UNIVERSITETI "ISA BOLETINI" MITROVICË
FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE
DEPARTAMENTI: MATERIALE DHE METALURGJI
DREJTIMI: METALURGJI

PUNIM DIPLOME

FATMIR SHABANI

Mitrovicë , 2026

UNIVERSITETI "ISA BOLETINI" MITROVICË
FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE
DEPARTAMENTI: MATERIALE DHE METALURGJI
DREJTIMI: METALURGJI

PUNIM DIPLOME

Tema :Shkrirja e Aglomeratit te Plumbit ne furrat shahte

Kandidati:
Fatmir Shabani

Mentori:
Prof.Dr.Asoc Muharrem Zabeli

Mitrovicë, 2026

UNIVERSITY "ISA BOLETINI" MITROVICA

FAKULTY OF GEOSCIENCES

DEPARTAMENT: MATERIALS AND METALLURGY

DIRECTION: METALLURGY

DIPLOMA THESIS

Topic :Smelting of Lead sinter in shaft furnaces

Candidate:

Fatmir Shabani

Mentor:

Prof.Dr.Asoc Muharrem Zabeli

Mitrovica, 2026

Falënderimet

Përfundimi i këtij punimi diplome shënon përmbylljen e një etape mjaft të rëndësishme akademike dhe profesionale në jetën time. Ky udhëtim nuk do të ishte i plotë pa mbështetjen, udhëzimin dhe përkushtimin e personave që më qëndruan pranë gjatë gjithë këtij procesi. Së pari, shpreh falënderimet e mia më të sinqerta dhe mirënjohjen e thellë për mentorin tim Muharrem Zabeli, për udhëheqjen e çmuar, durimin, profesionalizmin dhe këshillat me vlerë gjatë çdo hapi të përgatitjes së këtij punimi. Përvoja dhe sugjerimet e tij kanë qenë përcaktuese në formësimin e këtij studimi. Një falënderim të veçantë u adresoj të gjithë profesorëve dhe stafit akademik të universitetit Isa Boletini. Dijet e transmetuara, përkushtimi i tyre gjatë viteve të studimit dhe shembulli i tyre profesional kanë konsoliduar formimin tim akademik dhe më kanë përgatitur për sfidat e ardhshme. Po ashtu, falënderoj anëtarët e komisionit të mbrojtjes së diplomës për kohën, vlerësimin dhe komentet konstruktive që i japin vlerë të mëtejshme këtij punimi.

Në fund, mirënjohja ime më e madhe i shkon familjes sime. Mbështetja e tyre e pakushtëzuar, sakrificat dhe besimi i palëkundur te unë kanë qenë motivimi im më i madh në çdo hap të këtij rrugëtimi.

Ju faleminderit nga zemra!

Deklarata e origjinalitetit / Autorësisë

Ky Punim Diplome i nivelit bachelor është puna ime origjinale duke respektuar autorësinë e çdo burimi të informacionit dhe rregullat për një punim të mirëfilltë shkencor, dhe nuk është dorëzuar, në tërësi apo pjesërisht, për ndonjë gradë në këtë apo ndonjë universitet tjetër.

Sipas njohurisë time, punimi nuk përmban asnjë material të botuar ose shkruar nga ndonjë person tjetër, përveç siç deklarohet në brendësi të këtij materiali.

Gjithashtu, deklaroj se me shkrimin e punimit kam respektuar rregullat etike të punës shkencore dhe akademike të UMIB-it.

Statement of originality/ Authority

This Diploma Thesis, bachelor level, is my original work, respecting the authorship of any source of information and rules for a proper scientific work, and has been submitted in whole or in part to any degree at this or any other university.

According to my knowledge the paper does not contain any material published or written by any other person, except as stated in this material/text.

Also, I declare that writing the thesis I have respected the ethical rules if the scientific, and academic work of UMIB-it.

Fatmir Shabani Data :

---------- ----------

Përmbajtja

1.0. HYRJE ……7

1.1. Zhvillimi historik ……..7

1.2. Mineralet, xehet dhe koncentratet e plumbit ……..8

1.3. Procedurat për përftimin e plumbit ……9

1.3.1. Procedurat pirometalurgjike ……...9

1.3.1.1. Shkrirja reduktuese ……9

2.0. PJEKJA AGLOMERUESE E KONCENTRATEVE TË PLUMBIT …….10

2.1. Bazat teorike të procesit të pjekjes ……..10

2.2. Përbërja dhe përgatitja e ngarkesës (sharzhës) …….11

2.2.1. Rafinimi i plumbit bruto ……12

2.3. Përgatitja e sharzhës ……15

2.4. Pjekja e sharzhës ……..16

2.5. Reaksionet bazë të pjekjes ……...18

2.6. Produktet e pjekjes ……..18

2.6.1. Aglomerati ……19

2.6.2. Squfuri i kthyeshëm ……...19

2.6.3. Gazi me pluhur ……..19

3.0. PËRFITIMI I PLUMBIT TË PAPËRPUNUAR NË FURRNALTA ……..20

3.1. Bazat teorike të procesit të shkrirjes ……20

3.1.1. Sjellja e komponentëve të aglomeratit gjatë shkrirjes reduktuese …….23

3.2.1. Shkrirja në furrë boshtore ……..27

3.3. Produktet e shkrirjes në furrën shahte …….29

3.3.1. Plumbi i papërpunuar …….29

3.3.2. Hiri ……30

3.3.3. Gazi me pluhur ……..31

4.0. PËRMBLEDHJA……..32

5.0. SUGJERIME ……..……..34

6.0. LITERATURA ……..……..36

1. HYRJE

1.1. ZHVILLIMI HISTORIK

Plumbi bën pjesë në grupin e metaleve që kanë filluar të përftohen që në kohërat parahistorike. Zhvillimi historik i industrisë së plumbit në të kaluarën e largët është i lidhur me nxjerrjen e tij nga xehet në Kinë, Indi, Spanjë, Sardenjë etj. Së bashku me argjendin dhe arin, plumbi filloi të përftohej fillimisht në Egjipt 7000 - 5000 vjet para erës sonë. Objektet më të vjetra prej plumbi datojnë para 6000 vjetësh. Një nga objektet e rralla është edhe një figurë plumbi që ruhet në Muzeun Britanik dhe është punuar rreth vitit 3800 para erës sonëFenikasit i shfrytëzonin minierat spanjolle (Rio Tinto) që para 4000 vjetësh. Plumbin e përdornin indianët e lashtë dhe hebrenjtë. Kinezët prej tij prodhonin enë. Grekët nxirrnin xehe plumbi dhe e shkrinin plumbin në ishujt Rodos, Qipro etj. Romakët në shekullin e tretë para erës sonë shfrytëzonin vendburimet e plumbit në Gali, Britani dhe Gjermani. Romakët e vjetër nga plumbi metalik prodhonin gypa të ujësjellësit, llamarina dhe monedha. Në antikitet dhe në Mesjetë njiheshin disa komponime të plumbit, si p.sh.: glazura dhe e bardha e plumbit, të cilat përdoreshin në Egjipt për qëllime mjekësore. Në Mesjetë, në Evropë u hapën shumë miniera plumbi, sidomos në Gjermani, Çeki dhe Hungari. Mënyra e vjetër e përftimit të plumbit nga xehet nuk është e njohur. Supozohet se plumbi u përftua për herë të parë rastësisht. Në vatra që ishin të mbrojtura nga era me pjesë gurësh nga xehja oksidike e plumbit, njeriu mund të vërente një metal të bardhë dhe të butë, i cili madje mund të shkrihej dhe të derdhej në kallëpe. Më vonë, shkrirja kryhej në gropa të gërmuara në tokë dhe të veshura me gurë. Gropat në fillim punonin me rrymë natyrore të ajrit (tërheqje natyrore), ndërsa më vonë, me qëllim të arritjes së temperaturës së nevojshme për krijimin e zgjyrës, u aplikua fryrja artificiale me anë të fryrësve. Furra të tilla të vogla të tipit shahte (furrnalta) me dy fryrës ishin në përdorim para rreth 6000 vjetësh. Si lëndë djegëse përdorej qymyri i drurit (druri i djegur).

1.2. Mineralet, xehet dhe koncentratet e plumbit

Në natyrë plumbi nuk gjendet në gjendje të pastër. Ai ndeshet në xehe kryesisht në formë të komponimeve me squfurin dhe oksigjenin. Xehet e plumbit mund të klasifikohen në: sulfidike, në të cilat plumbi gjendet në formë sulfidi, dhe oksidike, që përmbajnë okside metalike. Më të përhapurat janë xehet sulfidike, në të cilat plumbi gjendet në formë të galenitit – PbS. Në xehet oksidike plumbi zakonisht gjendet në formë të ceruzitit PbCO3. Xehet monometalike të plumbit ndeshen shumë rrallë në natyrë. Më të përhapurat janë xehet e plumb-zinkut. Përveç plumbit dhe zinkut, xehja shpesh përmban: bakër, ar, argjend, kadmium dhe metale të tjera. Xehet e tilla komplekse quhen polimetalike. Në natyrë njihen 49 minerale të plumbit dhe 27 të zinkut. Rëndësi industriale, megjithatë, ka një numër i vogël i tyre, dhe atë: 5 minerale të plumbit dhe 3 të zinkut. Mineralet më të rëndësishme të plumbit janë dhënë në tabelën nr. 1, nga të cilat rëndësinë më të madhe e kanë galeniti, angleziti dhe ceruziti.

