

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Алтынов Руслан

Қорғасын концентраттарын шахталық балқыту

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

_____ М. Б. Барменшинова

«_____» _____ 2020 ж.

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Қорғасын концентраттарын шахталық балқыту»

Мамандығы 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Р. Алтынов

Ғылыми жетекшісі:

техн. ғыл. магистрі

_____ А. А. Бекишева

«_____» _____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – «Металлургия»

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

_____ М.Б. Барменшинова

« _____ » _____ 2020 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Алтынов Руслан

Тақырыбы «қорғасын концентраттарын шахталық балқыту»

Университет ректорының 2020 жылғы «27» қаңтар №762б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «11» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері диплом алдындағы тәжірибе
кезінде жиналған материалдары

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Кіріспе

б) Технологиялық бөлім

в) Қорытынды

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдарының _____ слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет _____ 4 атаудан

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.02.2020ж.	
Әдеби шолу	25.03.2020ж.	
Технологиялық бөлім	08.04.2020 ж.	
Металлургиялық есептеулер	15.04.2020ж.	
Қорытынды	30.04.2020ж.	

Дипломдық жұмыстың бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	А.А.Бекишева, техника ғылымдарының магистры		
Норма бақылау	А.Н. Таймасова, техника ғылымдарының магистрі		

Ғылыми жетекші _____ А. А. Бекишева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Р. Алтынов

Күні _____ «__» _____ 2020 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, тараулардан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс компьютерде орындалған 37 беттерден, 7 кесте және 2 суреттен тұрады. 4 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Осы дипломдық жұмысты қорғасын материалын шахталық балқыту технологиясы қарастырылады.

Жұмыс барысында материалдық баланс, жылу есебі, технологиялық режимді негіздеу, негізгі жабдықты таңдау есептері орындалды.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, глав, заключения и списка использованной литературы. Работа изложена на 37 страницах компьютерного набора, 7 таблиц и 2 рисунок. Список использованной литературы содержит 4 наименований.

В настоящем дипломном работе рассматривается технология шахтной плавки свинцового материала.

В работе выполнен расчет материального баланса, теплового расчета, обоснование технологического режима, выбора основного оборудования.

ANNOTATION

The thesis consists of a task, an introduction, chapters of the conclusion and a list of references. The work is presented on 37 pages of a computer set, 7 tables and 2 figures. The list of references contains 4 titles.

In this thesis, the technology of mine melting of lead material is considered.

In this paper, the calculation of the material balance, thermal calculation, justification of the technological mode, the choice of the main equipment.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Қорғасын өндіруге арналған шикізат	12
2 Қорғасын агломераттын шахталық балқыту технологиясы	15
2.1 Шахталық қалпына келтіріп балқыту процесінің химизмі	19
2.2 Шахталық қалпына келтіріп балқыту өнімдері	22
3 Технологиялық есептер	24
Қорытынды	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қорғасынның физикалық және химиялық қасиеттері.

Қорғасын - Д.И.Менделеевтің периодтық кестесіндегі төртінші топтың элементі, сұр-ақ түсті металл, 82 атомдық нөмірі, 207,19 атомдық массасы, 2 немесе 4 валенттілігі. Қорғасынның балқу температурасы 327,4 °С, қайнау температурасы 1745 °С.

Қатты қорғасын тығыздығы 11,336 г / см³. Металл сұйық күйге өткеннен кейін температураның жоғарылауымен оның тығыздығы 328-750 °С-ден 10,68-ден 10,19 г/см³-ге дейінгі аралықта төмендейді.

Механикалық қасиеттері жоғары емес: бринель бойынша қаттылығы 28-42 МПа, металл – жұмсақ, пластикалық, жұқа фольгаға оңай илектеледі.

Қорғасынның меншікті жылу сыйымдылығы 18° кезінде 0,12 кДж/кг•К, ал сұйық металл – 0,142 кДж/кг•к тең. Сұйық күйге ауысқан кезде қорғасынның балқу жылуы 5,1 кДж/моль, қорғасынның булану жылуы (қайнау температурасы кезінде) 175-177 кДж/моль құрайды.

Сұйық күйдегі қорғасын сұйық ағынды, оның тұтқырлығы 340-550 °С аралығында 1,89-ден 1,23 мПа•с дейін өзгереді.

Қалайы, мырыш, кадмий, мыс, висмут, сүрме, кальций, сынап, алтын, күміс және т.б. металдармен қорытпалар мен қатты ерітінділерді құрайды. Бұл металдың ерекшелігі - ол темірді ерітпейді. Бұл болат пен шойыннан жасалған аппаратурада жоғары температураларда да металлургиялық операцияларды жүргізуге мүмкіндік береді.

Қорғасын, басқа металдармен салыстырғанда, рентген сәулелерін сіңіру ең жоғары массалық коэффициенті бар.

Химиялық тұрғыдан қорғасын жеткілікті инертті. Ылғалды ауада ол баяу тотығады, PbO тығыз пленка немесе оны одан әрі тотығудан сақтайтын негізгі көмірқышқыл және күкіртқышқыл тұздары пайда болады. Қорғасын O₂, SO₂, H₂, N₂, CO және CO₂ сияқты газдар дерлік ерімейді.

Сулы ерітінділерінде қорғасынның қалыпты электродтық әлеуеті $\phi_0 = -0,126$ В. әдетте, қорғасындағы сутегінің кернеуінен қарағанда аз.

Бөлме температурасында қорғасын күкірт және тұз қышқылдарының сұйылтылған ерітінділерімен реакция түспейді, бірақ азотта жақсы ериді. Қорғасынның күкірт және тұз қышқылдарындағы тұрақтылығы оның бетінде суда ерімейтін сульфаттар мен қорғасынның хлоридтерінің пайда болуымен түсіндіріледі.

Қорғасын аммиактың су ерітіндісіне, хлорға, сілтілерге және органикалық майларға төзімді.

Температура жоғарылаған кезде ауадағы оттегімен қорғасын бірқатар химиялық қосылыстар түзеді: Pb₂O, PbO, Pb₂O₃ және Pb₃O₄. Соңғы қосылыс бояуларды жасау үшін кеңінен қолданылады. Қорғасынның барлық оттегі қосылыстары (PbO-дан басқа) тұрақсыз және PbO мен O₂-ге ыдырайды.

Барлық қорғасын оксиді металлургия үшін ең маңызды глет (PbO). Осындай реакция пайда болады:



Глеттің тығыздығы 9,35 г/см³. Еріту температурасы 886 °С, қайнау температурасы 1 472 °С.

200 °С жоғары қыздыру кезінде глет сутегімен және көміртегі оксидімен металл қорғасынға дейін қалпына келтіріледі. Қорғасын балқымасын қалпына келтіру үшін глеттің осы қасиеті негізге алынған.

Жоғары температураларда глет басқа элементтердің оксидтерімен өзара әрекеттеседі силикаттар (xPbO•ySiO₂), ферриттер (xPbO•yFe₂O₃), плюмбиттер (xMeO•yPbO, мұнда Me – Ca, Mg және басқалар) түзіледі. Бұл глеттің қасиеті қорғасын концентраттарын агломерациялайтын күйдіру кезінде қолданылады.

Қорғасынды тұтыну салалары осы металдың физикалық-химиялық және механикалық қасиеттері бойынша ерекшеліктерімен анықталады.

Қорғасынның бас тұтынушысы аккумулятор өнеркәсібі. Бұл мақсат үшін өндірілетін қорғасынның 30-45% жұмсалады. Қорғасынның едәуір саны 15-20% электр техникалық өнеркәсіптің қажеттіліктеріне кабельдер мен олардың жабындарын дайындау үшін қолданылады. Қорғасынды қолданудың маңызды саласы – тетраэтил қорғасынның өндірісі (6-22 %), ол бензинге оның сапасын жақсарту үшін қосады. Қорғасынның жақсы коррозияға қарсы қасиеттері оны химия және металлургия өнеркәсібінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорғасынның 5-тен 15% - ға дейін басқа металдармен қорытпалар түрінде тұтынылады. Қорғасынның қалайы, кальциймен, мырышпен қорытпалары, құрамында әр түрлі пропорцияда сурьма, мыс, мышьяк, кадмий, қола, баббиттер, жез кең таралған. Бұл қорытпалар машина жасау және электротехникада қолданылады. Қорғасын баспаханалық қорытпаның құрамына кіреді.

