



ZAVOD ZA  
INTELEKTUALNU SVOJINU  
BEOGRAD

(51) Int. Cl.  
C 22 B 7/04 (2006.01)

(21) Broj prijave: P-2013/0151  
(22) Datum podnošenja prijave: 18.04.2013.  
(43) Datum objavljivanja prijave: 31.10.2014.  
(45) Datum objavljivanja patenta: 30.06.2015.

(73) Nosilac patenta:  
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI  
FAKULTET UNIVERZITET U  
BEOGRADU,  
Karnegijeva 4, 11000 Beograd, RS

(72) Pronalazači:  
KAMBEROVIĆ, Željko, prof. dr;  
ANDIĆ, Zoran, dr.; KORAC, Marija, dr.

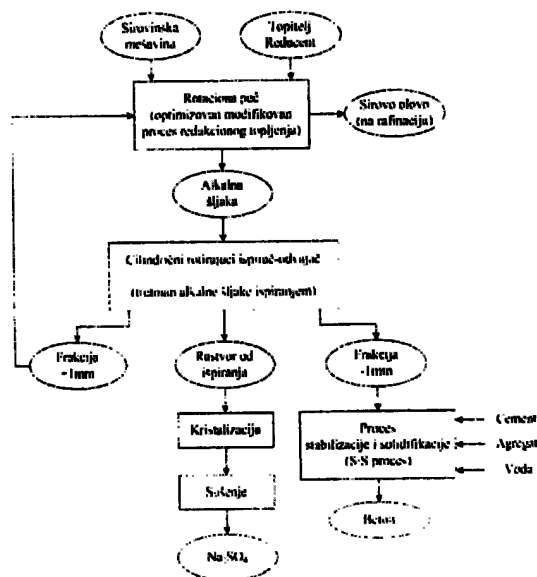
(54) Naziv: POSTUPAK PRERADE OTPADNE  
OLOVNE ALKALNE ŠLJAKE U  
KORISNE PROIZVODE

(51) Int. Cl.  
C 22 B 7/04 (2006.01)

(57) Apstrakt:

Postupkom prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode, dobijaju se frakcija +1mm, koja sadrži korisne komponente (metalno sulfidne, čvrste, nerastvorne) i koja se vraća u proces topljenja u cilju valorizacije korisnih komponenti. Postupkom se takođe dobija frakcija -1mm (jalovinska oksidno sulfatna), optimalnog sastava i strukture, pogodna za postupak stabilizacije i solidifikacije u cementnoj matrici betona radi primene u građevinarstvu. Postupak obuhvata ispiranje u cilindričnom rotirajućem ispiraču - odvajaju (temperatura 22-43°C, brzina mešanja 6-25min<sup>-1</sup>, odnos čvrsto tečno 10-28% čvrstog), pri čemu se uklanjaju u vodi rastvorne komponente iz šljake, dobija stabilnija šljaka (frakcija -1mm) i izdvaja povrtni metal i kamenac (frakcija +1mm) sa sadržajem korisnih komponenta, koje se valorizuju vraćanjem u proces topljenja. Koristan proizvod je i rastvor nakon tretmana sodnog sadržaja, koji se koristi u procesu proizvodnje natrijum(I)-sulfata, zajedno sa rastvorom iz faze desumporizacije olovne paste prerade otpadnih

olovnih akumulatora, u cilju dobijanja komercijalnog proizvoda Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



## **OBLAST TEHNIKE**

Pronalazak šire pripada oblasti metalurgije, a uže se može svrstati u preradu čvrstog otpada iz termičkog procesa sekundarne metalurgije olova. Pronalazak takode pripada oblasti prerade sekundarnih sirovina u cilju dobijanja korisnih proizvoda.

Prema Medunarodnoj klasifikaciji patenata MKP, pronalazak je razvrstan i označen sledećim klasifikacionim simbolima: B 09 B 3/00, C 22 B 7/00 i C 22 B 13/00.

## **TEHNIČKI PROBLEM**

Tehnički problem, koji se rešava ovim pronalaskom, sastoji se u sledecem: kako ostvariti postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake, koja se dobija kao otpad iz procesa sekundarne metalurgije olova, tako da se novim postupkom prerade od šljake kao otpada dobiju korisne komponente i proizvodi, kao što su: povratni metal i kamenac, kao sirovina u procesu redukcionog topljenja, natrijum sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) i isprana šljaka smanjene toksičnosti, kao zamena za sitni agregat u građevinskoj industriji (npr. pri proizvodnji betonske galanterije).

## **STANJE TEHNIKE**

Alkalna šljaka je čvrst otpad iz termičkog procesa sekundarne metalurgije olova i pripada kategoriji opasnog otpada, zbog čega se ne može odlagati na deponije bez predtretmana i formiranja njenog stabilnog oblika.

Postupak prerade otpadne alkalne šljake podrazumeva tehnološki postupak njene reciklaže sa ciljem dobijanja korisnih komponenti uz istovremeno smanjenje toksičnosti.

Kako ekolozi koriste termin generator otpada, što znači onaj koji u tehnološkom procesu proizvodi otpad, tako pojam generisanje šljake predstavlja nastajanje šljake u toku procesa reciklaže olovnih akumulatora.

