so peleti vzdržali, kakor tudi mešanje v mešalcu tipa Eirich skupno z ostalimi vsipnimi materiali (približno 41 % koncentrata, 12 % peletov, 45 % povratka in 2 % žindre).

Pri izsipavanju iz mešalca v bunker nad sintnim trakom je zaradi precejšnje višinske razlike nastopalo delno razmešanje — peleti so se nabirali predvsem ob zunanji steni bunkerja. Ta pojav pa zaradi izhajanja materiala iz cele površine dna bunkerja ni vplival na enakomernost vsipanja mešanice na trak. Vizuelna kontrola vzdržnosti peletov na toplotni udar pri vsipavanju na že razžarjeno posteljšico na pražilnem traku je dala pozitivno oceno.

Zaradi relativno manjše količine izdelanih peletov (okoli 5000 kg) ni bilo možno eksperimentalno ugotoviti tudi tehnološke prednosti, ki jih daje zamenjava fino zrnate poletine z granulirano pri procesu sintranja. Te prednosti so iz ustrezne strokovne literature znane in smo pri nadaljnjih izračunavanjih upoštevali tako dobljene podatke.

VI. PREDVIDENI TEHNOLOŠKO-EKONOMSKI UČINKI V PROIZVODNJI

Že predelava v sedanjih starih filtrih ulovljenih poletin predstavlja zaradi svojih specifičnih lastnosti nekatere tehnološke probleme, ki se kažejo predvsem v prvi fazi proizvodnje svinca — v pražarni. Prevelika količina fino prašnate poletine povzroča gosto in nepropustno zmes, kar bistveno vpliva na kvaliteto in kvantiteto praženja. Zaradi pregoste zmesi je potreben večji pritisk zraka, porazdelitev zraka je neenakomerna, zgorevanje počasno, na površini pražilne zmesi ostajajo surova, neizpražena oziroma nesintrana gnezda. Od kvalitete praženca, ki mora biti dobro sprazhen, porozen, trden in primerne velikosti, je odvisno nadaljne delo agregatov za redukcijo, od količine praženca pa proizvodnja, oziroma stroški.

Z dodajanjem peletov, ki so produkt enega izmed postopkov za spremembo fino prašnatih materialov v skepljeno obliko (ostali postopki so še briketiranje, aglomeriranje, kompaktiranje in podobno), dobimo bolj porozno pražilno zmes. S tem dobimo pri procesu praženja boljšo porazdelitev zraka, boljše in hitrejše zgorevanje (praženje) in zaradi tega večjo produkcijo ter kvalitetnejši praženec. Istočasno pa ta sprememba stanja

— Trdnostne lastnosti zelenih in na zraku sušenih peletov svinčevih poletin se znižujejo z dodajanjem piritnih ogorkov.

— Dodajanje svinčevih koncentratov mešanici za peletizacijo delno poslabša fizikalne lastnosti zelenih in na zraku sšenih peletov, vendar ne do kritičnih vrednosti.

— Fizikalne lastnosti industrijsko izdelanih peletov iz svinčevih poletin in piritnih ogorkov so povsem zadovoljive za premagovanje mehanskih obremenitev pri procesih v pražilnih napravah.

— Obremenitve na toplotni udar pri pogojih industrijskega sintnega praženja vzdržijo skoraj vse vrste industrijsko izdelanih peletov.

— Na osnovi rezultatov obravnavanih laboratorijskih in industrijskih poskusov in tudi poskusov pri dobavitelju opreme (samo s poletino) smo v okviru novih investicij izbrali ustrezne naprave.

— S pomočjo novih naprav za peletizacijo bomo uspešno preprečevali ponovno prašenje, ki bi nastalo pri nadaljnjih manipulacijah z ulovljenim prahom.

— S prihranki pri predelovalnih proizvodnih stroških zaradi uporabe peletizirane poletine z dodatkom piritnih ogorkov bo možno pokriti visoke investicijske stroške novih peletizacijskih naprav v sklopu celotnega odpraševalnega sistema v metalurških obratih.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Zweck der Untersuchungen war die Verarbeitung des Bleiflugstaubes aus den Hüttenbetrieben des Bergwerkes Mežica zu optimieren. Von mehr laboratorisch untersuchten Bindemittel für die Pelletisierung von Flugstaub hat sich Kalk (2–3 %) am besten bewährt wenn auch bei höheren Temperaturen die Festigkeit der Pellets etwas abnimmt. Im industriellen Ausmass erzeugten Pellets haben dreimal grössere Festigkeit welche auch bei höheren Temperaturen noch zufriedenstellend ist. Der Zusatz der Schwefelkiesabbrände erniedrigt regelrecht die Festigkeit um etwa 50 % jedoch ist bei industriell erzeugten Pellets die Festigkeit noch genügend um den mechanischen und wärmebeanspruchungen im Röstprozess zu widerstehen.

Wegen der Verbesserung der Technologie des Röstens des pelletisierten Bleiflugstaubes ist ein Ersparnis von ca 16 % an jährlichen Betriebskosten der Röstanlage. Durch den Zusatz von billigen Schwefelkiesabbränden zu den Pellets, wird der jetzt angewendete Fe-Flussmittel für den Hochofen wegfallen, wodurch eine jährliche Erniedrigung der Betriebskosten um 11% zu erwarten ist. Mit diesen Ersparnissen wird es möglich sein in sieben Jahren die Investitionskosten für die Pelletisieranlage zu decken. Auch die Staubentwicklung in den Hüttenbetrieben wird dadurch abgeschafft.

SUMMARY

Investigations were made to find optimal treatment of lead flue dusts from the smelter of Mežica lead mine. In laboratory tests of various binding agents for pelletising dusts the best results were obtained by addition 2 to 3 % lime, though the strength of pellets at higher temperatures was partially reduced. Industrially made pellets had three times greater strengths which were satisfactory still at higher temperatures. Addition of pyrite cinder regularly reduces strength to about one half but the strength of industrial pellets is still sufficient (about 10 kg/pellet) for mechanical and thermal load in the roasting process.

The improved technology of roasting using pelletized lead flue dusts may reduce operating costs of the roasting plant for about 16 %. Addition of cheaper pyrite cinder in the pelletising process will eliminate the addition of present iron flux necessary for blast furnace, thus reducing the operation costs for further 11 %. These savings can cover in seven years the investment for the pelletising plant. Simultaneously also dust from the smelter will be removed.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель исследований была оптимизация переработки свинцовых окатышей из плавильного завода рудника Межница.

Из довольно большого количества исследованных связующих средств для окомкования окатышей наиболее оптимальное связующее средство известь (2–3 %), несмотря на то, что при более высоких темп. прочность окатышей частично снижается. Окатыши приготовлены промышленным способом оказали прочность которая в три раза превышала прочность лабораторных окатышей и отвечали требованиям даже при более высоких температурах. Добавка пиритных огарков по праву снижает прочность окатышей прибл. 50 % но всё-таки окатыши приготовлены промышленным способом прочности прибл. 10 кг/ок., выдержали

механические и тепловые напряжения в время процесса отжига. Вследствии улучшения технологии отжига при употреблении окомкованных свинцовых окатышей можно в обжитательном цехе предвидеть уменьшение расходов прибл. до 16 %. Добавка более дешёвых пиритных огарков в процессе окомкования исключает добавку Fe — флюса при доменной печи и таким образом уменьшает годовые расходы производства прибл. до 11 %. С этим сбережением будет возможно в течении семи лет работы покрыть капитальное вложение в установку для выделки окатышей. Из плавильного цеха будет также устранена отжигательная установка.