Атом энергетикасын дамыту гамма-сәулеленуден қорғау туралы мәселе қойды. Қорғасын басқа материалдардан жақсы гамма - сәулелерді жұтып алады, сондықтан қорғау құралы ретінде осы салада кеңінен қолданылады.

Лак-бояу өнеркәсібінде қорғасын оксидтерінен Pb₃O₄ суригі кеңінен қолданылады. Бұл металды қолданудың жаңа перспективалы салаларынан электроника мен энергетиканы атап өткен жөн, онда кең ауқымда ферриттер мен қорғасын негізіндегі басқа да қосылыстарды пайдалану көзделіп отыр. Қорғасынның органикалық қосылыстарын минералды майлайтын майларға антифрикциялық қоспалар ретінде пайдалану әдістері әзірленуде.

Балқыту қондырғыларында глет пештің кірпіштерімен белсенді түрде әрекеттеседі, оны бұзады.

Қорғасын (силикаттар, ферриттер, плюмбиттер) күрделі қосылыстарының балқымасынан қорғасын көміртегі оксидімен және кокспен металл күйіне дейін қалпына келтіруге болады. Әсіресе, бұл процесс 900 °С жоғары температурада өтеді:



Глет – күшті тотықтырғыш және Fe, Cu, Zn, Bi, As, Sb, S және басқа да элементтер балқымасында оңай тотықтырады. Бұл глеттің қасиеті қорғасын қоспаларынан тазарту (тазарту) кезінде қолданылады.

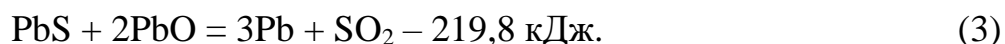
Қорғасын сульфиді PbS табиғатта галенит минералы түрінде кездеседі.

Оның тығыздығы 7,23-7,59 г / см³. Балқу температурасы 1 114 °С, қайнау температурасы – 1 281°с.

Ауада қыздыру кезінде PbO және PbSO₄ түзуімен тотығады.

Тотығу 100 °С жоғары температурада басталады және 400-500 °С кезінде қарқынды өтеді.

Қорғасын сульфидінің және глеттің қоспасын қыздыру кезінде реакция өтуі мүмкін:



Сульфидтің бұл қасиеті қорғасын концентраттарын реакциялық балқытудың негізіне алынған.

Күкіртке өте жақын металдармен (Mn, Cu, Fe, Sn, Zn) галенит өзара іс-қимыл жасайды, олардың сульфидтендіреді:



Қорғасын сульфидінің бұл қасиетінде 1 000 °С жоғары температурада жүзеге асырылатын тұндырып балқыту процесі негізделген.

Қорғасынның және оның қосылыстарының салыстырмалы төмен температура кезінде жоғары ұшқышлығы металлургия өндірісінде оның жоғалуына алып келеді және қорғасын зауыттарында тозақ аулаудың жетілдірілген жүйесін ұйымдастыру қажеттілігін негіздейді, қорғасын өндірісін ұйымдастыру кезінде немесе өнеркәсіптің басқа салаларында осы металмен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік техникасы бойынша қосымша шаралар қабылдауға мәжбүр етеді.

1 Қорғасын өндіруге арналған шикізат

Металдардың негізгі шикізат көзі жер қабығы болып табылады, онда олардың құрамы мынадай шамалармен сипатталады, салмағы бойынша %: 7,45 Al; 4,42 Fe; 2,4 Na; 2,35 K; 2,35 Mg; 0,6 Ti; 0,1 Mn; 0,02 Zn; 0,02 Ni; 0,01 Cu; $8 \cdot 10^{-3}$ Sn; $2 \cdot 10^{-3}$ Co; $1,6 \cdot 10^{-3}$ Pb; $5 \cdot 10^{-4}$ Cd; $5 \cdot 10^{-4}$ As; $5 \cdot 10^{-4}$ Sb; $5 \cdot 10^{-5}$ Ag; $5 \cdot 10^{-7}$ Au.

Келтірілген мәліметтерден, жер қыртысындағы қорғасынның қоры маңызды екенін көруге болады. Қорғасын өндіруге арналған негізгі шикізат қорғасыннан басқа, бірқатар ілеспелі металдар бар полиметалл кендері болып табылады. Қазіргі уақытта негізінен сульфидті полиметалл, карбонатты және силикатты жыныстарда жатқан кен орындарының өнеркәсіптік маңызы бар.

Полиметалл құрамында қорғасын бар кендерде жеке компоненттердің құрамы мынадай сандармен сипатталады, %: 0,3–4 Pb; 0,5–12,8 Zn; 0,2–2,9 Cu; 8–25 Fe; 0,002–0,01 Ni; 0,004–0,05 Cd; 0,002–0,01 Co; 0,001–0,015 Bi; 0,004–0,05 Sb; 7–30 S; 0,005–0,01 As; 0,0001–0,001 In; 0,0003–0,001 J; 0,001–0,005 Se; 0,0001–0,002 Tl; 0,0001–0,002 Te; 0,2–0,3 г/т Au; 5–100 г/т Ag.

Сульфидті кендердегі негізгі минералдар: галенит (PbS), сфалерит және вюрцит (ZnS), марматит ($n\text{ZnS} \cdot m\text{FeS}$), халькопирит (CuFeS_2), халькозин (Cu_2S), пирит (FeS_2), пирротины (Fe_{n+1}Sn), арсенопирит (FeAsS), аргентит (AgS).

Тотыққан кендерде қорғасын негізінен церуссит (PbCO_3) и англезит (PbSO_4) түрінде, мырыш цинкит (ZnO), смитсонит (ZnCO_3), виллемит ($2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2$), каламин ($2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) түрінде және т.б.

Қорғасынның ілеспелі металдары түрлі формадағы полиметалл кендерінде орналасқанын атап өткім келеді. Жер қойнауындағы полиметалл кендерінің жалпы геологиялық қорлары баланстық және баланстан тыс болып бөлінеді. Баланстық кендерге кен орнының қуаты мен орналасу шарттары бойынша қазіргі заманғы тау-кен-техникалық талаптарды қанағаттандыратын, ал металл құрамы бойынша өнеркәсіптік талаптарға сәйкес келетін кендер жатады. Баланстан тыс қорларға ең алдымен құрамында бағалы металдар аз кендер, сондай-ақ кеннің көлемі мен қуатының аз мөлшері, кен орындарын игеруді қиындатады.

Баланстық қорлардың саны кондицияға, яғни өнеркәсіптік кенді қанағаттандыруы тиіс талаптардың жиынтығына және ең алдымен кендегі металл құрамының өнеркәсіптік минимумына байланысты.

Өнеркәсіптік минимум деп кендегі металдардың ең төмен мөлшері түсініледі, ол оны металдарды алу үшін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Өнеркәсіптік минимум техника прогрессімен және шикізатты пайдаланудың кешенділігін кеңейтумен өзгертін санат болып табылады. Өнеркәсіп минимумын анықтау қазіргі заманғы техника мен технология кезінде кеннің тоннасынан алынатын барлық құнды компоненттердің құны және өндіру, байыту және металлургиялық қайта өңдеу шығындарын есепке алу есебінен

жүргізіледі. Бұл ретте алынатын бағалы компоненттердің құны оларды алуға арналған шығындар сомасынан бірнеше жоғары болуы тиіс.

Өнеркәсіптік минимум, әдетте, кен орындарының геологиялық ерекшеліктерін, оларда сирек және шашыраңқы элементтердің құрамын, кеннің байытылуын, металлургиялық өңдеу ерекшеліктерін ескере отырып түзетіледі.