Tehnološkim postupkom redukcionog topljenja olova iz sekundarnih sirovina (kao što su istrošeni olovni akumulatori), sa fazom desumporizacije olovne paste, upotrebom natrijum (1)-karbonata kao topitelja i koksa, odnosno železa kao reducenta u šarži, generiše se olovna alkalna šljaka. Osim neželjenih primesa šljaka sadrži i korisne komponentne šarže, čiji udeo zavisi od efikasnosti vođenja procesa. Neke od osnovnih karakteristika ispitivane šljake odnose se na sadržaj zagađujućih materija u šljaci i mogućnost njihove eventualne mobilnosti u životnu sredinu, sadržaj rastvornih alkalija i usitnjavanje šljake sa vremenom, do formiranja praškaste forme.

U skladu sa pomenutim karakteristikama i važećom zakonskom regulativom (Zakon o upravljanju otpadom, „Službeni glasnik RS, br. 36/09“, Pravilnik o kategorijama, ispitivanjima i klasifikaciji otpada prilog 1 Katalog otpada, „Službeni glasnik RS, br. 56/10“), alkalna šljaka je čvrst otpad iz termičkog procesa sekundarne metalurgije olova i pripada kategoriji opasnog otpada, zbog čega se ne sme odlagati na deponije bez predtretmana i formiranja njenog stabilnog oblika.

Istraživanja pokazuju da Srbija ima velike kapacitete kako u proizvodnji, tako i u preradi olova i ovo je jedna od perspektivnih izvoznih oblasti srpske metalurgije. Istrošeni otpadni olovni akumulatori u nas predstavljaju 80% od ukupnih sekundarnih sirovina olova i samim tim predstavljaju značajan sirovinski resurs. Pored toga, pri proizvodnji olova iz sekundarnih sirovina znatno su manji utrošci energenata nego pri proizvodnji iz primarnih sirovina, tako da reciklaža nije značajna samo zbog uštede mineralnih sirovina, već i zbog znatno manjih troškova proizvodnje pri preradi sekundarnih sirovina u odnosu na preradu primarnih sirovina.

Sekundarna metalurgija olova podrazumeva procese ponovnog dobijanja olova iz sekundarnih sirovina. Prednost sekundarne proizvodnje metala se ogleda u iskorišćenju metala iz ostatka otpada, izvođenju procesa uz smanjenu potrošnju primarnih sirovina i energije, uz dobijanje proizvoda komercijalnog kvaliteta. Naime, izvođenjem procesa u skladu sa najbolje dostupnim tehnikama (Best available techniques, BAT) ostvaruje se maksimalno iskorišćavanje ostataka i otpada iz procesa, kao i minimalno zagađenje životne sredine.

Šljaka, kao neminovan čvrsti otpad pirometalurškog postupka reciklaže olovnih akumulatora, stvara se reakcijama topitelja sa primesama šarže (npr. Fe), ali i kao posledica nepotpunog odigravanja reakcija, variranja temperature i nehomogene sirovinske mešavine u peći.

Pored vezivanja neželjenih primesa, u šljakama se skuplja i izvesna količina korisnih komponenti, tako da mogu sadržati od 5 do 10% Pb, koji se može delom valorizovati.

Alkalna šljaka iz pomenutog procesa, kao što je rečeno, pripada kategoriji opasnog otpada jer u sebi sadrži zagadujuće materije kao što su olovo i drugi teški metali, zatim postoji prisustvo rastvornih alkalija i eventualne mobilnosti elemenata iz šljake u okolinu, kao i zbog njenog svojstva da se vremenom degradira (usitnjava), do formiranja praškaste forme. Pravilno upravljanje otpadom ove kategorije podrazumeva predtretman i formiranje stabilnog oblika u cilju sprečavanja eventualnih negativnih posledica odlaganja šljake po životnu sredinu.

Upravljanje pirometalurškim otpadnom, šljakom iz peći, se može usmeriti na njenu primenu u proizvodnji građevinskih materijala. Naime, otpadna šljaka može biti dobra sirovina za industrijsko korišćenje u građevinskoj industriji (ugradnja u betone i maltere), proizvodnji stakla ili izradi friti za glazure. Međutim, primena otpadnih olovnih šljaka u građevinskoj industriji je ograničena zbog mogućih neželjenih efekata kako na kvalitet proizvoda, tako i na kvalitet životne sredine, zbog čega je predmet mnogih istraživanja. Tako, oksidi alkalnih metala prisutni u šljaci, mogu stimulisati formiranje ekspanzivnih proizvoda u betonima usled odigravanja alkalnosilikatne reakcije tokom hidracije cementa. Takođe, oksidi cinka i olova iz šljake mogu formirati hidratizovana jedinjenja, kao potencijalne retardere reakcije hidratacije.

Stanje tehnike u svetu pokazuje niz istraživanja koja su vršena u ovoj oblasti. Prema istraživanjima Glasser-a (1997), Tamas-a i ostalih (1992), kalcijum-silikat-hidratni gel (C-S-H), kao proizvod hidratacije cementa, zbog izražene mikroporoznosti ima mogućnost vezivanja i stabilizacije metala u otpadu, i to: sorpcijom, hemijskom ugradnjom (površinsko kompleksiranje, taloženje, koprecipitacija) i mikro- ili makro-inkapsulacijom metala u cementnu matricu. Malviya i ostali (2006) su dokazali da metali iz šljake mogu različito uticati na proces hidratacije cementa i čvrstoću solidifikata, tako što teški metali iz otpada inhibiraju proces hidratacije  $C_3$ . Tashiro (1979), Alford i ostali (1981) su se složili da olovo iz otpada utiče na proces očvršćavanja tako što visoka koncentracija olova (više od 5%) utiče na

slabljenje čvrstoće cementne paste. Međutim, Cullinan-e i ostali (1987) su došli do rezultata koji ukazuju da pri koncentraciji olova i do 8% nema slabljenja cementne paste, već dolazi do jačanja finalnog proizvoda.