Tabela nr. 1. Mineralet më të rëndësishme të plumbit:

Emri i mineralit	Formula kimike	Përmbajtja e plumbit, %
Galenit	PbS	86,60
Bulanzherit	3PbS x Sb2S3	58,80
Burnanit	2PbS x Cu2S x Sb2S3	42,40
Xhemsonit	2PbS x Sb2O3	50,65
Ceruzit	PbCO3	77,55
Anglezit	PbSO4	68,30
Fosgjenit	PbCl2 x PbCO3	76,00
Piromorfit	3Pb3(PO4)2 x PbCl2	76,37
Mimetizit	3Pb3(AsO4)2 x PbCl2	69,61
Krekoit	PbCrO4	64,10
Vulfenit	PbMoO4	58,38
Vanadinit	3Pb2(VO4)2 x PbCl2	73,15
Stolcit	PbWO4	45,50

Xehet e pasura të plumb-zinkut me kalimin e kohës janë shteruar kryesisht, për këtë arsye ka filluar shfrytëzimi i xeheve më të varfra me përqindje më të vogël të këtyre metaleve.Meqenëse xehet e plumb-zinkut përmbajnë sasi të vogël të këtyre metaleve, ato nuk dërgohen në përpunim të drejtpërdrejtë, por si rregull pasurohen. Për pasurimin e xeheve polimetalike përdoret flotacioni selektiv. Falë tij, në shkrirëtore arrijnë koncentrate relativisht të pasura të plumbit ose zinkut.Prof. Loskutov ka studiuar ndikimin e cilësisë së koncentrateve të plumb-zinkut dhe ka arritur në përfundimin se nëse koncentrati i plumbit është më i pasur, aq më e lartë është shkalla e shfrytëzimit të plumbit dhe aq më pak ngarkesë nevojitet të shkrihet për 1 ton metal.

1.3. Procedurat për përftimin e plumbit

Plumbi mund të përftohet me dy mënyra: me procedura pirometalurgjike dhe hidrometalurgjike.

1.3.1. Procedurat pirometalurgjike

Në rrugë pirometalurgjike është e mundur të përftohet plumbi me këto procedura:

- me shkrirje reduktuese me pjekje të mëparshme;
- me shkrirje reaksionale, dhe;
- me shkrirje precipituese (reaksion zhvendosjeje).

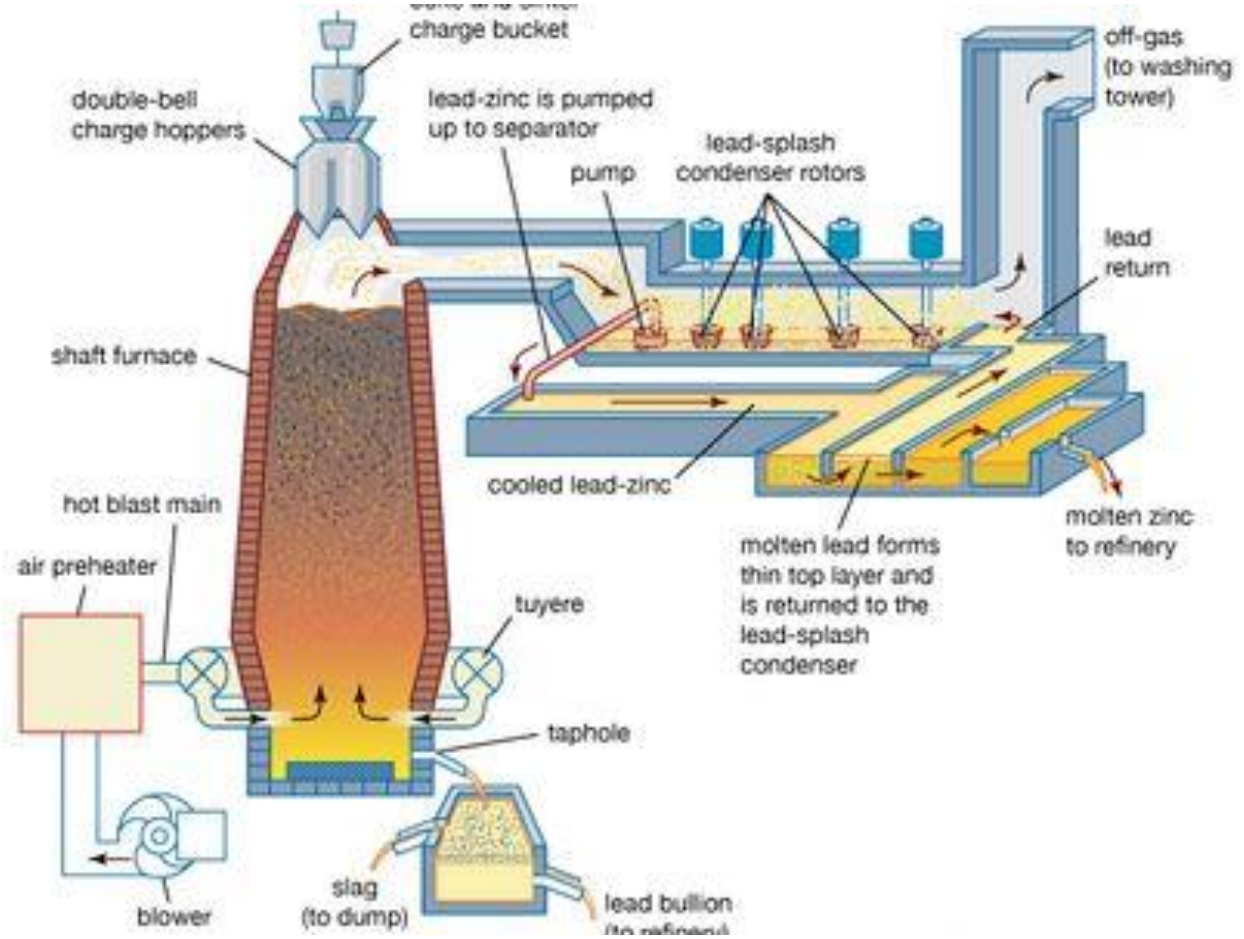
1.3.1.1. Shkrirja reduktuese

Koncentrati sulfidik i plumbit përzihet me shkrirësit (fondantët) dhe i nënshtrohet pjekjes oksiduese. Gjatë pjekjes, sulfidi i plumbit kalon në oksid.

Gjatë pjekjes kryhet edhe oksidimi i sulfideve të tjera, ndërsa materiali i pjekur aglomerohet.

2. PJEKJA AGLOMERUESE E KONCENTRATEVE TË PLUMBIT

2.1. Bazat teorike të procesit të pjekjes



Skema nr. 1. Furra Shahte

Pjekja e koncentrateve sulfidike të plumbit kryhet me qëllim që sulfidet të shndërrohen në okside. Oksidi i plumbit i përftuar reduktohet lehtësisht gjatë shkrirjes së mëvonshme në furrnaltë.Gjatë pjekjes, sulfidet metalike të pranishme në koncentrat i nënshtrohen veprimit të oksigjenit të ajrit në një temperaturë të caktuar. Sulfatizimi i tepërt është i padëshirueshëm. Temperatura e ndezjes së sulfideve përcakton fillimin e pjekjes dhe varet nga vetitë fizike të sulfideve. Sulfidat e zinkut dhe plumbit kanë temperaturë të lartë ndezjeje (873 - 1073 K).

Sot ekzistojnë dy teori për procesin e pjekjes - oksiduese dhe sulfidike. Sipas teorisë oksiduese, oksidimi i sulfidit të metalit dyvalent mund të paraqitet me reaksionet e mëposhtme

$2MeS + 3O_2 = 2MeO + 2SO_2$

$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$

$MeO + SO_3 = MeSO_4$

Sipas kësaj teorie, gjatë pjekjes së sulfideve, më parë krijohen okside që, në kushte të favorshme - temperaturë e ulët dhe përqendrim i lartë i gazeve të squfurit - mund të kalojnë në sulfate metalike. Në këtë mënyrë, sulfateve fitohen vetëm nga oksidet.Sipas teorisë sulfidike, oksidimi i sulfidit kryhet sipas reaksioneve të mëposhtme

$MeS + SO_2 = MeSO_4$

$MeSO_4 \leftrightarrow MeO + SO_3$

$2SO_3 \leftrightarrow 2SO_2 + O_2$

$MeO + SO_3 \leftrightarrow MeSO_4$

Në varësi të kushteve të pjekjes, sulfidi mund të jetë fillimisht oksifikues dhe sulfatizues. Sulfidet e plumbit dhe zinkut oksidohen në temperatura të larta 973 / 1173 K , ku si pasojë e kësaj fitohen metale okside. Procesi oksidues i pjekjes është karakteristik për metalurgjinë e plumbit

2.2. Përbërja dhe përgatitja e ngarkesës (sharzhës)

Përbërja e duhur e ngarkesës ka rëndësi të madhe gjatë aglomerimit të pjekjes. Një ngarkesë e mirë duhet të plotësojë kërkesat e caktuara të përbërjes kimike dhe vetive fizike - grimcat, lagështinë, përshkueshmërinë e gazit dhe sinterueshmërinë.Sasia e sulfateve në ngarkesë duhet të jetë aq sa të sigurojë temperaturën e nevojshme për pjekje dhe sinterim.Prania e sasisë së tepërt të sulfidit shkakton mbinxehje; sulfidet sinterohen dhe pjekja ndërpritet, ndërsa në mungesë të tyre procesi i pjekjes bëhet ngadalë dhe ndërpritet.Praktikisht është konstatuar se duhet të ketë {6-8\%} squfur sulfidik në ngarkesë për pjekje të mjaftueshme për të ruajtur procesin, gjatë së cilës fitohet aglomerat me përqindje të vogël squfuri, {1-2\%}.Me qëllim të arritjes së rezultateve më të mira gjatë aglomerimit dhe shkrirjes, e mundur është që aglomerati të jetë më i pasur me plumb. Shumë e pasur ngarkesa, megjithatë, sjell vështirësi gjatë pjekjes (për shkak të pikës së ulët të shkrirjes së sharzhës) dhe por në shkrirje - për shkak të vështirësisë së fitimit të skorjes relativisht të pasur me plumb. Praktikisht duhet vërtetuar që aglomerati të përmbajë mbi {45\%} Pb, kurse ngarkesa për sinterim të mos ketë mbi {45-50\%} Pb.