Кендегі негізгі металл үшін өнеркәсіптік минимумның төмендеуі баланстан тыс кендердің едәуір санын баланстағы кендердің санына аударуға мүмкіндік береді, яғни шикізат қорын едәуір кеңейтуге мүмкіндік береді. Өткен ғасырдың басында құрамында 3-5 % қорғасын бар қорғасын кендері өнеркәсіптік болып саналды, қазір құрамында 0,3-0,7 % қорғасын бар кендер өңделеді. Болашақта шикізаттағы металдардың өнеркәсіптік құрамының одан әрі төмендеуін күту керек. Алайда, шикізат ресурстарының, оның ішінде түсті металлургия үшін сарқылуына байланысты жаһандық дағдарыстың тек жер қабатының жер үсті қабаттарынан ғана емес, сонымен қатар әлемдік мұхитты пайдалану есебінен пайдалы қазбаларды барлау және өндіру үшін жоғары дамыған техниканы әзірлеу және пайдалану жолымен, пайдалы қазбаларды өңдеуге арналған жаңа технологиялық процестер мен жабдықтарды әзірлеу жолымен және өнеркәсіптік өндірісті "тұйықталған", "үйіндісіз" технологиялық схемаларға ауыстыру ерекше маңызды.

Полиметалл кендеріндегі қорғасын мен мырыш мөлшері аз болғандықтан, оларды қорғасын концентратын бөле отырып, селективті және ұжымдық-селективті флотация әдістерімен байытуға ұшырайды. Қорғасынды концентраттарда қорғасынның құрамы шектерде ауытқиды 33–78 %, сондай-ақ, бар, %: 2,5–21 Zn, 0,2–3,7 Cu, 2–16 Fe, 15–28 S, 300–3 500 г/т Ag, 2–150 г/т Au.

Шикізат сапасы металлургиялық өңдеу кезінде маңызды рөл атқарады. Концентраттар негізгі металға бай болған сайын және оларда қоспалар аз болған сайын, соғұрлым металлургиялық өңдеу процесінде қорғасынды алу жоғары болады.

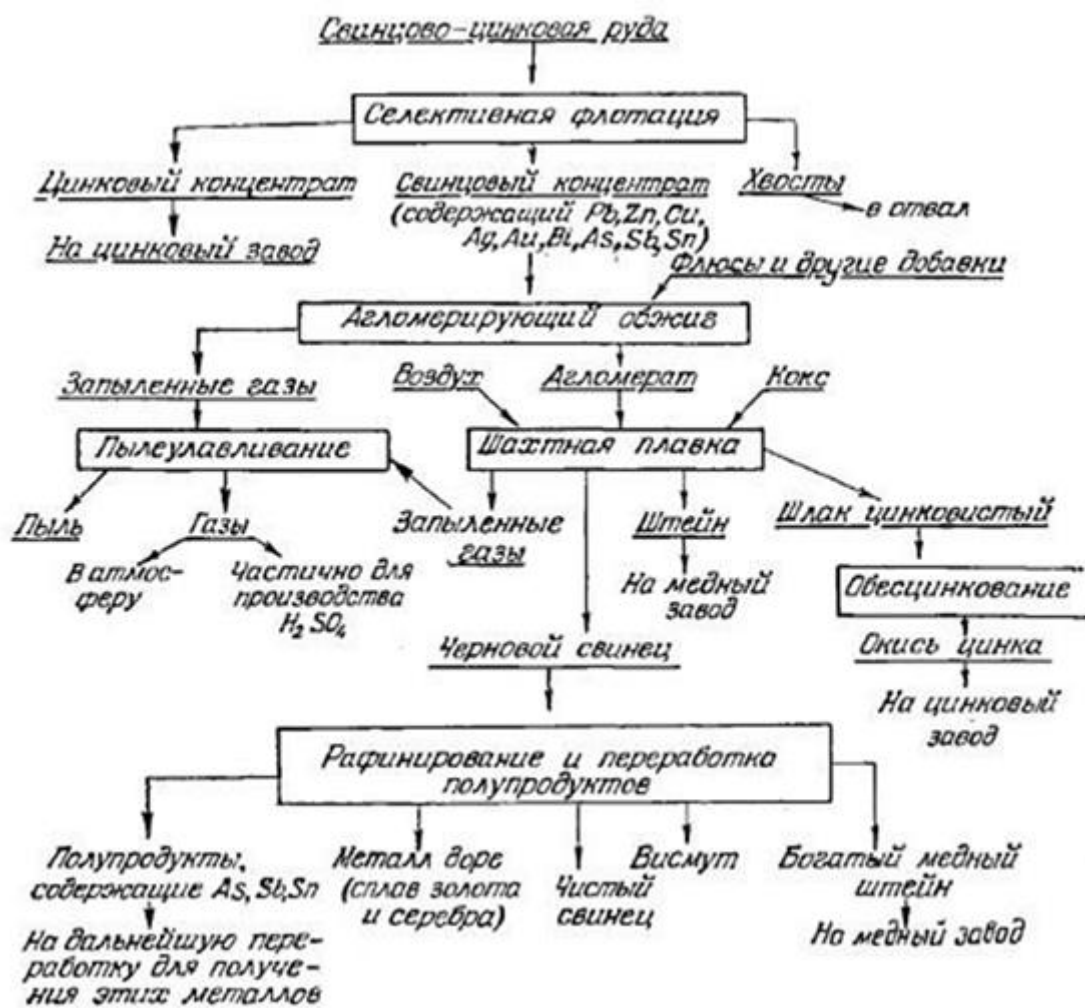
Полиметалл кендерінен металдарға дейін қорғасынды жалпы алу 75-тен 85% - ға дейін ауытқиды. Шығынның жалпы санынан 40% – ға дейінгі тау – кен қазбаларының үлесіне, шамамен осындай мөлшерде-кенді байытуға және 20% - ға жуық-концентраттарды металлургиялық қайта өңдеуге келеді.

Бастапқы шикізатты – полиметалл кендерін өңдеуден басқа, қазіргі уақытта қайталама шикізат – амортизациялық сынық және металдарды механикалық тәсілдермен және металлургиялық процестерде өңдеу кезінде алынатын әртүрлі қалдықтар үлкен маңызға ие. Екінші шикізаттың рөлі мен мәні үнемі өседі. Қазіргі уақытта қорғасынның 25-40% қайталама шикізаттан алынады.

Қорғасын мен оның қорытпаларын алуға арналған екінші шикізатқа илек қорғасынның, кальцийлі және қорғасын-қалайы баббиттің, кабель қорғасынның, қорғасын аккумуляторлардың, сүрме қорғасыннан жасалған бөлшектердің сынықтары мен қалдықтары кіреді.

Химиялық және заттай құрамы бойынша қайталама шикізат бастапқы қорғасын шикізатынан (концентраттардан) айтарлықтай ерекшеленеді және

қорғасынның қоспалармен ластануын болдырмау үшін қайталама және бастапқы шикізатты бірлесіп өңдеу қажет емес. Қайталама шикізат негізінен қорғасын негізіндегі қорытпаларды алу үшін пайдаланылады.



1 Сурет – Қорғасын өндірісінің технологиялық схемасы

2 Қорғасын агломератты шахталық балқыту технологиясы

Қалпына келтіру балқыту технологиясы - бұл қорғасын алу ең көп таралған процесс. Ол әмбебап және жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштермен сипатталады.

Қорғасын агломератын қалпына келтіру балқытудың мақсаттары:

- 1) Құрамында алтын, күміс, мыс, висмут, сурьма, мышьяк, қалайы, теллур бар қара металл түріндегі ең көп қорғасын алу;
- 2) Бос жыныстарды қожға айландырып, мырыштың ең көп мөлшерін шлакқа ауыстыру.