Takođe su vršena ispitivanja primene pirometalurške šljake u proizvodnji maltera i betona, koja je ograničena zbog mogućih neželjenih uticaja šljake kako na kvalitet proizvoda, tako i na kvalitet životne sredine. Khanbilvarid i ostali (1995) su ispitivali primenu otpadne šljake iz metalurgije olova u proizvodnji cementnog maltera, zamenu jednog dela finog agregata šljakom. Cementni malter sa 25% šljake je imao sličnu čvrstoću kao proizvod pripremljen sa prirodnim finim agregatom. Istraživanje Penpolcharoen-a (2005) su pokazala da zamena jednog dela cementa i/ili agregata sa različitim frakcijama olovne šljake iz procesa reciklaže olovnih akumulatora može dovesti do značajnog povećanja pritisne čvrstoće betona.

Nasuprot ovim pozitivnim rezultatima, De Angelis i ostali (2002) su došli i do nekih negativnih rezultata koji su dobijeni prilikom ispitivanja mogućnosti ponovne upotrebe otpada, kojima je pokazano da se šljaka iz procesa reciklaže olovnih akumulatora ne može upotrebljavati u izradi betona zbog slabljenja njegovih mehaničkih osobina i intenzivnog izluženja olova iz ovako pripremljenih materijala.

Razlike u rezultatima dosadašnjih istraživanja koja su prikazana u stanju tehnike ukazuju na potrebu dodatnih istraživanja u pravcu razvoja novog tehnološkog postupka na bazi analize uticaja i optimizacije svih relevantnih parametara procesa (sadržaj šljake, vrsta aditiva, itd.), a predloženi pronalazak je jedan takav pokušaj.

Autori pronalaska su izneli njima poznata rešenja iz stanja tehnike koristeći se navodima iz nepatentne literature uz napomenu da im nije poznato da je neko u svetu do sada patentirao postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode. Iz prethodnog se može sagledati da predloženi pronalazak, u odnosu na rešenja koja su poznata autorima, a prikazana su u delu stanja tehnike, otklanja nedostatke za postavljeni tehnički problem.

## IZLAGANJE SUŠTINE PRONALASKA

U odnosu na rešenja prikazana u stanju tehnike predloženi pronalazak postupka prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode rešava postavljeni tehnički problem na nov način.

Suština postupka prerade otpadne olovne alkalne šljake je valorizacija korisnih komponenti (vraćanje frakcije +1mm nazad u proces redukcionog topljenja), ispiranje nastale šljake radi smanjenja toksičnosti eliminacijom arsena, valorizacija ispirane šljake u građevinskoj industriji i valorizacija rastvora od ispiranja kroz proizvodnju natrijum (I)-sulfata koji se koristi u industriji, a najpovoljnije u proizvodnji deterdženata.

Imajući u vidu da je alkalna šljaka čvrst otpad iz termičkog procesa sekundarne metalurgije olova i da, kao takva, pripada kategoriji opasnog otpada, zbog čega se ne može odlagati na deponije bez predtretmana i formiranja njenog stabilnog oblika, suština postupka prerade otpadne alkalne šljake je u kontinuiranom razdvajanju rastvornog (sodnog) sadržaja od jalovinskog (oksidno-sulfatnog) i korisnog metalno sulfidnog, čvrstog i nerastvornog. Naime, predtretmanom šljake postupkom ispiranja (luženja) vrši se uklanjanje u vodi rastvornih komponenti iz šljake i na taj način dobijanje minimalne količine stabilnije šljake sitnije granulacije (frakcija -1mm) i izdvajanje dela šljake krupnije granulacije (frakcija +1mm) sa sadržajem korisnih komponentata, koji se ponovo vraća u proces topljenja. Pored toga, rastvor od ispiranja u procesu prerade istrošenih olovnih akumulatora prvo, zajedno sa rastvorom natrijum (I)-sulfata iz faze desumporizacije olovne paste, biva podvrgnut kristalizaciji, a zatim sušenju u cilju dobijanja korisnog, komercijalnog,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  proizvoda.

Konačno, nakon predtretmana, ispirana šljaka (frakcija sitnije granulacije) se koristi u građevinskoj industriji za proizvodnju betonske galanterije (npr. galanterijski elementi za deponije), tako da se na taj način vrši njena stabilizacija i solidifikacija u cementnoj matrici betona. Šljaka krupnije granulacije se vraća ponovo u proces topljenja, a rastvor od ispiranja se koristi za ponovno dobijanje veoma korisnog proizvoda - komercijalnog  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

## KRATAK OPIS SLIKA NACRTA

Postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode prikazan je na nacrtu, na kome:

- Slika 1 - prikazuje integralni postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode,
- Slika 2 - prikazuje postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u krupnu granulaciju (frakcija +1mm),
- Slika 3 - prikazuje postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u sitniju granulaciju (frakcija -1mm), i
- Slika 4 - prikazuje postupak tretmana rastvora od ispiranja do dobijanja komercijalnog  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