Silikatet e fituara të Pb janë lehtë të shkrirshme dhe kontribuojnë në sinterimin e ngarkesës.Gjatë përgatitjes së sharzhës për pjekje duhet marrë parasysh se aglomerati i fituar shkon në shkrirje në furra digë. Suksesi i shkrirjes, megjithatë, varet në masë të madhe nga përbërja e duhur e ngarkesës së shkrirjes. Për këto arsye, raporti i përbërësve të përzier në ngarkesë përcakton sasinë dhe raportin shtesë të përbërësve të koncentratit dhe shkrirësit. Kështu që përbërja e detajuar e ngarkesës së koncentratit dhe shkrirësit duhet të kryejë një llogaritje të detajuar të ngarkesës për pjekje dhe shkrirje.Sharzha para pjekjes gjithmonë laget me ujë. Sasia e ujit të shtuar është në përpjekje të zhdrejtë me imtësinë e sharzhës. Lagështia e sharzhës ka rëndësi të madhe. Në fillim të pjekjes, kur sharzha përmban sasinë më të madhe të sulfidit, është e mundur të ndodhë sinterimi i shpejtë. Avullimi i ujit luan një rol rregullator termik, thith shumë nxehtësi, duke ulur temperaturën e sharzhës dhe mbron sulfurin nga sinterimi. Sharzha pluhurore e sharzhës bëhet e dobët për kalimin e ajrit. Sharzha e lagur lë pore nëpër të cilat kalon uji dhe ajri më lehtë dhe në mënyrë të njëtrajtshme. Uji mbron sharzhën nga oksidimi. Uji mbron sharzhën nga komponentët specifikë të nxehtësisë së pluhurosjes dhe segregacionit nën ndikimin e rrymës së ajrit. Grimcat e vogla paraqiten me ndikimin e rrymës së ajrit në zonat që paraqiten te pjekja. Përbërja fizike e sharzhës, d.m.th. madhësia e kokrrizës, ka një rëndësi vendimtare. Fraksionet e imëta të koncentrateve që përpunohen në furrat moderne të shkrirjes shkaktojnë vështirësi të mëdha gjatë futjes në pjekje. Për këto arsye, aglomerati futet në sharzhë me përbërje granulare 5\6 mm dhe materiali i ricikluar i pjekur paraqet përbërje granulare 5 \6 mm.

2.2.1. Rafinimi i plumbit bruto

Plumbi bruto që përfitohet me procesin e shkrirjes reduktuese ose reaktive përmban një sasi të konsiderueshme të ndotësirave e cila lëviz në kufirin prej 1–4%. Ndotësirat e plumbit bruto e bëjnë të pamundshëm përdorimin e tij të drejtpërdrejtë për qëllime teknike, për shkak se ndikojnë negativisht në vetitë e tij fizike, kimike dhe mekanike.

TABELA 2 Përbërja kimike e disa llojeve të plumbit bruto

Ndotësirat në % ose g/t*							
Lloji i Pb bruto	Pb	Cu	As	Sb	Bi	Ag	Au*
1	96,7	0,95	0,30	0,80	0,07	5600	–
2	98,9	0,05	0,30	0,60	0,04	4120	13
3	96,2	1,20	–	0,90	–	1190	11,2
4	96,5	2,40	–	–	–	3120	195,4
5	98,9	0,20	0,01	0,75	0,01	1420	–
6	96,5	0,90	0,45	0,90	0,07	–	–

Për të përfituar plumbin e rafinuar i cili mund të përdoret për qëllime të ndryshme teknike duhet të bëhet rafinimi (pastrimi) i plumbit bruto. Rafinimi i plumbit bruto është proces i ndjeshëm dhe i shtrenjtë. Me anë të rafinimit të plumbit, varësisht nga përbërja kimike e lëndës së parë, mund të përfitohen lloje (marka) të ndryshme të plumbit të rafinuar me përmbajtje të plumbit prej 99,90–99,995% Pb.

Rafinimi i plumbit bruto mund të bëhet në dy mënyra: me mënyrën pirometalurgjike dhe me mënyrën elektrolitike. Rafinimi elektrolitik përdoret më rrallë, për shkak të kostos së lartë të energjisë elektrike dhe përpunimit të ndërlikuar të nënprodukteve të procesit. Rafinimi pirometalurgjik zhvillohet zakonisht në mënyrë periodike, për shkak se përpjekjet për zhvillimin e procesit të rafinimit në mënyrë të vazhdueshme në të gjitha fazat e tij janë më të ndërlikuara.

Fazat kryesore të procesit të rafinimit pirometalurgjik të plumbit janë:

a) shkrirja e plumbit bruto;

b) dekupërimi ose largimi i bakrit;

c) zbëtja e plumbit ose largimi i arsenikut, i antimonit dhe i kallajit;

ç) dezargjentimi ose largimi i argjendit dhe i arit;

d) dezinkimi ose largimi i zinkut;

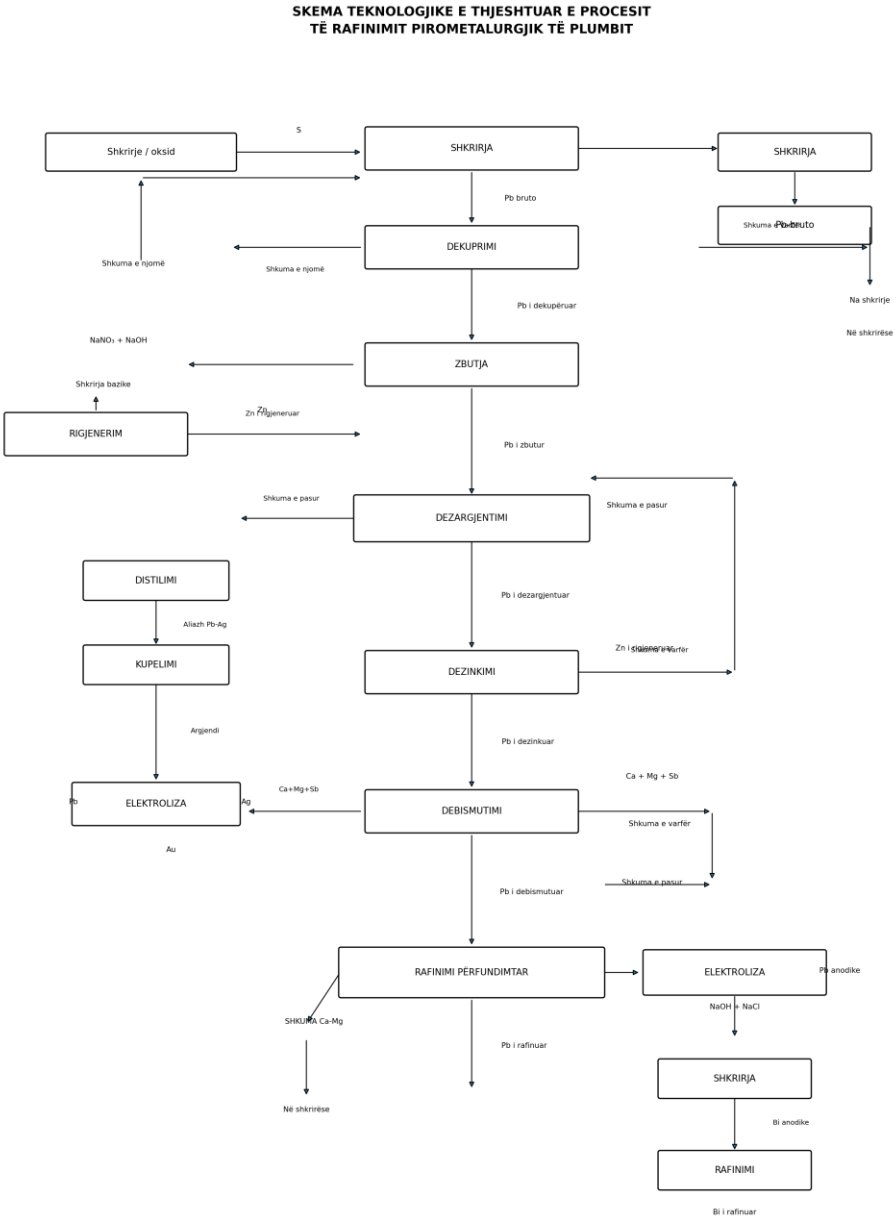
dh) debismutimi ose largimi i bismutit;

e) rafinimi përfundimtar ose largimi i kalciumit, magnezit dhe i antimonit; dhe

ë) derdhja e plumbit të rafinuar.

Pas secilës fazë të procesit të rafinimit të plumbit përfitohen edhe nënproduktet përkatëse, me përpunimin e mëtejshëm të të cilave përfitohen metalet ose komponentet e metaleve përbërëse.

Skema 2. Skema teknologjike e thjeshtuar e procesit të rafinimit pirometalurgjik të plumbit



2.3. Përgatitja e sharzhës

Detyra e përgatitjes së sharzhës konsiston në atë që të bëhet peshimi i saktë i secilit komponent, pastaj përzierja dhe lagështimi për të fituar një përzierje homogjene të përbërjes kimike të përcaktuar dhe vetive fizike të caktuara.Përgatitja e sharzhës përfshin grupin e operacioneve të punës dhe procese duke filluar nga shkarkimi i komponentëve të sharzhës deri te shtrirja e ngarkuar e makinerisë së pjekjes për pjekje.

Përgatitja e sharzhës përfshin:

1. Shkarkimi dhe ruajtja e lëndëve të para
2. Klasifikimi i lëndëve të para
3. Përpunimi i lëndëve të para
4. Homogjenizimi dhe lagështimi i sharzhës
5. Grupimi i sharzhës.