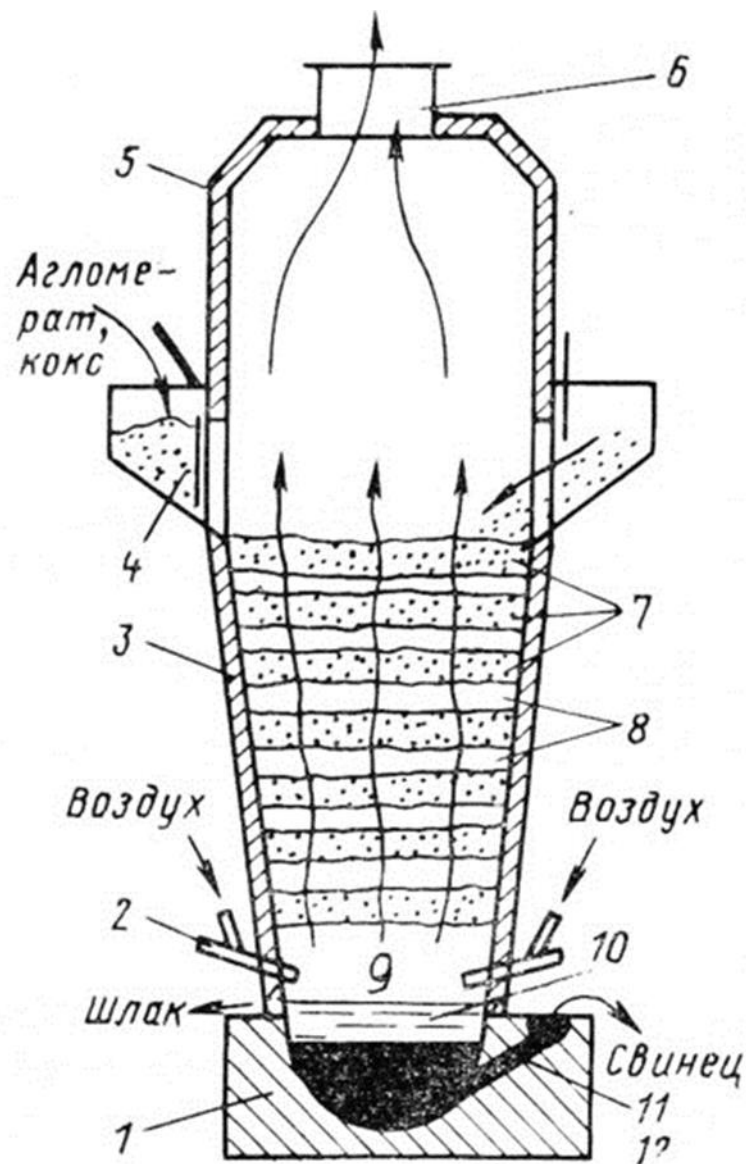
Қазіргі уақытта қорғасын зауыттарының көпшілігінде қалпына келтіру балқытуды шахталық пештерде (сурет1) жүргізеді, өйткені онда қалпына келтіру атмосферасын құру және реттеу оңай.

Балқытуға арналған бастапқы материалдар қорғасын агломераты, кокс және ауа болып табылады. Агломерат құрамында қорғасын, ілеспе металдар (мыс, мырыш, алтын, күміс, висмут) және қождың пайда болуына қажетті барлық компоненттер бар. Агломерат пен коксты пешке салу қабаттап жүзеге асырылады (сурет 1). Пештің төменгі бөлігінде (көрік) балқытудың сұйық өнімдері жиналады: қара қорғасын, штейн, шлак. Қож қабатынан жоғары шихта бағанасы орналасқан, оның төменгі бөлігі (0,5–1,0 м) қызған кокстан (пештің фокусы) тұрады. Кокстың жануы үшін фурма арқылы пешке сығылған ауа беріледі. Кокстың қарқынды жануы нәтижесінде пештің фокусындағы температура 1500 °с жетеді. Қызған пеш газдары шихта бағанасы арқылы өтіп, оны қыздырады және қорғасын мен басқа да металдардың тотыққан қосылыстарын қалпына келтіру реакцияларына қатысады. Пештен шыққан кезде (колошникте) газдар 200-400 °С температураға ие.

Шихта бағанасы (4-6 м) кокстың жануына және балқыту өнімдерінің балқуына қарай баяу төмен түсіріледі (шамамен 1 м/сағ) және оны агломерат пен кокстың кезекті жүктемелерімен толықтырады.

Балқытудың сұйық өнімдері төмен қарай ағады және ішкі көрікке жиналады, онда тығыздықтың айырмасы салдарынан ыдырайды және жиналуына қарай пештен шығарылады.

Қорғасын балқыту шахталық пешінің схемасы 1-суретте көрсетілген



1 – горн; 2 – фурмы; 3 – пештің шахтасы ; 4 – жүктелетін люки; 5 – колошник; 6 – газ түтігі; 7 – агломерат; 8 – кокс; 9 – фокус печи; 10 – шлак; 11 – қорғасынды шығаруға арналған сифон; 12 – қорғасын

2 Сурет – Қорғасын балқыту шахталық пешінің схемасы

Шахта пеші жоғарыдан арнайы дайындалған шикіқұрам мен коксты тиейтін, ал төменнен фурма арқылы ауаны үрлейтін тік жұмыс кеңістігі бар агрегат болып табылады. Шахтада химиялық реакциялармен бірге болатын шихтаның қызуы және балқуы болады, нәтижесінде қара металл мен шлак, ал кейде штейн мен шпейз алынады.

Қорғасын балқытудың шахталық пеші келесі негізгі бөліктерден тұрады: сифоны бар ішкі көрік, фурмалары бар шахталар, тиеу құрылғысы бар колошниктер, тұндырғыш. Ішкі тау үлкен бетон іргетаста орналасқан. Қалыңдығы 600-800 мм төбенің қабырғалары отқа төзімді кірпіштен салынған. Көріктің қалануы металл тартқыштармен тартылған тығыз болат дәнекерленген

қаптамамен бекітілген. Көріктің ұзындығы мен ені бойынша фурм аймағындағы пеш өлшемдеріне сәйкес келеді.

Көрік үнемі балқымамен толтырылған. Оның төменгі бөлігінде қорғасын, ал жоғарғы жағында – шлак жиналады. Қорғасын сифон арқылы үздіксіз шығарылады. Шлак ішкі көріктен мезгіл-мезгіл арнайы тесік (шпур) арқылы шығарылады, ол пештің бүйірінде фурм төмен немесе сифон арқылы үздіксіз.

Пеш шахтасы болат су салқындататын кессондардан жасалған. Кессондар ішкі қабырғасының қалыңдығы 10-14 мм және сыртқы 6-8 мм, қабырға арасындағы қашықтық 100-150 мм.

Кессонның төменгі бөлігіне арынмен суық су беріледі, кессонның жоғарғы бөлігінде су 60-70 0С температурамен ағады.

Шахтаның ұзын қабырғаларының кессондары әдетте тігінен 5-7 град бұрышында орнатылады. Бұл шахтаның жоғарғы бөлігінің кеңеюіне алып келеді, бұл қалдық газдардың жылдамдығын төмендетуге және пештен шаңды шығаруды азайтуға ықпал етеді. Бүйір қабырғаларының кессондары әрқашан тігінен орнатылады. Пештің жұмысы кезінде кессондардың ішкі жағында кессондарды бұзудан сақтайтын балқытудың қатып қалған өнімдерінен (гарнисаж) қабық пайда болады.

Пешке ауа арнайы құрылғылар – сумен салқындатылатын фурмалар арқылы беріледі. Кессондағы фурмалық тесіктер оның төменгі шетінен 300-400 мм биіктікте орналасқан. Тесіктердің диаметрі 100-125 мм тең. Ауа фурмаларға айналмалы коллектор арқылы жеткізіледі, ол фурмалармен иілгіш жеңдермен біріктірілген. Ауа шығыны (үрлеу) фурм аймағындағы пеш қимасының 1 м² ауданына 25-50 м³/мин шегінде ауытқиды. Пешке үрленетін ауа қысымы өңделетін материалдың ірілігі мен кеуектілігіне байланысты 13-26 кПа құрайды.

Колошник шихтаны тиеу және газдарды пештен шығару үшін қызмет етеді. Ол отқа төзімді кірпішпен толтырылған металл су салқындатқыш қаңқа. Кейде колошник кессонит етеді. Материалды пешке тиеуді пештің ұзын жағында орналасқан (әр жағынан 3-4-тен) колошниктегі терезелер арқылы жүргізеді.