## DETALJAN OPIS PRONALASKA

Postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode, prema pronalasku i slikama 1, 2, 3 i 4 obuhvata postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake, koji se u suštini sastoji od:

- tretmana šljake postupkom ispiranja (luženja) i uklanjanja u vodi rastvornih komponenti iz šljake i na taj način dobijanja minimalne količine stabilnije šljake sitnije granulacije, frakcija - 1mm, optimalnog sastava i strukture za dalji postupak stabilizacije i solidifikacije radi primene u građevinskoj industriji (slika 3.),
- valorizacije i vraćanja u proces topljenja dela šljake koji sadrži povratni metal i kamenac, odnosno čvrst i nerastvoran metalno sulfidni deo, odnosno frakcija +1 mm (slika 2.), i
- korišćenju rastvora nakon tretmana, zajedno sa rastvorom iz faze desumporizacije olovne paste, u procesu proizvodnje natrijum (I)-sulfata (slika 4.).

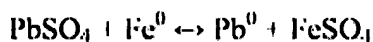
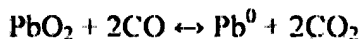
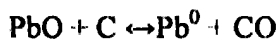
Olovna alkalna šljaka je čvrst otpad iz termičkog procesa sekundarne metalurgije olova i pripada kategoriji opasnog otpada. zbog čega se ne može odlagati na deponije bez predtretmana i formiranja njenog stabilnog oblika.

Šljaka je otpad koji nastaje u procesu redukcionog topljenja u reakcijama topitelja sa primesama sirovinske mešavine (npr. železa), ali i kao posledica nepotpunog odigravanja reakcija, variranja temperature i nehomogenosti sirovinske mešavine.

Pirometalurški postupak prerade otpadnih olovnih akumulatora termičkim tretmanom u peći, odnosno proces redukcionog topljenja se zasniva na redukciji metalnih komponenti do nižeg oksidacionog ili elementarnog oblika. uz dodatak topitelja i reducenta u rotacionim pećima.

Metalne komponente iz otpadnih olovnih akumulatora čine sledeću sirovinsku mešavinu: metalnog olova, olovo(II)-oksida (PbO), olovo(II)-sulfata (PbSO<sub>4</sub>) i drugih metala (kalcijum, bakar, srebro, antimon, arsen i kalaj). Topitelj u smešu (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub> i dr.), osim što snižava temperaturu topljenja olova, reaguje sa jedinjenjima iz smeše, tako da ima i ulogu rastvarača. Dodatkom reducenta, koksa i železnih opiljaka, se postiže redukcija PbO i olovo(II)-hidroksida (Pb(OH)<sub>2</sub>) do metalnog olova.

Reakcije u peći se mogu prikazati sledećim hemijskim jednačinama:



Reakcijom oksida olova (PbO i PbO<sub>2</sub>) sa ugljenikom, kao reducentom, dobija se metalno olovo (Pb<sup>0</sup>) sa oksidima ugljenika (CO i CO<sub>2</sub>). Olovo(II)-sulfat (PbSO<sub>4</sub>) reaguje sa metalnim železom (Fe<sup>0</sup>) kao reducentom, formirajući metalno olovo (Pb<sup>0</sup>) i železo(II)-sulfat (FeSO<sub>4</sub>).

Neminovan čvrsti otpad pirometalurškog postupka prerade istrošenih olovnih akumulatora, je šljaka. Šljaka se stvara, generiše, reakcijama topitelja sa primesama sirovinske smeše (npr. Fe), ali i kao posledica nepotpunog odigravanja reakcija, variranja temperature i nehomogene sirovinske mešavine u peći. Pored vezivanja neželjenih primesa, u šljakama se sakuplja i izvesna količina korisnih komponenti, tako da mogu sadržati od 0,5 do



2.0% Pb u elementarnom obliku, koje se može većim delom valorizovati. U zavisnosti od dodatog topitelja šljake mogu biti kalcijumove, sodne ili silikatne.

Alkalne šljake, koje su predmet ovog pronalaska, nastaju korišćenjem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kao topitelja. Na temperaturama topljenja od  $1000\text{--}1100^\circ\text{C}$ , u sodnim šljakama ima približno 5% olova. Osim prisutnog olova, šljaka je ekološki opasna i zbog prisustva rastvornih alkalija, a i stoga što se na deponijama raspadaju, prelazeći u prašinu.

U cilju dobijanja krajnjih korisnih proizvoda zahtevanih svojstva, primenljivih u građevinskoj industriji, nakon optimizacije procesa u kojem se generiše šljaka, vrši se tretman šljake postupkom ispiranja (luženja) i uklanjanja u vodi rastvornih komponenti iz šljake i na taj način dobijanja minimalne količine stabilnije šljake sitnije granulacije (frakcija  $< 1\text{ mm}$ ) i izdvajanja povratnog metala i kamenca (frakcija  $> 1\text{ mm}$ ) sa sadržajem korisnih komponentata, koje se valorizuju vraćanjem u proces topljenja. Nakon analize sadržaja elemenata u rastvoru posle ispiranja i šljaci, rastvor od ispiranja u procesu prerade istrošenih olovnih akumulatora prvo, zajedno sa rastvorom natrijum (I)-sulfata iz faze desumporizacije olovne paste, biva podvrgnut kristalizaciji, a zatim sušenju u cilju dobijanja korisnog, komercijalnog,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  proizvoda.