Ruajtja e lëndëve të para bëhet në një magazinë të mbyllur ku mund të mbushet për rreth 15000 t të materialeve të ndryshme. Magazina është e ndarë me ndarëse të trasha betoni të armuar midis dhomave dhe hapësira midis dy ndarjeve (pishinës) shërben për vendosjen e materialeve me përbërje të saktë të përcaktuar kimike dhe bunkerët e planifikuar për atë material.Materialet e mbërritura merren nga mjetet e transportit (kamionë dhe vagona) me vinç dhe hidhen në pishinat direkt pranë bunkerëve të planifikuar për materialin përkatës.Materiali i njohur nga pishina e magazinës së mbyllur ose njohur materialet nga prodhimi përmes bunkerëve të kranshit të dërguar hidhen në bunkerë konikë. Bunkerë të tillë kanë vëllim nga 6 deri në 10 m^3,ndërsa në disa prej tyre kanë për qëllim që të përshpejtojnë rrjedhjen e materialit të lagur.Secila komponent i sharzhës matet sipas llogaritjes së dhënë. Matja bëhet me peshore që janë të vendosura në shiritat e transportit nën secilin bunker. Materiali bie në mënyrë të njëtrajtshme në sipërfaqen e secilit bunker. Materiali lëviz me një shpejtësi prej 0,07 deri 10m\min në varësi të llojit dhe sasisë së materialit. Në numrin e secilitshirit gjendet një skrapues materiali që e nxjerr materialin në shiritin mbledhës. Nga shiriti, sharzhë përmes sistemit të transportit me shirit e çon në përzierës.Qëllimi kryesor i përzierjes së sharzhës në përzierësin e parë është homogjenizimi i sharzhës dhe lagështimi i saj me të paktën 70% të lagështisë së nevojshme. Pas kësaj, sharzhë me shirit transportues sillet në përzierësin e dytë ku bëhet peletizimi i sharzhës, d.m.th. në të grimcat e imëta të koncentratit dhe komponentëve të tjerë të sharzhës në shtresa mbështillen në kokrra të rrumbullakëta, e cila njëkohësisht kryen fazën përfundimtare të lagështirës së sharzhës në 5−6 %.

Vetë përzierësit janë me formë cilindrike me gjatësi 6 m , diametër 2,5 m . Përzierësi ka në anën e brendshme të veshur me rrjetë që e mbron atë nga gërryerja. Në anën e brendshme, boshti ka fletë që kanë drejtim të kundërt të lëvizjes së përzierësit dhe e cila sipas fletëve rrotullohet 8-10 herë në minutë – koha e qëndrimit të sharzhës në cilindër është rreth 2 minuta.

2.4. Pjekja e sharzhës

Aglomeracioni pjekës i plumbit bëhet në makinën DWICHT-LOYD me karakteristikat e mëposhtme:

Sipërfaqja aglo e makinës:	m2	80
Gjatësia aglo e makinës:	m	32
Gjerësia aglo e makinës:	m	2,5
Numri i dhomave:	kom.	16
Numri i ventilatorëve për ajr të freskët:	kom	2
Numri i ventilatorëve për qarkullim (recirkulim) gazit:	kom	1
Shpejtësia aglo e shiritit:	m\min	0,5/1,5
Lënda djegëse për ndezje iniciale:	naftë	
Numri i karrocave në makinë aglo:	kom	89
Kapaciteti aglo i shiritit:	t/ditë	1200

Në makinën aglo para futjes së sharzhës kryesore i shtohet një shtresë e hollë e porositur e pjekjes, granulimi i përbërjes prej 20–25 mm .Pjesa e pjekjes përdoret për të ruajtur materialin për procesin e pjekjes. Përdorimi i kësaj shtrese shërben për të siguruar përshkueshmëri më të mirë të ajrit të sharzhës, për të mbrojtur nga temperaturat e larta, për të parandaluar dëmtimin e skarës në dhomë dhe të tjera.Shtresa e dytë në makinën aglo përbëhet nga shtresa e poshtme e sharzhës që vendoset në shtresën e shtratit në lartësi prej 20 – 25 mm. Ajo ka rolin që pas shtresës së saj të kryejë ndezjen iniciale të shtresës kryesore të sharzhës.

Rregullimi i ndezjes përgjatë sipërfaqes dhe thellësisë së shtresës ka një ndikim të rëndësishëm në ndezjen e duhur të shtresës kryesore të sharzhës për pjekje.Kur shtresa e poshtme ndizet, atëherë mbi të vendoset shtresa kryesore e sharzhës për pjekje në lartësi 240–270 mm.

Ndezja e kësaj shtrese bëhet përmes tamburit, ndërsa nga bunkeri sharzha kalon përmes tamburit të grumbulluar në gropën pritëse, dhe nga mbeturinat përmes shiritit të drejtë sharëze bie në mënyrë të njëtrajtshme mbi shtresën e ndezur aglo - shpërndarja e ajrit sipas shtresës.

Përgatitja e sharzhës në aglo-makinë ka një ndikim të rëndësishëm: absorpsioni, desorpsioni, difuzioni dhe me procese të tjera të ndërlikuara. Duhet theksuar se gjatë procesit të aglomeracionit të pjekjes zhvillohet intensivisht dhe në kushte të ndryshme heterogjene. Për të siguruar kushte optimale në vetë fazat e punës dhe në vetë procesin e aglomeracionit të pjekjes, duhet të sigurohet kushti optimal në vetë procesin e pjekjes.Për zhvillimin e procesit të pjekjes së aglomeracionit plotësisht deri në fund, kapaciteti termik i sharzhës luan një rol të rëndësishëm, sepse atëherë pjekja është krijimi dhe procesi i tij.

Në sipërfaqen kufitare të poshtme të shtresës bazë fillon ndezja, respektivisht fillojnë proceset sucesive:

- tharja e ngarkesës
- ngrohja deri në temperaturën e ndezjes
- ndezja e ngarkesës
- oksidimi i sulfidit
- aglomerimi i ngarkesës
- ftohja e aglomeratit.

Lëvizja e aglo-makinës, me shpejtësi prej rreth 1 m/min, me fryrjen e sasisë së mjaftueshme të ajrit për djegien e squfurit dhe oksidimin e sulfideve (rreth 20 $m^3N/m^2 \cdot min$ --) proceset e lartpërmendura zhvillohen nga njëra prej sipërfaqeve kufitare të poshtme drejt majës së shtresës për pjekje. Procesi i pjekjes përfundon deri në afërsisht 2/3 e gjatësisë së aglo-makinës, ndërsa më tej vazhdon ftohja e aglomeratit.
Procesi i pjekjes aglomeruese është i limituar nga shpejtësia e djegies së squfurit, respektivisht nga shpejtësia e lëvizjes së zonës së djegies dhe zonës së aglomerimit të shtresës.

Që procesi i pjekjes aglomeruese të kryhet plotësisht dhe cilësisht, shtresa për pjekje duhet të posedojë cilësi të caktuara, dhe ato janë:

- të ketë përbërje granulometrike optimale
- të ketë përbërje të caktuar kimike
- të jetë homogjene
- grimcat e ngarkesës të jenë të shpërndara rregullisht në çdo pjesë të shtresës së ngarkesës
- të posedojë vatrueshmëri (rezistencë ndaj zjarrit) përkatëse.

2.5. Reaksionet bazë të pjekjes

Kur të ndizet shtresa ndihmëse, kur të hidhet shtresa bazë e ngarkesës mbi shtresën ndezëse dhe kur të shtohet sasia e parashikuar e ajrit (20 mN/m²·min) atëherë fillon procesi i pjekjes aglomeruese të ngarkesës së plumbit. Reaksionet e procesit janë si më poshtë:

$Pb + 1,5\ O2 = PbO + SO2$

$2SO2 + O2 = 2\ SO3$

$PbO + SO2 = PbSO4$

2.6. Produktet e pjekjes

Produktet e pjekjes janë:

- aglomerati
- squfuri i kthyeshëm (përkatësisht pluhuri i kthyeshëm i pjekjes)
- gazi me pluhur

2.6.1 Aglomerati

Pas përfundimit të procesit të pjekjes, aglomerati fitohet dhe në fund të makinës për pjekje bie në thërrime në të cilën i nënshtrohet copëtimit (drobitjes) të vrazhdë. Pas këtij copëtimi, aglomerati përmes transportuesit të çelikut dërgohet në një tjetër copëtim në drobilica me valëza rebrore. Fraksioni +30 deri -100 mm e cila fitohet me sitjen e aglomeratit paraqet aglomeratin që përdoret për shkrirje në furrat shahte.Aglomerati i prodhuar duhet të posedojë karakteristikat përkatëse dhe ato janë: poroziteti 30 – 55 %, indeksi i qëndrueshmërisë 80 – 90 %, vatrueshmëria (rezistenca ndaj zjarrit) – pika e zbutjes 1173 – 1373 K , strukturën përkatëse të modifikimit, granulacionin 30 - 100 mm, të ketë pjesëmarrje të vogël të fraksionit të imët, rezistencë të ulët ndaj konsumit, përbërje përkatëse kimike, veti reduktuese etj.

2.6.2. Squfuri i kthyeshëm

Squfuri i kthyeshëm fitohet pas sitjes së aglomeratit. Pjesa më e vogël e squfurit të kthyeshëm fitohet pas copëtimit të parë në karrocat me valëza dhe dërgohet në bunkerin mbi aglomakinë, ndërsa pjesa tjetër pas një copëtimi tjetër përdoret për përgatitjen e ngarkesës.Squfuri i kthyeshëm ka rëndësi të jashtëzakonshme në përgatitjen e ngarkesës, sepse me anë të tij rregullohet sasia e squfurit, lagështia në ngarkesë, përbërja granulometrike e ngarkesës, depërtueshmëria e ajrit etj.Duke pasur parasysh funksionin e squfurit (pluhurit) të kthyeshëm në ngarkesën për pjekje, pjesëmarrjes së tij në ngarkesë, përgatitjes së tij dhe cilësisë i kushtohet vëmendje e posaçme.

2.6.3. Gazi me pluhur

Në kompleksin e radhës së pajisjeve dhe proceseve ekzistojnë disa vende ku krijohet pluhur me intensitet më të vogël ose më të madh, sasia e pluhurit varet nga shkalla e përgatitjes së ngarkesës për pjekje, cilësia e pjekjes së aglomerateve, cilësia e squfurit të kthyeshëm, numri i vendeve të sitjes së aglomeratit dhe ngarkesës etj.Gezët dhe pluhuri i krijuar në të gjitha vendet e sitjes së squfurit të kthyeshëm dhe aglomerateve (ushqyes vibrues, në fund të aglo-makinës etj.) bien në grupin e gazeve ventiluese. Këto gaze me ndihmën e ventilatorëve tërhiqen dhe filtrohen në filtra mekanikë. Pluhuri me sistemin e elevatorëve dhe shiritave të gomës depozitohet në magazinë të mbyllur të lëndëve të para, ndërsa gazet përmes oxhakut lëshohen në atmosferë.Gazet dhe pluhuri i krijuar në procesin e pjekjes në aglo-makinë pas ftohjes në kullë tërhiqen në elektro-filtra. Pas kapjes së pluhurit, gazi SO2 përpunohet në impiantin e acidit sulfurik, ndërsa pluhuri me sistemin e transportuesve të gomës depozitohet në magazinë të mbyllur të lëndëve të para.