Шахталық пешке ірі кесекті материал (20-100 мм) жүктеледі. Жүктеу қабаттап жүреді: агломерат қабаты, Кокс қабаты, агломерат қабаты, Кокс қабаты және т. б.

Пештен шығатын газдардың температурасы 200-400°С болады және шаңның едәуір мөлшері (8-17 г/м³) болады. Шаң тазалағаннан кейін (циклондар мен жеңдік сүзгілерде) оларды атмосфераға тастайды.

Шахталық пештерде балқытуды екі негізгі режим бойынша жүргізеді – жоғары бөртпемен (4-6 м) және төмен бөртпемен (2,5–3 м). Бөрік биіктігі деп пешке жүктелген шихтаның фурм деңгейінен жоғарыға дейінгі биіктігін түсінеді.

Әртүрлі режимдерге арналған шахталық балқыту көрсеткіштері:

- Бөртпенің биіктігі, м, 4–6 2,5–3;
- Пештің меншікті өнімділігі, т/(м²·сут), 45–70, 60–100;

- Кокс шығыны, % шихта массасынан, 10–13, 7,5–10;
- 1 т шихтаға ауа шығыны, м³, 900 – 1440;
- Шлактағы қорғасынның құрамы, %, до 1 2–3,5;
- Колошникті газдардың температурасы, °С, 100–250 до 600;
- Шаң шығару, % шихта массасынан, 0,5–2, 3–5.

Жоғары бөртпемен балқыту кең таралған.

Бұл ретте қорғасынды тікелей алу, шаңның аз болуы және одан қорғасынды жоғалту, пештің қызмет ету мерзімі бір екі жылдан артады, цехта санитарлық-гигиеналық жағдай жақсырақ қамтамасыз етіледі. Жоғары бөртпемен балқытудың кемшіліктеріне пештің төмен меншікті өнімділігі мен кокстың жоғары шығынын жатқызуға болады.

Шахталық пештерде қорғасын балқыту процесін жетілдіру үшін 27-30% дейін оттегімен байытылған және 400-450 °С дейін жылытылған ауаны үрлеу ретінде пайдалану ұсынылды.

Қазіргі уақытта бұл отандық және әлемдік тәжірибеде кеңінен қолданылады және шахта пештерінің үлес өнімділігін 15-20% - ға арттыруға, Кокс (10-15% - ға) және флюстердің (40-60% - ға) шығынын азайтуға және соның салдарынан қождың шығуын (30-40% - ға) қысқартуға мүмкіндік береді, демек, онымен қорғасын шығынын да азайтуға мүмкіндік береді. Екі қатарымен фурмамен күрделі пішінді пештерді қолдану (сурет. 1.3) қалпына келтіру газдарының атмосферасында шихтаның болу уақытын ұлғайтуға мүмкіндік береді, соның нәтижесінде химиялық процестер толық өтеді, соның салдарынан кокстың шығыны 6-10%–ға төмендейді және қорғасынды шығару 0,5-0,7% - ға артады; сонымен қатар мұндай пештерде ауа мен газдар біркелкі бөлінеді, олардың қозғалыс жылдамдығы азаяды, шаң тозаңын шығару азаяды, кокстың шығыны азаяды және төменгі фурм қимасы бойынша 70-100 т/м² сутты құрайтын пештің балқуы артады.

Мұндай пеш алғаш рет 1935 жылы "Порт - Пири" зауытында (Австралия) салынған. 50-ші жылдары күрделі Профильді пештерді Батыс Еуропада "Нуайель-Годо" (Франция), "Хобокен" (Бельгия), "Ла-Пертусола" (Италия), "Лауриум" (Грекия) зауыттарында пайдалана бастады. 1966-1969 жж. ұқсас пештер АҚШ-та "Геркулениум", "Бьюик", "Гловер" және "Ист-Халена" зауыттарында, сондай-ақ Шымкент қорғасын зауытында салынды.

Фурмнің жоғарғы және төменгі қатарының арасындағы қашықтық шамамен 1 м. үрлеу қысымы төменгі қатарда 9, 8-19, 6 кПа, жоғарғы қатарда 2,5-2,9 кПа құрайды. Фурманың мұндай орналасуы пештің бүкіл қимасы бойынша шихта қабаты арқылы газдың біркелкі өтуіне ықпал етеді.

Ауыспалы қима пештерінің колошниктері ашық және газдар шихтаға түсірілген газ жинағыш құрылғы арқылы сорылады.

Кокс шығынын азайту мақсатында оны табиғи газбен ауыстыру бойынша зерттеулер жүргізілуде. Табиғи газ қатты және сұйық отынмен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие. Газ тұтынушыға оңай және оңай тасымалданады. Оны тотықтырғышпен араластыру оңай, бұл газды аз артық ауамен жағуға мүмкіндік береді, сондықтан тиімді және үнемді.

Коксты табиғи газбен ауыстыру бойынша зерттеулер коксты табиғи газбен толық ауыстырған кезде пеште қажетті қалпына келтіру атмосферасын қамтамасыз ету қиын екенін көрсетті. Будауар реакциясы бойынша негізгі қалпына келтіруші ретінде көміртек оксидінің регенерациясы болмайды (1.7).

Коксты табиғи газбен жартылай ауыстыру кезінде жақсы нәтижелерге қол жеткізілді. Зерттеу көрсеткендей, үрлемелі табиғи газбен 650 °С дейін қыздыру кезінде пеш тұрақты жұмыс істеп, кокстың меншікті шығынымен суық үрлеумен салыстырғанда 25% - ға кем болды, бұл ретте пештің өнімділігі 6-10% - ға жоғары болды. Колошник газдарының температурасы 160 °С төмендеді. Алайда, бұл жағдайда шлактағы қорғасынның құрамы артты. Қыздырылған үрлемелі және Кокс шығысының әдеттегі шығыстан 20% - дан аспайтын азайған кезде тәжірибелі балқытулар құрамында суық үрлеуде балқытуға қарағанда қорғасынның аз мөлшері бар балқыту кезінде қождарды алуға мүмкіндік берді.

Табиғи газбен қыздырылған үрлемелі шахталық пештерде қорғасын агломератын балқыту кезінде ұзақ сынақ нәтижесінде балқытудың мынадай оңтайлы шарттары белгіленді: үрлеу температурасы – 620-700°С, кокстың меншікті шығыны – 11,5 %, ауаны қыздыруға табиғи газдың шығыны – 300м3/с, шартты отынның жиынтық шығыны – 13,8 %, меншікті өнімділік – 47 т/ м2сут, қождағы қорғасынның құрамы – 1,5 %.

Суық үрлеумен балқыту көрсеткіштері мынадай сандармен сипатталады: кокстың үлес шығыны 15-16 %, пештің өнімділігі – 32-40 т/м2сут, қождағы қорғасынның құрамы 1,5–2,0 %.

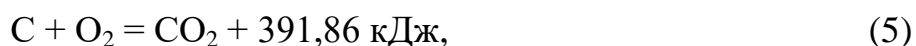
Қыздырылған үрлеумен балқытудың оңтайлы жағдайларында Кокс шығыны 20% – ға төмендеді, отынның (Кокс және табиғи газ) жиынтық шығынын үнемдеу 5,4% - ды құрады және нәтижесінде отын құнын үнемдеу 14,5% - ды құрады.

2.1 Шахталық қалпына келтіру балқыту процесінің химизмі

Пешке тиелетін Кокс отынның рөлін және қалпына келтіргіш рөлін атқарады.

Коксты жағу газды фазаның құрамына және пештің үлес өнімділігіне әсер ететін шахталық балқытудағы негізгі процесс болып табылады.

Фурмалардын аймағында кокс күйеді келесі реакциялар бойынша:



Ыстық газдар жоғары көтеріліп, шихтаны қыздырады, CO₂ Будауар реакциясы бойынша қызған кокспен әрекеттеседі:



Реакция бойынша түзілетін (1.7) көміртек оксиді (CO) шахталық пеште негізгі қалпына келтіруші болып табылады. Металл оксидтерін көміртегі оксидімен қалпына келтіру реакцияның өтуі нәтижесінде болады:



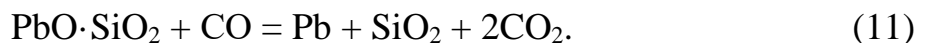
Реакция кері қайтады. Реакция өтетін жағдайларға байланысты металл оксидінің көміртегі оксидімен қалпына келуі немесе CO₂ көміртегі диоксидімен металл тотығуы болуы мүмкін.