Tretman šljake se odvija u posebno konstruisanom uređaju specifične namene, koji predstavlja cilindrični rotirajući ispirać - odvajać. Posebnost konstrukcije ovog uređaja se ogleda u kontinuiranom razdvajanju rastvornog (sodnog) sadržaja od jalovinskog (oksidno-sulfatnog) i korisnog metalno sulfidnog, čvrstog i ncrastvornog.

Rastvorljivost šljake u destilovanoj vodi je ispitana variranjem odabranih parametara procesa, kao što su: temperatura, brzina mešanja i odnos čvrsto tečno.

Procesni parametri u procesu odvajanja su:

temperatura  $22 - 43^\circ\text{C}$

brzina mešanja  $6 - 25 \text{ min}^{-1}$

odnos čvrsto tečno  $10 - 28\%$  čvrstog

Rastvor od ispiranja u procesu prerade istrošenih olovnih akumulatora prvo, zajedno sa rastvorom natrijum (I)-sulfata iz faze desumporizacije olovne paste, biva podvrgnut kristalizaciji, a zatim sušenju u cilju dobijanja korisnog, komercijalnog,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  proizvoda.

Isprana šljaka (frakcija -1mm), nakon tretmana, se koristi u građevinskoj industriji kroz ugradnju u betone, tako da se na taj način vrši njena stabilizacija i solidifikacija u cementnoj matrici betona. Solidifikati u svom sastavu, pored osnovnih sirovina (cement, agregat i voda), imaju i šljaku i odabranu vrstu aditiva. Iz realnog industrijskog uzorka šljake, koristi se šljaka sitnije granulacije (frakcija -1 mm) dobijena nakon predtretmana, odnosno ispiranja (luženja) u cilindričnom rotirajućem ispiraču - odvajaču. Odabrane vrste aditiva ( $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Ba(OH)_2$  i  $CaSO_4 \times CaO$ ) se koriste u formi praha. Solidifikati se pripremaju tako da sadrže 10-20% šljake, pri čemu se šljaka dodaje u zamenu za 15-30% sitnog agregata u smeši, uz odabranu vrstu aditiva, koji menjaju 5% cementa u polaznoj smeši sirovina

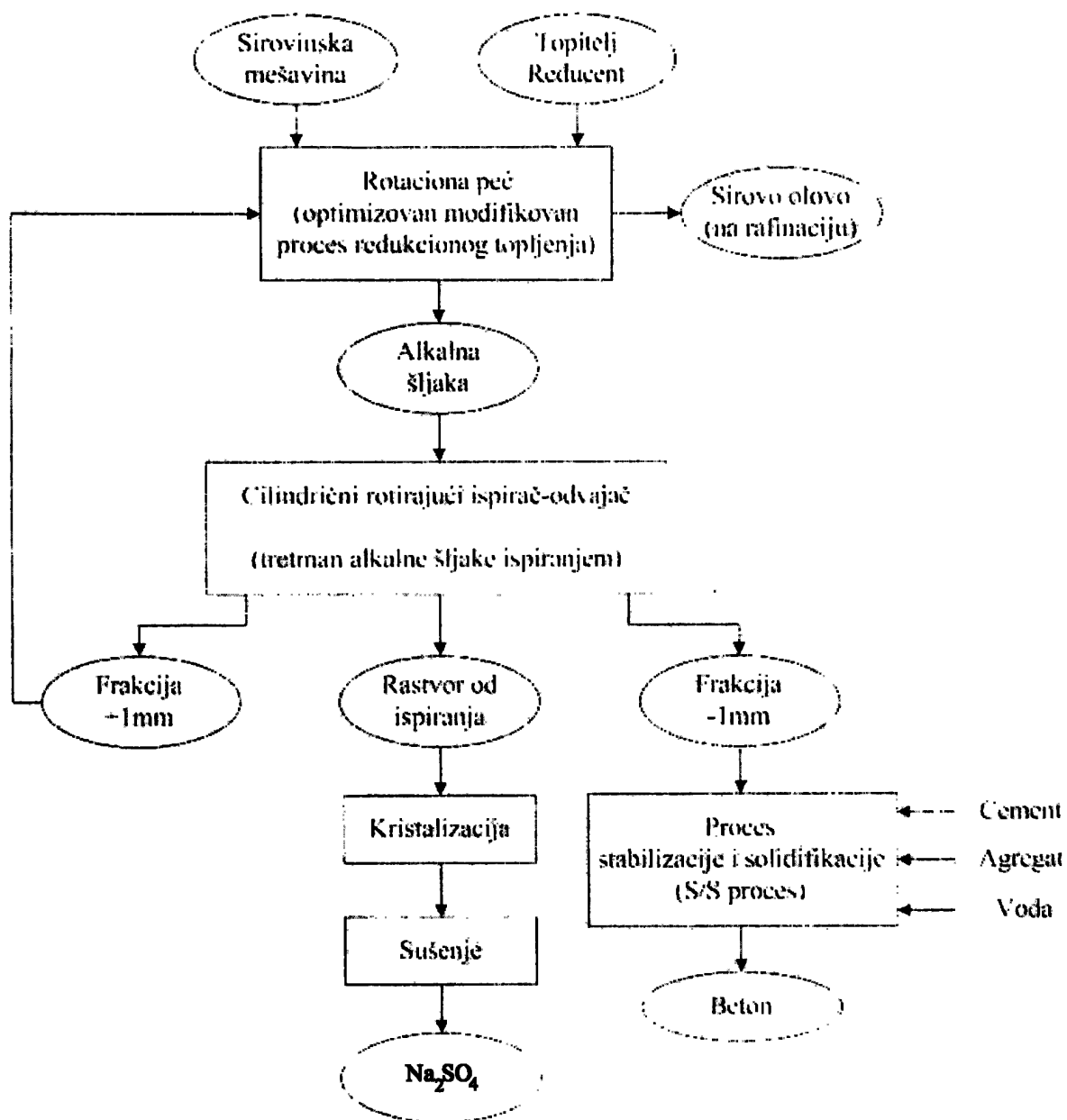
Prikaz tretmana frakcije +1mm u postupku prerade alkalne šljake sekundarne metalurgije olova dat je na slici 2. Frakcija +1mm, kao jedan od izlaznih proizvoda tehnološkog postupka prerade otpadne olovne alkalne šljake, predstavlja povratni metal i kamenac, odnosno čvrst i nerastvoran metalno sulfidni deo, i, kao takva, sadrži korisne komponente, koje se valorizuju njenim vraćanjem u proces topljenja.