3. PËRFITIMI I PLUMBIT TË PAPASTËR NË FURRA SHAHTE

3.1. Bazat teorike të procesit të shkrirjes

Plumbi në aglomerat gjendet në formë oksidesh, silikatesh, feritesh, sulfatesh dhe në sasi të vogël në formë sulfidesh dhe përfshirjesh të plumbit metalik.Detyra e shkrirjes në furrën shahte është përfitimi i sasisë maksimale të plumbit në formë metali, në të cilin janë të koncentruar ari dhe argjendi, skorja me të cilën largohen komponentët e mbeturinave nga aglomerati.Për shkrirje përveç aglomeratit largohen edhe materiale të tjera të kthyeshme të krijuara në prodhimin e plumbit. Në cilësi të lëndës djegëse gjatë shkrirjes në furra shahte përdoret koksi. Ngarkesa dhe koksi futen në furrë përmes hapjeve në pjesën e sipërme të furrës dhe zbresin ngadalë poshtë ashtu që përmes disa orëve, në kundërshtim me gazet e nxehta, vijnë në zonën e duvnicave. Gjatë kohës së qëndrimit në furrë, në ngarkesë zhvillohen ndryshime të shumta fiziko-kimike, ndërsa si pasojë fitohen produktet e lëndëshme të shkrirjes dhe gazet.Procesi më i rëndësishëm gjatë shkrirjes është reduktimi i oksideve të plumbit dhe oksideve të tjera, prandaj për këto arsye edhe quhet shkrirje reduktuese. Ky proces mund të kryhet në aparate të ndryshme metalurgjike, megjithatë në furrën shahte është më e lehtë të krijohet dhe të rregullohet atmosfera reduktuese.Reduktimi i oksideve metalike kryhet sipas barazimit të përgjithshëm vijues:

MeOn + mX ↔ Me + XmO në të cilën është: X – agjenti reduktues.

Në metalurgji si mjet reduktues zakonisht përdoret karboni, monoksidi i karbonit dhe më rrallë hidrogjeni. Reduktimi i oksideve metalike me karbon të ngurtë kryhet në dy staza:

MeO + CO = MeO + CO2

MeO + C1 = Me + CO

Gjatë shkrirjes reduktuese koksi vjen në zonën e fryrësve ku formon shtresë të qëndrueshme. Përpara fryrësve karboni nga koksi digjet sipas reaksionit:

C + O2 = CO2 + Q

ku është Q = 408.135 kJ tek karboni amorf, a Q = 394.530 kJ tek grafiti**.**Dioksidi i karbonit ngrihet nga furra shahte duke reaguar në temperatura të larta me karbonin nga koksi sipas reaksionit:

CO2 + C = 2 CO – Q1ku është Q = 173.719 kJ për grafitin a Q = 160951 kJ për karbonin amorf. Ky reaksion është i kthyeshëm dhe në varësi të temperaturës ekuilibri i tij mund të zhvendoset majtas ose djathtas. Sipas rezultateve përfundimtare të oksidimit të karbonit nga koksi në kushtet e shkrirjes shahte është e mundur të konkludohet se këtu zhvillohen dy procese:

1. oksidimi i plotë i C në CO2;

2. procesi i gjeneratorit të gazit i cili përcillet me koncentrimin (rritjen) e monoksidit të karbonit në gazet e furrës. Plotësia deri në CO2 dhe paplotësia deri në CO e oksidimit të karbonit nga koksi varet nga shumë faktorë.Sot në metalurgji janë të përhapura dy pikëpamje mbi teorinë dhe mekanizmin e procesit të reduktimit të oksideve metalike, dhe ato janë:

1. teoria e reduktimit, dhe

2. teoria e adsorbim-reduktimit .Sipas teorisë së parë, me oksidet metalike përfaqësohen sistemet që ndodhen në gjendje disocimi dhe janë të afta të ekzistojnë vetëm nën kushte të caktuara, d.m.th. në rast se presioni parcial i oksigjenit në fazën gazeze që i rrethon është më i madh se presioni i disocimit të oksidit. Këto me oksidet në varësi nga temperatura mund të disocohen sipas barazimeve të mëposhtme:

2MeO → 2Me + O2 (në temperatura të ulëta)

2MeO → 2Me + O2 (në temperatura të larta)

2MeO → 2Me + O2 (në temperature shumë të larta)

Procesi i reduktimit të secilit oksid sipas kësaj teorie kryhet në dy stadie:

1. disocimi i oksidit me ndarjen e oksigjenit,

2. bashkimi i oksigjenit të liruar me lëndën për reduktim – d.m.th. me CO:

$$MeO = Me + 1\backslash 2\ O2$$
$$1\backslash 2\ O2 + CO = CO2$$
$$\text{————————————————}$$
$$MeO + CO = Me + CO2$$

Secila nga këto transformime nuk varet njëra nga tjetra dhe secila synon drejt ekuilibrit, kështu që rezultati përfundimtar varet nga kushtet që mbizotërojnë në sistemin e dhënë. Për shkak të disocimit sistemi MeO synon të vendosë ekuilibër midis me presionet parciale të oksigjenit në fazën e ngurtë dhe gazeze. Për shkak të oksidimit të reduktuesve, presioni parcial në fazën gazeze zvogëlohet, gjë që çon në disocim të mëtejshëm, d.m.th. reduktim. Në këtë mënyrë roli i reduktuesit përmblidhet në lidhjen e oksigjenit dhe zvogëlimin e presionit parcial të oksigjenit të lirë në fazën gazeze.Sipas teorisë së dytë, disa supozime nga teoria e parë "me dy stadie" i nënshtrohen kritikës dhe vendosen bazat shkencore të teorisë adsorbo-katalitike të reduktimit.Nevojitet të tregohet se asnjëra dhe as tjetra teori nuk i kundërvihen parimeve termodinamike, meqenëse të dyja japin të njëjtin barazim përmbledhës të reaksionit, plotësisht të mjaftueshëm për shpjegimin e kushteve të ekuilibrit të sistemit.Duke shqyrtuar të dyja teoritë mund të theksohet se teoria adsorbo-katalitike e reduktimit të oksideve metalike ka më shumë mbështetës dhe konsiderohet më e saktë. Sipas kësaj teorie reduktimi i oksideve zhvillohet në tri stadie:

1. adsorbi i gazit reduktues CO (ose H2) në sipërfaqen e oksidit MeO;

2. shkëputja e oksigjenit nga oksidi dhe kalimi i tij drejt molekulave të adsorbuara CO (ose H2), me ç'rast krijohet molekula CO2 (ose H2O) dhe faza e re;

3. largimi (desorbimi) i produkteve të reduktimit CO2 (H2O) nga sipërfaqja e reaksionit:

MeO + CO = MeO × CO

MeO × CO = Me × CO2

MeO + CO = Me + CO2

Ekuacioni përmbledhës i marrë i oksideve metalike me efektin e tij termik mund të paraqitet në formën e përgjithshme:

MeO + CO ↔ Me + CO2 + Q \kJ\

Konstanta e ekuilibrit të këtij reaksioni të kthyeshëm jepet me shprehjen:

Kp = P CO\ P CO2

Reaksionet e reduktimit të oksideve metalike mund të jenë ekzotermike dhe endotermike. Me rritjen e temperaturës reaksionet ekzotermike kërkojnë përqendrim më të lartë të CO në gaze, kurse ato endotermike më të ulët.Shpejtësia dhe shkalla e reduktimit të oksideve metalike që ndodhen në aglomerat, varen nga:

- shpejtësia e furnizimit me gaz reduktues në zonën e reaksionit dhe largimi prej saj i produkteve gazeze;temperatura e procesit – me rritjen e kësaj lloj shpejtësia e reduktimit rritet;
- madhësia e copave të aglomeratit. Te copat e mëdha sipërfaqja e kontaktit e oksidit me agjentin reduktues është më e vogël, për këtë arsye zvogëlohet edhe shpejtësia e reaksionit të reduktimit;
- poroziteti i aglomeratit – me rritjen e kësaj rritet dhe lehtësohet reduktimi.

Me rritjen e presionit të gazit për reduktim rritet adsorbimi i tij në sipërfaqen e copës së aglomeratit, ndërsa me rritjen e shpejtësisë së rrjedhës gazeze zvogëlohet trashësia e shtresës gazeze rreth kësaj.

3.1.1. Sjellja e komponentëve të aglomeratit gjatë shkrirjes reduktuese

Plumbi në aglomerat gjendet kryesisht në formë oksidi e në masë më të vogël si sulfid dhe plumb metalik.Aglomerati pas futjes në furrë nxehet shpejt nga rryma e gazeve të nxehta që ngjiten lart. Kur mbërrijnë në zonën e temperaturës së shkrirjes, plumbi metalik shkrihet dhe rrjedh përmes shtresës së trashë të mbushjes së nxehtë duke tretur me këtë rast argjendin, arin dhe metalet e tjera që ndesh në rrugë (Cu, Sb, Bi, Au, Ag), duke i marrë ato me vete në vaskën e furrës.

Reduktimi i plumbit nga meçurati (oksidi) i lirë bëhet sipas reaksionit:

PbO + CO ↔ Pb + CObReduktimi fillon në temperatura të ulëta (433 – 485 K) dhe tangohet (përshpejtohet) në temperatura më të larta në prani të përqendrimeve të vogla të SO në gaze.Reduktimi i plumbit nga meçurati (oksidi) bëhet pjesërisht edhe me karbon të ngurtë sipas reaksionit:

PbO + C = Pb + CO

Ky reaksion sipas disa autorëve kryhet që në temperatura të ulëta 673 - 777K, ndërsa sipas të tjerëve kjo temperaturë është 833 - 853 K. Në furrën me bosht, megjithatë, nuk ka kushte për kryerjen më me intensitet të këtij reaksioni sepse aglomerati dhe koksi në të ndodhen në copa të mëdha dhe të ndara në shtresa të veçanta horizontale.Reduktimi mund të kryhet pjesërisht edhe sipas reaksionit:

2PbO + PbS = 3Pb + SO2Gjatë shqyrtimit të kushteve të redukimit të PbO dhe oksideve të tjera në furrën boshtore, nuk mund të nisemi vetëm nga oksidi i lirë. Në aglomerat një pjesë e konsiderueshme e xhamit është e lidhur në silikate lehtësisht të shkrirshme. Silikatet e plumbit shkrihen shpejt në furrë, rrjedhin teposhtë nëpër bosht, mbinxehen dhe tretin oksidet e metaleve të tjera. Për këto arsye, oksidet e Pb, Cu, Fe e të tjerë reduktohen në masë të madhe nga shllaka që rrjedh teposhtë në kontakt me rrymën e gazeve të nxehta reduktuese.