Балқыту жағдайында реакцияның жүру бағыты пештегі газ фазасының құрамына байланысты. Әртүрлі металл оксидтерін қалпына келтіру үшін көміртек оксидінің және температураның әртүрлі концентрациялары қажет.

Қалпына келтіріп балқыту кезінде қорғасынды барынша қалпына келтіру қажет, бірақ мырышты металға дейін қалпына келтірмеу керек, өйткені ол жанып, пештің жоғарғы бөлігінде тотығады және қиын балқитын тұнбалар құрайды.

Металл мен темірге дейін қалпына келтіру жағымсыз, өйткені ол кокс көміртегімен қиын балқитын шойын және пештің төменгі бөлігінде төселген.

Қорғасынды селективті қалпына келтіру үшін, мырыш пен темірді қалпына келтірмей, пеште белгілі бір қалпына келтіру атмосферасы құрылады (60% CO-ға тең емес). Бұл жағдайларда қорғасынның оксидті қосылыстары мынадай реакциялар бойынша қалпына келтіріледі:



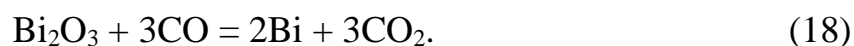
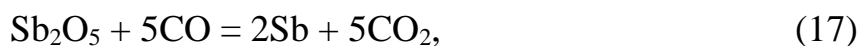
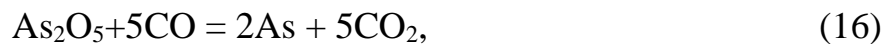
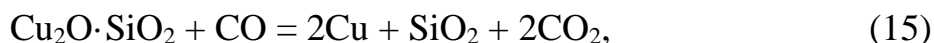
Қорғасын сульфаты 55°C кезінде көміртек оксидімен сульфидке дейін қарқынды қалпына келеді:



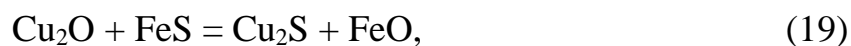
Қалпына келтіру шахталық балқыту жағдайында қорғасын сульфиді іс жүзінде қалпына келтірмейді және штейнге ауысады.

Шахталық қалпына келтіру балқытуда қара металға қорғасынды тікелей алу 90-93% құрайды.

Қорғасын агломератын балқытқан кезде қорғасынмен бірге мыс, күшән, сүрме, висмут және басқа да түсті металдардың тотыққан қосылыстары қалпына келтіріледі. Бұл элементтер балқытылған қорғасында ериді, қара металл түзеді:



Егер агломератта күкірт көп қалдырылса, онда мыс оксиді басқа металдардың сульфидтерімен келесі реакциялар бойынша жауап береді:



Металл мыс басқа металдардың сульфидтерімен өзара әрекеттеседі:

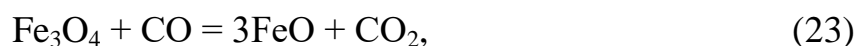


балқытуда мыс, темір, қорғасын – штейн сульфидтерінің қорытпасы пайда болады.

Мыс 70-80% штейн алу арқылы балқыту кезінде штейнге өтеді, штейнсіз балқыту кезінде 85% қорғасынға өтеді.

1100°C температурада шихтаның толық балқуымен аяқталатын сұйық қождың пайда болу процесі басталады. Қожға кальций, кремний, алюминий, магний оксидтері өтеді.

Қалпына келтіру қорғасын балқыту кезінде темірдің жоғары оксидтері FeO дейін қалпына келтіріледі, ол кремнеземдің қатысуымен оңай силикаттар түзеді ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$):



Темір силикаттары қорғасын шахталық балқытудың қож балқымасының негізін құрайды.

Мырыш тотыққан қосылыстары қалпына келтіру қиын. Оларды қалпына келтіру үшін қатты қалпына келтіру атмосферасы және жоғары температура

қажет. Сондықтан мырыш оксиді мен Силикат түріндегі көп бөлігі қожға өтіп, оған ериді. Мырыш 90% дейін алу дәрежесі бар қожға шоғырланады.

Асыл металдар 98-99% - ға қара қорғасын алынады. Балқу процесінде шпейзаны алған жағдайда, асыл металдардың бір бөлігі онымен жоғалады, әсіресе бұл алтынға қатысты.

2.2 Шахталық қалпына келтіру балқыту өнімдері

Шахталық қалпына келтіру балқытпасының өнімдері қорғасын, шлак, штейн, шпейз және шаң. Балқытудың сұйық өнімдері пештің көрегінде жиналады. Көлемдік массадағы айырмашылық және өзара аз ерігіштің салдарынан шахталық пештің көрікшесінде нақты шектелген үш қабат пайда болады: төменгі қабат – қара қорғасын, орта қабат – штейн және жоғарғы қабат – шлак.

Қорғасын концентраттарын балқыту кезінде алынатын алғашқы қорғасынның құрамында мыс, сурьма, күшән, қалайы, висмут, асыл металдар және басқа да элементтер бар. Қара қорғасында болуы мүмкін, %: 92–98 Pb; 1–5 Cu; 0,5–2 As; 0,5–2 Sb; 0,1–0,2 Bi; 0,01–0,05 Te; 1 000–1 500 г/т Ag; 50–100 г/т Au. Қоспалардың жалпы құрамы 2-ден 10% - ға дейін жетеді.

Шлак-бос жыныстың оксидтерінен және арнайы енгізілетін флюстерден құралатын көп компонентті балқытпа. Қож қара қорғасыннан бос жыныстың компоненттерін және басқа да бағалы балқыту өнімдерін (штейн мен шпейзалар) бөлу үшін қызмет етеді. Қорғасын балқыту қождарының балқу температурасы 1100-1150°C, тұтқырлығы 1200 °C – 0,5 Па•с, тығыздығы 3,5 – 3,8 г/см³–ден аспауы тиіс. Мұндай қасиеттері бар қождар, %: 20-30 SiO₂; 30-40 FeO; 10-18 CaO. Қорғасын балқыту қождарының маңызды ерекшелігі – оларда мырыш тотығының болуы-5-25 %. Шлактағы SiO₂, FeO, CaO және ZnO компоненттерінің сомасы 90% және одан да көп болуы мүмкін.

Шахталық балқыту шлактарымен қорғасынның 2-3% жоғалтады. Қождағы қорғасын 60-75 % – ға металл күйінде, 8-10% – ға-сульфид түрінде және 15-20% - ға-тотыққан қосылыстар (силикаттар, ферриттер) түрінде болады.

Қорғасын өндірісінің штейніне темір, қорғасын, мыс және мырыш сульфидтері кіреді. Барлық мыс-қорғасын штейндерінде ерітілген металдар: қорғасын, мыс, темір, күміс, алтын бар. Шикізаттың сипатына және қабылданған технологияға байланысты әртүрлі құрамдағы мыс-қорғасын штейндер алынады, %: 7–40 Cu, 16–45 Fe, 20–25 S, 8–17 Pb.

Штейн-балқытудың жағымсыз өнімі, себебі оны мыс, қорғасын және асыл металдарды алу мақсатында өңдеу үшін отын, материалдар шығындарымен және металл шығындарымен ұштасқан күрделі қосымша бөліктер қажет. Қорғасын концентраттарында мырыш көп болса, штейн алу арқылы балқыту әсіресе қажет емес. Балқыту кезінде мырыш сульфиді штейн мен шлак арасында бөлінеді, бұл өнімдердің бөлінуін қиындатады. Штейн пайда болатын

балқытуды агломератта мыс құрамы 2-3% - дан артық болған жағдайда жүргізеді.