Na slici 3. dat je prikaz tretmana frakcija -1mm (jalovinski oksidno-sulfatni deo) u postupku prerade alkalne šljake sekundarne metalurgije olova. Isprana frakcija -1mm, nakon tretmana i uklanjanja u vodi rastvornih alkalija, koristi se u građevinskoj industriji kroz ugradnju u betone, pri čemu se vrši njena stabilizacija i solidifikacija u cementnoj matrici betona i na taj način prevodi otpad u ekološki prihvatljiv materijal. Solidifikati u svom sastavu, pored osnovnih sirovina (cement, agregat i voda), imaju i šljaku i odabranu vrstu aditiva. Iz realnog industrijskog uzorka šljake, koristi se šljaka sitnije granulacije (frakcija -1 mm) dobijena nakon tretmana, odnosno ispiranja (luženja) u cilindričnom rotirajućem ispiraču - odvajaču. Odabrane vrste aditiva ( $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Ba(OH)_2$  i  $CaSO_4 \times CaO$ ) se koriste u formi praha. Solidifikati se pripremaju tako da sadrže 10-20% šljake, pri čemu se šljaka dodaje u zamenu za 15-30% sitnog agregata u smeši, uz odabranu vrstu aditiva, koji menjaju 5% cementa u polaznoj smeši sirovina.

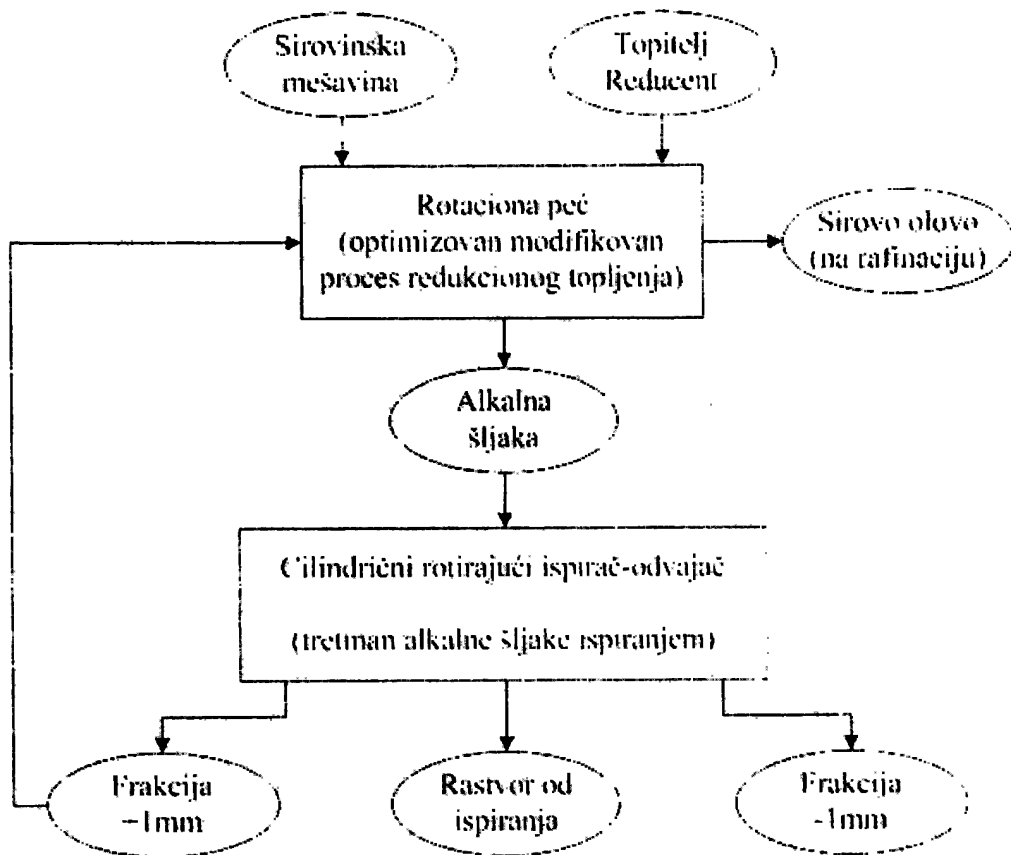
Rastvor od ispiranja podvrgava se kristalizaciji i sušenju u cilju dobijanja komercijalnog  $Na_2SO_4$  proizvoda. Tretman rastvora od ispiranja u postupku prerade alkalne šljake sekundarne metalurgije olova prikazan je na slici 4.