Reaksioni i reduktimit të oksidit nga shllaka në formë të përgjithshme është si vijon:

(MeO) + CO = Me + CO2

Konstanta e ekuilibrit të këtij reaksioni ka formën:

K=P CO\P CO2 × (MeO) P CO\ P CO2 = K\(MeO)

nga e cila shihet se për reduktimin e PbO, apo të ndonjë oksidi tjetër nga shllaka, nevojitet përqendrim aq më i madh i CO në gaze sa më i vogël të jetë përqendrimi i oksidit në shllakë.Reduktimin e plumbit nga silikatet e ndihmojnë bazat më të forta, siç është për shembull CaO, i cili në temperatura të larta e dëbon PbO nga silikati dhe vetë lidhet me SiO2.

$2PbO \times SiO_2 + CaO + FeO + 2\ CO = 2Pb + CaO \times FeO \times SiO_2 + 2\ CO_2$

Sipas këtij reaksioni fitohet plumbi i lëngshëm, shllaka e lëngshme kalcium-terosilikatike dhe gazet. Reduktimi i plumbit nga silikatet e tij kërkon një kohë diçka më të gjatë, për këtë arsye shkrirja e shpejtuar në furrën boshtore nuk rekomandohet.Feritet e plumbit reduktohen lehtë edhe në temperatura të ulëta, si me monoksid karboni ashtu edhe me karbon të ngurtë.

Sulfati i plumbit reduktohet me të njëjtat reduktues si xhami ;

$PbSO_4 + 4\ CO = PbS + 4CO_2$

$2PbSO_4 + 4C = 2\ PbS + 4\ CO_2$

Këto reaksione praktikisht fillojnë në 823 - 903 K dhe shkojnë vetëm deri te sulfidi. Rëndësi më të madhe ka reaksioni i parë, sipas të cilit pothuajse i gjithë $PbSO_4$ në furrën boshtore kalon në PbS. Pjesërisht mund të vijë edhe deri te disociimi i $PbSO_4$ sipas reaksionit:

$PbSO_4 \leftrightarrow PbO + SO_2 + 1\backslash 2\ O_2$

Në prani të SiO_2 kjo shpërbërje përshpejtohet:

$PbSO_4 + SiO_2 = Pb \times SiO_2 + SO_2 + 1\backslash 2\ O_2$

Sulfidi i plumbit gjatë shkrirjes pothuajse plotësisht kalon në gur .Një pjesë e vogël e PbS mund të reagojë me $PbSO_4$, me ç'rast fitohet plumbi metalik.

Në furrën boshtore për plumb mund të marrë pjesë pjesërisht edhe reaksioni i lëngëzimit :

$PbS + Fe \leftrightarrow FeS + Pb$

Me qenë se në aglomerat gjithmonë ka një sasi të caktuar të squfurit sulfidik, atëherë me qëllim të shfrytëzimit më të madh të plumbit, në furrën boshtore shtohen copëza hekuri dhe në këtë mënyrë realizohen kushtet për reaksionin e lëngëzimit.

Bakri në aglomerat gjendet kryesisht në formë të Cu_2O, $Cu_2O \times SiO_2$ dhe Cu_2S. Sulfidi i bakrit Cu_2S nuk i nënshtrohet ndryshimeve kimike gjatë shkrirjes reduktuese dhe kalon në gur . Oksidi Cu_2O sillet ndryshe, gjë që varet nga shkalla e pjekjes së mëparshme.

Nëse në aglomerat është lënë mjaftueshëm squfur që gjatë shkrirjes të krijohet gur i varfër që përmban 10 - 15\% Cu, atëherë Cu2O reagon me sulfidet e metaleve të tjera, për shembull:

Oksidi i bakrit reduktohet lehtë deri në bakër metalik sipas reaksioneve:

$Cu_2O + CO = Cu + CO_2$

$Cu_2O + C = 2\ Cu + CO$

Bakri metalik në prani të komponimeve të squfurit në ngarkesë kalon në sulfid:

$2\ Cu + FeS \leftrightarrow CuS + Fe$

me ç'rast Cu_2S kalon në gur.

Zinku në aglomerat gjendet kryesisht në formë të ZnO, ZnS dhe $ZnSO_4$. Sulfati i zinkut në procesin e shkrirjes në furrën boshtore mund të disociohet pjesërisht sipas reaksionit:

$2\ ZnSO_4 \leftrightarrow 2\ ZnO + 2\ SO_2 + O_2$

dhe pjesërisht të reduktohet:

$ZnSO_4 + 4CO = ZnS + SO_2$

Sulfidi i zinkut – ZnS është një përbërës shumë i dëmshëm i ngarkesës. Me rastin e shkrirjes kalon në skorie dhe gur. Duke kaluar në skorie, ZnS rrit peshën e saj specifike dhe pikën e shkrirjes.Kalimi në gur ia zvogëlon peshën specifike, ndërsa ia rrit temperaturën e shkrirjes, gjë që krijon vështirësi gjatë ndarjes së shllakës nga guri. Nëse aglomerati përmban shumë ZnS, atëherë në vatrën e furrës në sipërfaqen e gurit mund të krijohet një shtresë e veçantë e gurit nga ZnS, e cila pengon ndarjen e rregullt të produkteve të shkrirjes. Kjo lloj guri mund të krijojë shtresa në muret e vatrës dhe korë të fortë në sipërfaqen e plumbit të lëngshëm. Këto dukuri çojnë në prishjen e punës normale të furrës dhe shpesh janë shkak i ndërprerjes së saj.Në proces mund të vijë deri te reduktimi i ZnS sipas reaksionit:

$ZnS + Fe = Zn + FeS$

Avujt e zinkut të fituar sipas këtij reaksioni largohen me gazet në shtresat e sipërme të furrës dhe oksidohen me O_2, H_2O dhe CO_2. Oksidimi i avujve të zinkut bëhet sipas reaksioneve:

$Zn + CO_2 = ZnO + CO$

$2\ Zn + O_2 = 2\ ZnO$

$Zn + H_2O = ZnO + H_2$

ZnO i krijuar depozitohet në muret e furrës dhe ndihmon në krijimin e shtresave . Reduktimi i ZnO kryhet mjaft vështirë. Për këtë qëllim nevojitet një atmosferë shumë reduktuese dhe temperatura mbi 1273 K ; me ç'rast zhvillohen reaksionet e mëposhtme:

$ZnO + CO = Zn + CO_2$

$ZnO + C = Zn + CO$

Avujt e zinkut marrin me vete edhe avujt e plumbit dhe të argjendit.

Roli i dëmshëm i zinkut zvogëlohet dukshëm nëse ai në agregat gjendet në formë të ZnO. Në këtë rast ZnO tretet në CaO - FeO - SiO_2, dhe kjo kaq më shumë sa më shumë që ato përmbajnë FeO e më pak CaO dhe SiO_2.Për këto arsye, te përmbajtja më e madhe e zinkut në koncentrat kërkohet që pjekja të kryhet sa më plotësisht dhe që gjatë shkrirjes të krijohet skorie bazike me përmbajtje të lartë të FeO.Hekuri në aglomerat gjendet në formë të Fe_2O_3, pjesërisht si Fe_3O_4 dhe në sasi të vogël si FeO. Një pjesë e Fe_2O_3 lidhet me oksidet e metaleve të tjera dhe jep feritet përkatëse: të plumbit, bakrit, zinkut e të tjerë. Në atmosferën reduktuese të furrës boshtore gjatë shkrirjes së plumbit mund të ekzistojnë vetëm dy okside hekuri: Fe_3O_4 dhe FeO, meqë Fe_2O_3 reduktohet lehtë dhe shpejt sipas reaksionit:Reaksioni kryhet në temperatura më të ulëta dhe me përqendrime shumë të vogla të CO. Reduktimi i magnetitit Fe_3O_4 deri në FeO kryhet në një atmosferë më të shprehur reduktuese sipas reaksionit:

$Fe_3O_4 + CO = 2\ FeO + CO_2$Për reduktimin e plotë të FeO deri në Fe nevojitet një atmosferë shumë e fortë reduktuese dhe temperaturë e ngritur. Këto kushte nuk realizohen në furrën boshtore për plumb e as nuk janë të dëshirueshme, sepse plumbi metalik i fituar krijon shtresa. Në furrë FeO i krijuar krijon silikate:

$2\ FeO + SiO_2 = 2\ FeO \times SiO_2$

i cili kalon në shllakë. Hekuri kalon në shllakë kryesisht në formë të monosilikatit, gjegjësisht $2FeO \times SiO_2$, nën ndikimin e të cilit shllaka bëhet më e rrjedhshme me peshë më të madhe specifike dhe me aftësi të rritur për tretjen e sulfideve dhe ZnO.

Sulfidi i hekurit FeS me sulfidet e metaleve të tjera krijon gurë.