Шпейза-штейнге қарағанда қиын және ауыр. Ол қорғасын мен штейн арасындағы пештің көрігінде орналасады. Шпейзді бөлу және өңдеу үлкен қиындықтармен ұштасады. Егер мышьяк пен сүрме қуыру кезінде толық жойылмаса, ол сирек пайда болады. Шпейздің құрамы, %:

2–15 Pb; 2–34 Cu; 20–50 Fe; 18–30 As; 1–6 Sb; 0,001–0,01 Au; 0,015–0,2 Ag.

Қорғасын өндірісінің шаңдары-бағалы полиметалл шикізаты.

Шахталық қалпына келтіру балқыту процесінде шаңға 70% Tl, 55% Se, 40-50% Te, 25% In жуық өтеді, сондай-ақ кадмий, германия және шикізаттың басқа да құнды компоненттерінің едәуір бөлігі. Шахталық пештің шаңдарының орташа құрамы, %: 45-55 қорғасын; 10-20 мырыш; 2-3 кадмий; 0,3–3 мышьяк; 0,03–0,5 селена; 0,04–0,2 теллура; 0,005–0,02 таллий; 0,002–0,02 Үндістан; 0,005–0,01 германия; 3-7 күкірт.

3 Технологиялық есептер

Келесі құрамдағы қорғасын агломератын шахталық қалпына келтіру балқыту процесінің материалдық балансын есептеу қажет, %: 30 Pb; 3 Cu; 5,5 Zn; 12 Fe; S-заттай құрамнан; 8 SiO₂; 6,5 CaO; 3 Al₂O₃; басқалар. Агломераттың минералогиялық құрамы: ZnS – 8%; ZnO – 92%; қорғасын PbO түрінде – 16%; PbO.SiO₂ – 58%; PbO.Fe₂O₃ – 17%; PbS – 5%; PbSO₄ – 4%; мыс Cu₂S түрінде, қалған темір Fe₂O₃ и Fe₃O₄ түрінде 1:2 қатынасында.

Агломераттың рационалдық құрамы 1-кестеде келтірілген

1 Кесте – Агломераттың рационалдық құрамы

Компоненттер	компоненттер құрамы, кг											
	Pb	Zn	Cu	Fe	Ss	SO ₄	O	SiO ₂	Ca O	Al ₂ O ₃	Про чие	Всег о
PbO	4,8						0,37					5,17
PbO*SiO ₂	17,4						1,34	5,04				23,78
PbO*Fe ₂ O ₃	5,1			2,75			1,57					9,42
PbSO ₄	1,2					0,56						1,76
PbS	1,5				0,23							1,73
ZnO		5,06					1,24					6,3
ZnS		0,44			0,22							0,66
Cu ₂ S			3		0,75							3,75
Fe ₃ O ₄				6,166			2,35					8,516
Fe ₂ O ₃				3,083			1,33					4,413
CaO									6,5			6,5
SiO ₂								2,96				2,96
Al ₂ O ₃										3		3
Басқалар											22,04	22,04
Жиыны	30	5,5	3	12	1,2	0,56	8,2	8	6,5	3	22,04	100

Мыс балқыту кезінде штейнге 80% - ға шығарылады, штейнде 20% S бар, қалған компоненттер есептеу бойынша анықталады.

Балқытуға кокс шығыны агломерат салмағының 12 % құрайды. Кокста 10% күл бар. Күлдің құрамына кіреді, %: 50 SiO₂; 12 FeO; 35 Al₂O₃; 3 CaO.

Мырыш агломераттан балқыту кезінде 85% – ға қожға, 15% - ға шаңға ауысады. Қалған мырыш штейн мен қара қорғасын арасында бөлінеді.

Балқытуда мырышты агломераттан шлакқа шығару 85%, шаңға – 6% құрайды. Қалған мырыш штейн мен қара қорғасын арасында бөлінеді.

Қорғасынды шаңға шығару 1,5% - ға тең. Шлакта 1,3% қорғасын және 0,6% мыс бар. Қожда қорғасын 20% қорғасын оксидімен, 80% металмен ұсынылған. Шлактағы мыс Cu₂S түрінде.

Балқыту кезіндегі десульфуризация деңгейі 24% құрайды.

Штейнді балқыту кезінде алынатын саны мен құрамын есептеу

Десульфуризацияның белгілі дәрежесі бойынша (24 %) штейн мен қождағы күкірттің жиынтық мөлшерін анықтаймыз, кг:

$$(MS)_{ш} = (MS)_{агл} \cdot (1 - DS) = 1,76 \cdot (1 - 0,24) = 1,34 \text{ кг},$$

где (MS)_ш – штейндегі және шлактағы күкірттің массасы; (MS)_{агл} – агломераттағы күкірт салмағы;

DS – десульфуризация дәрежесі, бірлік үлесі.

Штейн мен шлак арасындағы күкірттің таралуы 4:1-ге сәйкес келеді, онда штейндегі күкірт массасы $1,34 \cdot 4/5 = 1,072$ кг, шлактағы – $1,34 \cdot 1/5 = 0,268$ кг құрайды.

Штейннің шығуы күкірттің құрамын анықтаймыз: $1,072/0,2 = 5,36$ кг.

Агломераттан штейнге мыс өтеді: $3,0 \cdot 0,8 = 2,4$ кг.

Штейндегі мыс Cu₂S халькозин түрінде болады. Штейндегі халькозин санын есептейміз: $2,4 \cdot 159/127 = 3,005$ кг. Сульфидтегі мыс күкірт байланысты: $3,005 - 2,4 = 0,605$ кг.

Қорғасын агломератты қалпына келтіру процесінде штейн пайда болған кезде мырыш сульфиді штейнге және шлакқа ауысады. Балқыту өнімдері бойынша мырыш сульфидінің келесі таралуын қабылдаймыз: 30 % – штейнге, 70 % – шлакқа.

Штейндегі ZnS санын есептейміз: $0,66 \cdot 0,3 = 0,198$ кг. Бұл мөлшерде мырыш сульфиді бар:

$$\text{мырыш: } 0,198 \cdot 65,4/97,4 = 0,13 \text{ кг};$$

$$\text{күкірт: } 0,198 - 0,13 = 0,068 \text{ кг}.$$

Штейндегі мырыш концентрациясы: $0,13 \cdot 100/5,36 = 2,4$ %.

Штейндегі басқа компоненттердің құрамын штейн массасының 3% тең деп аламыз. Сонда олардың саны тең: $5,36 \cdot 0,03 = 0,161$ кг.

Штейндегі мырыш мөлшері 3,6-8,2 % - дан 8,2% - ға дейін болған кезде Темірдің (mFe) қорғасын (mPb) массалық қатынасы әдетте $0,77 \div 0,95$ құрайды. Есептеу кезінде mFe қатынасын қабылдаймыз: mPb = 0,8.

Штейндегі қорғасын мен темірдің жиынтық салмағын анықтаймыз, кг:
 $5,36 - 1,072 - 2,4 - 0,13 - 0,161 = 1,597$ кг.

Бұл массаны және $Fe : mPb = 0,8$ арақатынасын біле отырып, қорғасын мен темір тепе-теңдігін құрайық:

$$0,8 \cdot x + x = 1,597,$$

мұнда x – штейндегі қорғасын салмағы, кг.

Бұл теңдеуді шеше отырып, $x = 0,887$ кг деп табамыз, онда штейндегі темірдің салмағы $0,8 \cdot 0,887 = 0,71$ кг.

FeS-да темірмен штейнге байланысты күкірт санын табамыз:

$$1,072 - 0,605 - 0,068 = 0,399 \text{ кг.}$$

Күкірттің бұл санымен темір байланысты: $0,399 \cdot 55,8/32 = 0,696$ кг.

Қалған темір $1,71 - 0,696 = 0,014$ кг мөлшерінде металл күйде болады. Штейндегі қорғасын металл түрінде де бар.