**PATENTNI ZAHTEVI**

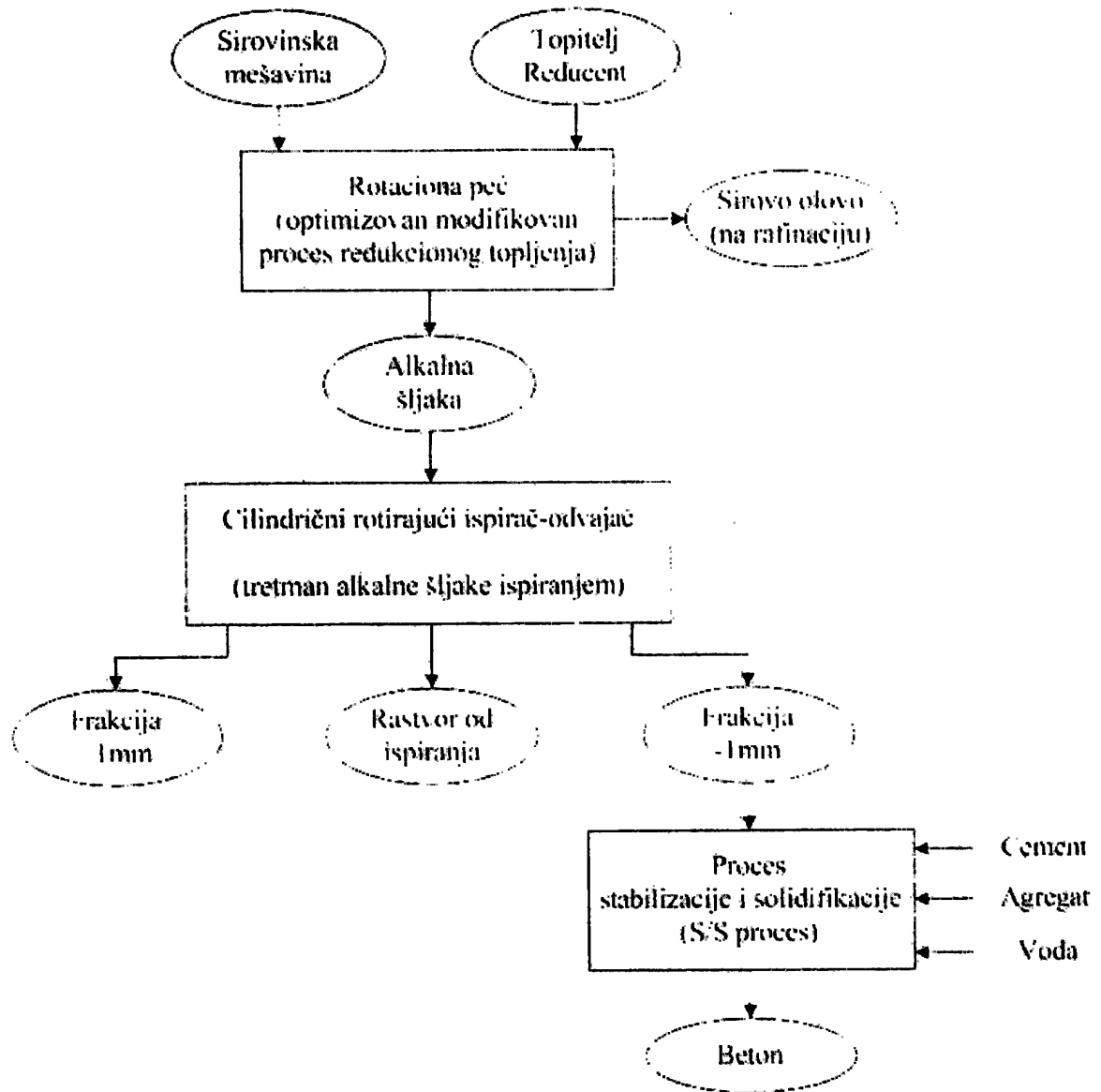
1. Postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake u korisne proizvode. odvija se prethodno u rotacionoj peći u kojoj se vrši optimizovan i modifikovan proces redukcionog topljenja kojim se dobija olovna alkalna šljaka, **naznačen time**, što se izvodi tretman otpadne olovne alkalne šljake postupkom ispiranja (luženja) u cilindričnom rotirajućem ispiraču – odvajaču, sa temperaturom procesa od 22 do 43 °C, pri brzini mešanja 6 - 25 min<sup>-1</sup> i što je odnos čvrsto tečno 10 - 28 % čvrstog, pri čemu se uklanjaju u vodi rastvorne komponente iz šljake i na taj način dobija stabilnija šljaka sitnije granulacije (frakcija -1mm) i što se izdvaja povratni metal i kamenac (frakcija +1mm) sa sadržajem korisnih komponentata, koje se valorizuju vraćanjem u proces topljenja.
2. Postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake prema zahtevu 1, **naznačen time**, što rastvor od ispiranja u procesu prerade istrošenih olovnih akumulatora prvo, zajedno sa rastvorom natrijum (I) - sulfata iz faze desumporizacije olovne paste, biva podvrgnut kristalizaciji, a zatim sušenju u cilju dobijanja korisnog proizvoda Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
3. Upotreba prerađene otpadne olovne alkalne šljake dobijene prema zahtevu 1, **naznačen time**, što se šljaka sitne granulacije (frakcija -1mm) dobijena nakon predtretmana, odnosno ispiranja (luženja), koristi u građevinskoj industriji kroz ugradnju u betone, tako što se prethodno vrši njena stabilizacija i solidifikacija u cementnoj matrici betona.
4. Postupak prerade otpadne olovne alkalne šljake prema zahtevu 1 i zahtevu 3, **naznačen time**, što se šljaka sitnije granulacije (frakcija -1mm) koristi u procesu stabilizacije i solidifikacije, što se solidifikati pripremaju tako da sadrže 10 do 20% šljake, pri čemu se šljaka dodaje u zamenu za 15 do 30% sitnog agregata u smeši, a solidifikati u svom sastavu pored osnovnih sirovina cementa, agregata i vode imaju i odabrane aditive kao što su MgO, CaO, Ba(OH)<sub>2</sub> i CaSO<sub>4</sub>·CaO u vidu praha, koji menjaju 5% cementa u polaznoj smeši sirovina.