3.2.1 Shkrirja në furrë boshtore

Furra boshtore për plumb është agregat metallurgjik i cili shërben që në të të krijohen kushte të përshtatshme për reduktimin e oksidit të plumbit dhe metaleve të tjera deri në gjendje metalike.Sot në botë ekzistojnë shumë lloje të ndryshme të furrave boshtore. Ndryshimet konstruktive shihen në prerjen e furrës në zonën e fryrësve (prerja mund të jetë drejtkëndëshe, rrethore apo eliptike), pastaj në numrin e rreshtave të fryrësve (mund të kenë një apo dy rreshta fryrësish), mënyrën e zbrazjes së plumbit dhe shllakës (zbrazje periodike apo me vazhdimësi e shllakës dhe plumbit) e të tjera.Në Shkrirjen e plumbit ekzistojnë tri furra boshtore prej të cilave dy janë të tipit "Port Piri" (furra A dhe B) me dy rreshta fryrësish dhe një e tipit (furra C) me një rresht fryrësish. Ngarkesën për shkrirje në furrat boshtore e përbëjnë aglomerati, koksi, xhami i plumbit dhe materialet e tjera të plumbit të përshtatshme për përpunim në furra.Komponentët e sipërpërmendur të ngarkesës dozohen sipas peshës së caktuar përmes vibrofurnizuesit në peshore me qëllim që materiali të peshohet. Pas peshimit, materiali me vibrator magnetik hidhet në transportierin e çelikut prej nga ngarkesa me transportierin prej gome përmes makinës mbushëse futet në furrë.Mbushja e rregullt e materialit ka rëndësi vendimtare për punën e furrës boshtore prandaj kësaj i kushtohet rëndësi e madhe. Materialet duhet të shtrohen me shtresa në të gjithë sipërfaqen në furrë, sepse grumbullimi dhe shtresëzimi i ngarkesës ka efekt negativ në punën e mëtejshme të furrës. Për shkak të kësaj rëndësie të madhe të mbushjes së furrës, këtë duhet ta kryejë personi i kualifikuar i cili "ngjet" makinën mbushëse nga njëri skaj në skajin tjetër të furrës dhe fut në mënyrë të barabartë sasitë e përcaktuara saktë të materialit.

Regjimi i ajrit dhe gazeve është gjithashtu një element i rëndësishëm që ndikon në punën e furrës. Ajri fryhet në furrë përmes grykave të fryrjes. Fillimisht, puna e furrave shahte bëhej përmes dy rreshtave të grykave, por mes të tjerash, për shkak të vështirësive të mëdha në rregullimin e ajrit, u kalua në fryrjen e ajrit vetëm me një rresht grykash.Pas ngarkimit të materialit në furrë dhe fryrjes së ajrit, vjen deri te djegia e koksit në zonën e grykave, gjë që sjell çlirimin e një sasie të caktuar nxehtësie. Në afërsi të drejtpërdrejtë të grykave krijohet një zonë e temperaturave të larta, e ashtuquajtura "zona e fokusit". Në këtë zonë, karboni nga koksi digjet me ndihmën e oksigjenit nga ajri sipas reaksionit:

C + O2 = CO2Sasia e oksigjenit që futet me ajër bie gradualisht në minimum, ndërsa sasia e CO2 në këtë zonë rritet në maksimum. Me kalimin përmes koksit të skuqur, CO2 reduktohet në CO sipas reaksionit:

C + CO2 = 2COZhvillimi i këtij reaksioni varet nga temperatura, cilësia e koksit, përbërja granulometrike e koksit në furrë etj. Nëse shtresa e koksit është më e madhe dhe temperatura më e lartë, atëherë kushtet për zhvillimin e reaksionit nga e majta në të djathtë janë më të favorshme, përqindja e CO në gaze rritet dhe atmosfera në furrë bëhet më reduktuese. Aftësia reduktuese e furrës rritet gjithashtu me lartësinë e shtyllës në furrë. Në praktikë është vërtetuar rregullsia se nëse furra ngarkohet deri në majë dhe kështu mbahet gjatë procesit, përmbajtja e plumbit dhe e metaleve me vlerë në hir është më e ulët. Këtu ndikojnë dy faktorë: niveli më i lartë i atmosferës reduktuese dhe koha më e gjatë e reduktimit.Fokusi i furrës ka ndikim në reduktim. Fokusi i furrës është pjesa e vëllimit të furrës ku temperatura është më e larta. Ai shtrihet 0.5 – 1 m mbi nivelin e grykave dhe është pjesa e furrës ku koksi digjet dhe çliron nxehtësi. Prandaj, gjendja e fokusit, homogjeniteti i tij, temperatura e lartë etj. ndikojnë në aftësinë reduktuese të furrës, shkrirjen dhe paranxehjen e fazave të lëngshme si dhe në ecurinë e përgjithshme të furrës.

Reaksionet kryesore të reduktimit të oksidit të plumbit zhvillohen sipas ekuacioneve:

1. C + O2 = CO2
2. CO2 + C = 2CO
3. PbO + C = Pb + CO
4. PbO + CO = Pb + CO2

Reaksioni 3, për shkak të kontaktit të vogël mes dy fazave të ngurta, është shumë më pak i pranishëm në procesin e reduktimit sesa reaksioni nën numrin 4.Mbi renditjen dhe tendencën e zhvillimit të ndonjë reaksioni mund të gjykohet nga vlera e potencialit izobar të reaksionit të dhënë. Në një shumëllojshmëri reaksionesh, së pari do të zhvillohet ai që ka vlerën absolute më të madhe të potencialit izobar.Produktet e lëngshme të shkrirjes mblidhen në vatrën e furrës ku vjen deri te ndarja e tyre në shtresa. Plumbi si produkt specifikisht më i rëndë lắngohej në fund të vatrës, ndërsa hiri si më i lehtë mbetej mbi të. Hiri dhe plumbi nga furra shkarkohen në dy mënyra: në mënyrë periodike ose të vazhdueshme.

Mënyra periodike e shkarkimit të plumbit dhe hirit është përdorur deri në vitin 1977. Ky proces i shkarkimit të plumbit dhe hirit kërkonte shumë punë fizike dhe kontroll të vazhdueshëm të krijimit të hirit përmes grykave të fryrjes. Mosvërejtja me kohë e krijimit dhe e shkarkimit të hirit nga furra mund të çonte në bllokimin e grykave, e si pasojë e kësaj shpesh ndodhnin çrregullime të mëdha në punën e furrës, madje edhe ndërprerje të paplanifikuara të furrës.Mënyra e vazhdueshme e shkarkimit të plumbit dhe hirit kërkon dukshëm më pak punë fizike, mundësia e bllokimit të grykave është shumë më e vogël dhe përqindja e humbjes së Pb me hirin është reduktuar për pothuajse 40%.Plumbi i papërpunuar, përmes hapjes së shkarkimit dhe kanaleve për plumb, derdhet në vagona me fund të double cilët ftohen me ujë, ndërsa hiri përmes currilat të ujit granulohet dhe depozitohet në halda.

3.3. Produktet e shkrirjes në furrën shahte

Produktet e shkrirjes në furrën shahte janë:

- Plumbi i papërpunuar
- Hiri (Zgjyra)
- Gazet me pluhur

3.3.1. Plumbi i papërpunuar

Plumbi i papërpunuar është produkti kryesor i furrave shahte. Ai përmban 95–97% Pb dhe 3–5% primesa si: bizmut, arsen, antimon, bakër, mezin, argjend, ar dhe metale të tjera.

Tabela nr. 5: Përbërja e plumbit të papërpunuar

Pb%: 96.5 | Bi%: 0.200 | As%: 0.187 | Sb%: 0.791 | Cu%: 0.360 | Ag(gr/t): 2000 | Au(gr/t): 3

I këtillë plumbi nuk mund të përdoret, për këtë arsye bëhet rafinimi i tij.Primesat që gjenden në plumb kanë ndikim të dëmshëm në cilësinë e tij: rritin fortësinë e tij, zvogëlojnë cilësinë, vështirësojnë marrjen e të bardhës së plumbit dhe glazurës, zvogëlojnë rezistencën ndaj veprimit të acideve dhe metaleve të tjera. Nga këto arsye bëhet standardizimi i plumbit të pastër i cili nuk ose të përmbajë më shumë se 0.008 – 0.01% papastërti. Arritja e këtij cilësie kërkon rafinim të kujdesshëm, detyra e të cilit është ndarja e primesave nga plumbi dhe marrja e metaleve me vlerë.

3.3.2. Hiri (Zgjyra)

Hiri paraqet një tretësirë oksidesh të ndryshme të cilat mes vete formojnë komponime të ndryshme kimike. Hiri rregullisht përmban sulfide metalesh, gaze, metal në formë metalike, diçka nga metalet fisnike e të rralla etj.

Hiri në procesin klasik pirometallurgjik është pjesëmarrës i pashmangshëm dhe ai ka disa kërkesa që duhet t'i plotësojë që procesi të zhvillohet siç duhet, e ato janë:

- Të ketë peshë specifike përkatëse që siguron ndarjen maksimale nga faza e lëngshme metalike – plumbi;
- Të zotërojë viskozitet përkatës ashtu që gjatë shkarkimit të mos tërheqë pika metalike;
- Të ketë tension sipërfaqësor përkatës;
- Të zotërojë bazicitet ose aciditet përkatës, varësisht nga kërkesat e procesit etj.

Raporiti i përbërësve bazë në hir varet nga përmbajtja e ZnO në hir. Hiri në Shkriroren e plumbit në Trepçë ka këtë përbërje:

- CaO: 20%
- SiO2: 22%
- ZnO: 10%
- O3: 5%
- MgO: 3%
- Pb: 0.8–1.5%
- S: 2%

Sipas punës së shkrirëtoreve të tjera dhe përvojës sonë të doshtme, punë e favorshme e furrave shahte arrihet te hiri në të cilin raporti i oksideve është si vijon:

CaO : SiO2 : FeO = 1 : (1.1 deri 1.2) : (1.6 deri 1.8)

Këta përbërës duhet të jenë në të njëjtin raport të përmendur më sipër edhe në ngarkesë për pjekje, përkatësisht në aglomerat.

3.3.3. Gazet me pluhur

Në procesin e shkrirjes shahte çlirohet një sasi e madhe gazesh, të cilat me vete bartin edhe pluhur. Te puna normale e furrës shahte, temperatura e gazeve dalëse lëviz mes 373–425 K, prandaj këto gaze para lëshimit në atmosferë dërgohen për pastrim. Gazet nga furra me ndihmën e ventilatorëve dërgohen në filtra mekanikë ku ndalet pluhuri, e më pas gazi me shumë pak pluhur largohet përmes oxhakut në atmosferë.Puna e furrave shahte në masë të madhe është e kushtëzuar me ventilimin me spërkatje rreth furrës. Gjatë lëshimit të plumbit dhe hirit, nga furra dalin gaze shumë të dëmshme dhe avuj plumbi të cilët, nëse nuk mblidhen dhe nuk largohen siç duhet, ndotin ambientin e punës rreth furrës. Pasojë e kësaj janë helmimet e punëtorëve që punojnë rreth furrës. Këtij problemi duhet t'i qaseshet me shumë përgjegjësi sepse gazet dhe avujt që shfaqen gjatë lëshimit të produkteve janë katastrofale për shëndetin, jo vetëm të të punësuarve rreth furrës, por edhe të gjithë rrethit.

4. PËRMBLEDHJE

Punimi i diplomës me temë **"Shkrirja e aglomeratit të plumbit në furrat shahte"** trajton procesin teknologjik të përfitimit të plumbit nga koncentratet e tij, me theks të veçantë në pjekjen aglomeruese dhe shkrirjen reduktuese në furrën shaht. Në punim paraqiten bazat teorike dhe teknologjike të përpunimit pirometalurgjik të koncentrateve të plumbit, duke filluar nga karakteristikat e mineraleve dhe xeheve të plumbit deri te përfitimi i plumbit të papërpunuar dhe rafinimi i tij.

Fillimisht trajtohet zhvillimi historik i metalurgjisë së plumbit, mineralet kryesore të tij dhe mënyrat e përfitimit të plumbit. Vëmendje e veçantë i kushtohet koncentrateve sulfide të plumbit, të cilat përbëjnë lëndën kryesore për proceset pirometalurgjike. Përpara shkrirjes, koncentratet i nënshtrohen procesit të **pjekjes aglomeruese**, gjatë së cilës sulfidet oksidohen dhe shndërrohen kryesisht në okside, sulfate dhe komponime të tjera, duke krijuar një aglomerat me veti të përshtatshme për shkrirje.

Punimi përshkruan përgatitjen e ngarkesës, e cila përfshin dozimin, përzierjen, homogjenizimin, lagështimin dhe granulimin e materialeve. Gjithashtu trajtohet procesi i pjekjes në makinën aglomeruese, ku zhvillohen fazat e tharjes, ngrohjes, ndezjes, oksidimit të sulfideve, aglomerimit dhe ftohjes. Si produkte të këtij procesi përfitohen aglomerati, materiali i kthyeshëm dhe gazrat me pluhur. Aglomerati i përgatitur më pas përdoret si lëndë kryesore për procesin e shkrirjes në furrën shaht.

Pjesa kryesore e punimit i kushtohet **shkrirjes reduktuese të aglomeratit të plumbit në furrën shahte**. Në këtë proces, aglomerati dhe koksi futen në pjesën e sipërme të furrës, ndërsa ajri furnizohet përmes grykave të fryrjes. Djegia e koksit krijon temperaturën e nevojshme dhe, nëpërmjet formimit të monoksidit të karbonit (CO), krijohet atmosfera reduktuese që mundëson reduktimin e oksideve të plumbit në plumb metalik. Reaksionet kryesore përfshijnë reduktimin e PbO me CO dhe, në masë më të vogël, me karbon të ngurtë.

Gjatë shkrirjes studiohet edhe sjellja e komponentëve të tjerë të aglomeratit, si zinku, bakri dhe hekuri, të cilët ndikojnë në formimin dhe vetitë e skorjes, si dhe në cilësinë e plumbit të përfituar. Produktet kryesore të procesit janë **plumbi i papërpunuar, skorja dhe gazrat me pluhur**.

Plumbi i papërpunuar përmban, përveç plumbit, edhe papastërti si bakër, arsen, antimon, bismut, argjend dhe ar, prandaj nuk mund të përdoret drejtpërdrejt për qëllime teknike.

Në punim trajtohet gjithashtu **rafinimi i plumbit bruto**, i cili ka për qëllim largimin e papastërtive dhe përfitimin e plumbit me pastërti të lartë. Përshkruhen fazat kryesore të rafinimit pirometalurgjik, duke përfshirë dekupërimin, largimin e arsenikut dhe antimonit, dezargjentimin, dezinkimin, debismutimin dhe rafinimin përfundimtar.

Në përfundim, punimi thekson rëndësinë e kontrollit të përbërjes së ngarkesës, temperaturës, furnizimit me ajër, cilësisë së koksit dhe përbërjes së skorjes për funksionimin e qëndrueshëm dhe efikas të furrës shahte. Një rëndësi të veçantë i kushtohet edhe pastrimit të gazrave dhe pluhurit, pasi proceset e përpunimit të plumbit mund të shkaktojnë ndotje të mjedisit dhe rrezik për shëndetin e punëtorëve. Për këtë arsye, kontrolli i proceseve teknologjike dhe sistemet e përshtatshme të pastrimit të gazrave janë elemente të domosdoshme të teknologjisë moderne të metalurgjisë së plumbit.

5. SUGJERIME

Bazuar në analizën e proceseve të pjekjes aglomeruese dhe shkrirjes së aglomeratit të plumbit në furrën shahte, mund të jepen disa sugjerime për përmirësimin e procesit teknologjik, rritjen e efikasitetit dhe zvogëlimin e humbjeve të plumbit.

1. **Kontroll më i mirë i përbërjes së ngarkesës.** Duhet të sigurohet dozimi dhe përzierja sa më e saktë e koncentratit, aglomeratit, materialeve të kthyeshme, fondantëve dhe koksit. Një përbërje homogjene e ngarkesës ndikon drejtpërdrejt në qëndrueshmërinë e procesit të shkrirjes.
2. **Përmirësimi i cilësisë së aglomeratit.** Aglomerati duhet të ketë granulometri, porozitet dhe qëndrueshmëri të përshtatshme, në mënyrë që të sigurohet qarkullim i mirë i gazeve dhe reduktim sa më efikas i oksideve të plumbit në furrën shahte.
3. **Kontrolli i temperaturës dhe regjimit të ajrit.** Duhet të kontrollohen vazhdimisht temperatura në zonën e fokusit, sasia e ajrit të furnizuar dhe përbërja e gazeve. Ruajtja e një atmosfere të përshtatshme reduktuese ndihmon në rritjen e shkallës së përfitimit të plumbit.
4. **Përdorimi racional i koksit.** Cilësia dhe granulometria e koksit duhet të jenë të përshtatshme për procesin. Konsumi i tepërt i koksit rrit kostot dhe mund të ndikojë në regjimin termik të furrës, ndërsa mungesa e tij mund të shkaktojë reduktim jo të plotë të oksideve.
5. **Zvogëlimi i humbjeve të plumbit në skorje.** Përbërja e skorjes duhet të kontrollohet në mënyrë të vazhdueshme, veçanërisht raporti ndërmjet CaO, SiO_2 dhe FeO. Qëllimi duhet të jetë përfitimi sa më i madh i plumbit në fazën metalike dhe minimizimi i sasisë së plumbit që largohet me skorjen.
6. **Kontrolli i zinkut në proces.** Përmbajtja e lartë e zinkut mund të shkaktojë vështirësi në funksionimin e furrës dhe formimin e shtresave në muret e saj. Për këtë arsye, duhet të kontrollohet përbërja e lëndës së parë dhe të sigurohen kushte të përshtatshme të pjekjes dhe të shkrirjes.
7. **Përmirësimi i sistemit të pastrimit të gazeve.** Gazrat dhe pluhuri që krijohen gjatë pjekjes dhe shkrirjes duhet të kapen dhe të pastrohen në mënyrë sa më efikase. Veçanërisht duhet t'i kushtohet rëndësi kapjes së pluhurit dhe avujve që përmbajnë plumb, si dhe trajtimit të gazeve me SO_2.
8. **Monitorim i vazhdueshëm i plumbit të papërpunuar.** Përbërja kimike e plumbit bruto duhet të kontrollohet rregullisht për të përcaktuar përmbajtjen e Pb dhe të papastërtive si Cu, As, Sb, Bi, Ag dhe Au. Kjo mundëson përcaktimin më të saktë të mënyrës së rafinimit.

9. **Mirëmbajtje e rregullt e furrës.** Kontrolli dhe mirëmbajtja periodike e furrës, grykave të fryrjes, sistemit të furnizimit dhe pajisjeve të shkarkimit janë të domosdoshme për të parandaluar ndërprerjet e procesit dhe për të ruajtur kapacitetin e prodhimit.
10. **Rritja e sigurisë në punë.** Për shkak të toksicitetit të plumbit dhe komponimeve të tij, duhet të sigurohet ventilim dhe aspirim i mirë në zonën e punës, si dhe pajisje të përshtatshme mbrojtëse për punëtorët. Monitorimi i ekspozimit ndaj plumbit dhe pluhurave metalurgjikë duhet të jetë pjesë e rëndësishme e kontrollit të punës.

Në përgjithësi, përmirësimi i procesit të shkrirjes së aglomeratit të plumbit duhet të bazohet në kontrollin e vazhdueshëm të lëndëve të para, parametrave teknologjikë, produkteve të shkrirjes dhe gazeve të shkarkuara. Zbatimi i këtyre masave mund të kontribuojë në rritjen e rikuperimit të plumbit, uljen e humbjeve në skorje, përmirësimin e kushteve të punës dhe zvogëlimin e ndikimit në mjedis.

6. LITERATURA

F.M. Loskutov, Metalurgija olova, Moskva, 1965.

M. Spasić i
D. Vučurović, Metalurgija olova i cinka, Beograd, 1970.

D.A. Demidovski,
L.M. Šajigin, Proračun procesa i peći u obojenoj metalurgiji, Moskva, 1963.

M.G. Glinkov, Opšta teorija peći, Moskva, 1978.
B.C. Mastokov, Teorija, konstrukcija i proračun peći, Moskva, 1978.
B.A. Krivandin, Teorija, konstrukcija i proračun peći, Moskva, 1978.
V. Djokić, Metalurgija sirovog olova u Trepči, Zvečan, 1982.
A.A. Vagin, Goriva za metalurške peći, Moskva, 1978.
M. Jovanović, Energetika metalurških peći, Beograd, 1977.
Z. Petrović, Energetika metalurških peći, Beograd, 1976.