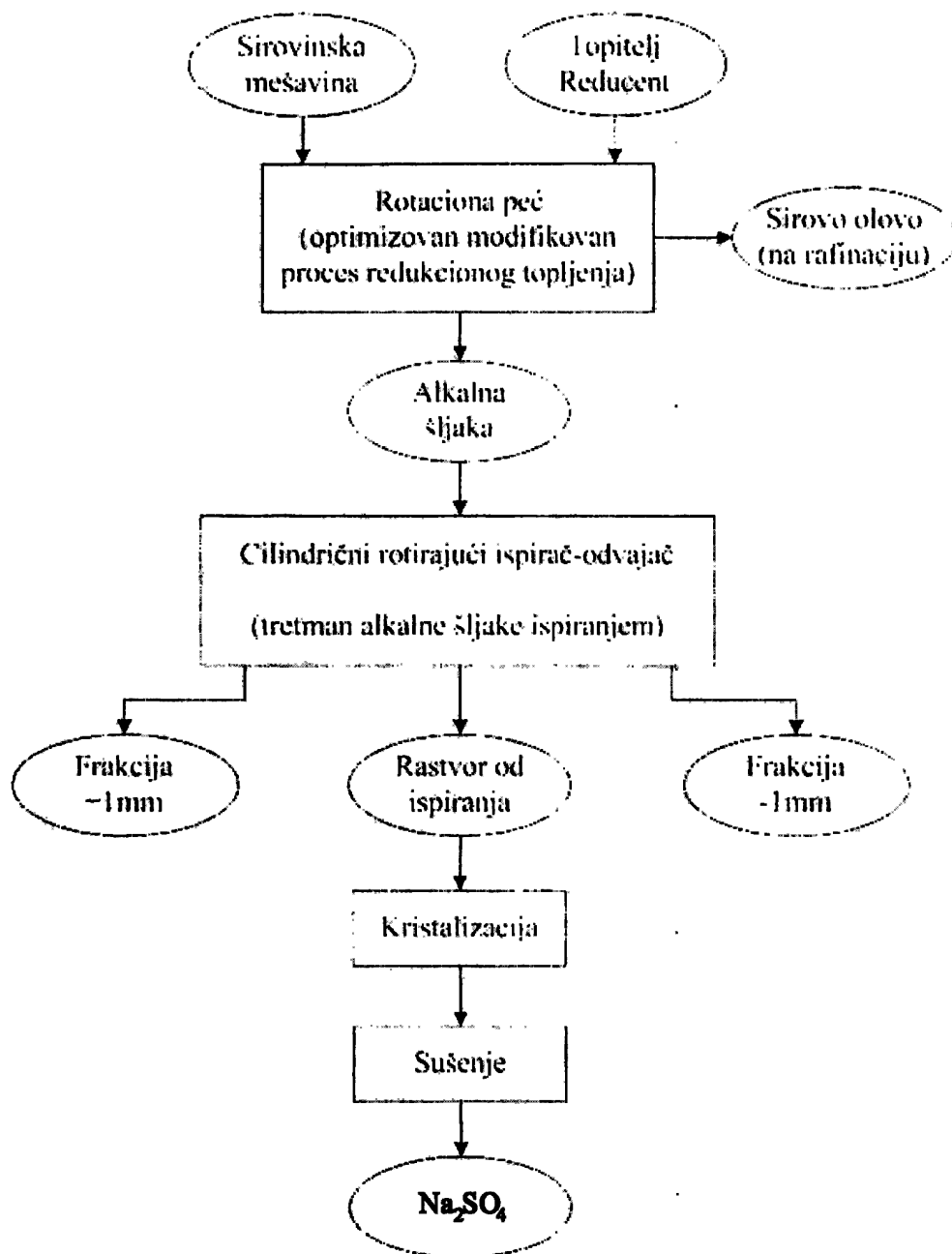
Slika 1.



Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.