2 Кесте – Штейннің саны мен құрамы

Компоненттер	компоненттер құрамы, кг						
	Cu	Zn	Fe	Pb	S	Прочие	Всего
Cu ₂ S	2,4				0,605		3,005
ZnS		0,13			0,068		0,198
FeS			0,696		0,399		1,095
Fe			0,014				0,014
Pb				0,887			0,887
Басқалар						0,161	0,161
Жиыны	2,4	0,13	0,71	0,887	1,072	0,161	5,36
%	44,77	2,43	13,25	16,55	20	3	100

Шаңды балқыту кезінде алынатын мөлшерді есептеу

Осы практикадан 1,3% қорғасынның, мырыштың 6% шаңға өтетінін аламыз. Әдетте шаңдағы осы металдардың сомасы 70-75 % құрайды. Есептеу үшін 72,5 % қабылдаймыз. Сонда шаңдағы көрсетілген металдардың саны, кг:

$$\text{мырыш} - 5,5 \cdot 0,065 = 0,357;$$

$$\text{қорғасын} - 30 \cdot 0,013 = 0,39.$$

Шаңның шығуы тең болады $(0,357 + 0,39)/0,725 = 1,030$ кг.

Шаңдағы металдар оксидтер түрінде болады. Шаңдағы оттегі мөлшерін анықтаймыз.

Мырыш оттегімен байланысты: $0,357 \cdot 0,16/65,4 = 0,087$ кг, мырыш оксидінің салмағы: $0,357 + 0,087 = 0,444$ кг.

Қорғасынмен байланысты оттегі мөлшері: $0,39 \cdot 16/207, 2 = 0,030$ кг, қорғасын оксидінің салмағы $0,39 + 0,030 = 0,42$ кг тең.

Шаңдағы басқа компоненттердің саны:

$$1,030 - 0,444 - 0,42 = 0,166 \text{ кг.}$$

Шаңда оттегі бар: $0,087 + 0,030 = 0,117$ кг.

Қожды балқыту кезінде алынатын саны мен құрамын есептеу

Қорғасын балқымаларының шлактарында темір, кремний, кальций және мырыш оксидтері бар. Олардың шлактардағы құрамы, %: 20-30 SiO₂; 30-40 FeO; 10-8 CaO және 25% ZnO артық емес. Бұл компоненттер қорғасын агломераты мен кокс күлінен шлаққа өтеді.

Шлактағы кремнезем мөлшерін анықтаймыз:

$$(MSiO_2)_{\text{шл}} = (MSiO_2)_{\text{агл}} + (MSiO_2)_{\text{з.к}} = (MSiO_2)_{\text{агл}} + m_k \cdot C_{\text{з.к}} \cdot (CSiO_2)_{\text{з.к}}$$

мұнда (MSiO₂)_{шл} - шлактағы кремнезем массасы, кг;

(MSiO₂)_{агл} – агломераттағы кремнезем массасы, кг;

(MSiO₂)_{з.к} – Кокс күліндегі кремнезем массасы, кг;

m_к - Кокс массасы, кг;

C_{з.к} - кокстеги күлдің шоғырлануы, бірл.;

(CSiO₂)_{з.к} – кокс күліндегі кремнезем концентрациясы, үлес бірл.

$$(MSiO_2)_{\text{шл}} = 8 + 12 \cdot 0,1 \cdot 0,50 = 8,6 \text{ кг.}$$

Шлактағы темір оксиді (II) массасын есептейміз:

$$(MFeO)_{\text{шл}} = ((MFe)_{\text{агл}} - (MFe)_{\text{шт}}) \cdot MFeO / AFe + m_k \cdot C_{\text{з.к}} \cdot (CFeO)_{\text{з.к}}$$

мұнда (MFe)_{дана-штейндегі} темір салмағы, кг;

AFe - Темірдің атомдық салмағы, г;

MFeO - темір оксидінің молекулалық салмағы, г;

(CFeO)_{з.к} – кокс күліндегі темір оксидінің (II) концентрациясы, үлес бірл.

$$(MFeO)_{\text{шл}} = (12 - 0,71) \cdot 71,8 / 55,8 + 12 \cdot 0,1 \cdot 0,12 \cdot 143,6 / 159,7 = 14,659 \text{ кг.}$$

Бұл мөлшерде темір оксиді бар, кг:

$$\text{темір } 14,659 \cdot 55,8 / 71,8 = 11,4;$$

$$\text{оттегі } 14,659 - 11,4 = 3,259.$$

Шлактағы кальций және алюминий оксидтерінің мөлшерін есептеу:

$$(M\text{CaO})_{\text{шл}} = 6,5 + 12 \cdot 0,1 \cdot 0,03 = 6,536 \text{ кг;}$$

$$(M\text{Al}_2\text{O}_3)_{\text{шл}} = 3 + 12 \cdot 0,1 \cdot 0,35 = 3,42 \text{ кг.}$$

Шлактағы оксиді мен сульфид мөлшерін есептейміз. Алдымен агломераттан шлаққа өтетін мырыш мөлшерін анықтаймыз:

$$(MZn)_{\text{шл}} = (MZn)_{\text{агл}} \cdot (\epsilon Zn)_{\text{шл}} = 5,5 \cdot 0,85 = 4,67 \text{ кг,}$$

мұнда (εZn)_{шл} – мырышты агломераттан шлаққа шығару, үлес бірл.

Шлакта мырыш сульфиді бар:

$$(MZnS)_{\text{шл}} = (MZnS)_{\text{агл}} - (MZnS)_{\text{шт}} = 0,268 \cdot 97,4 / 32 = 0,816 \text{ кг.}$$

Бұл мөлшерде мырыш сульфиді бар, кг:

$$\text{мырыш} - 0,268 \cdot 65,4 / 32 = 0,548,$$

Қалған мырыш тотық түрінде шлакта болады. Тотықтағы мырыш:

$$4,67 - 0,268 = 4,122 \text{ кг.}$$

Сульфид және мырыш оксиді массаларының қосындысы: $0,816 + 4,122 = 4,938$ кг.

Шлактағы SiO₂, FeO, CaO, ZnO оксидтерінің сомасы 96,5% - ға жетуі мүмкін.

Сонда қождың массасы тең болады: $(8,6 + 14,659 + 6,536 + 3,42 + 4,938) / 0,965 = 39,54$ кг.

Қождың бұл санында қорғасын бар: $39,54 \cdot 0,013 = 0,514$ кг.

Қождағы тотық түріндегі қорғасын: $0,514 \cdot 0,2 = 0,103$ кг, қорғасынның осы санымен оттегі байланысты: $0,164 \cdot 16/207, 2 = 0,013$ кг. $0,103 \cdot 223,2/207,2 = 0,111$ кг. онда оттегі: $0,111 - 0,103 = 0,008$ кг. қождағы металл күйдегі қорғасын: $0,514 \cdot 0,8 = 0,411$ кг.

Шлактағы мыс құрамында: $39,54 \cdot 0,006 = 0,24$ кг. шлактағы мыс сульфид түрінде бар. Сонда мыс сульфиді шлакта бар:

$$0,24 \cdot 159/127 = 0,3 \text{ кг.}$$

Бұл мөлшерде мыс сульфиді күкірт бар: $0,3 - 0,24 = 0,06$ кг.

Шлактағы басқалардың санын шлак массасы мен алдыңғы компоненттердің массасы арасындағы айырмашылық бойынша анықтаймыз:

$$39,54 - 8,6 - 14,659 - 6,536 - 3,42 - 4,938 - 0,111 - 0,411 - 0,3 = 0,565 \text{ кг.}$$

Шлактағы сульфид пен оксиді мөлшерін анықтаймыз.

Мырышпен S байланысты болады: $0,268 - 0,06 = 0,208$ кг.

Мырыш сульфидінің мөлшері: $0,208 \cdot 97,38 : 32 = 0,633$ кг. онда мырыш: $0,633 - 0,208 = 0,425$ кг.

Мырыш оксидіндегі мырыш мөлшері: $4,67 - 0,425 = 4,245$ кг.

Мырыш оксидінің салмағы: $4,245 \cdot 81,38 : 65,38 = 5,284$ кг. онда оттегі: $5,284 - 4,245 = 1,039$ кг.

Темір оксидіндегі O_2 саны: $14,659 \cdot 16 : 71,8 = 3,266$ кг.

3 Кесте – Шлақтың саны мен құрамы

Компоненттер	Компоненттер құрамы, кг											
	Si O ₂	CaO	Fe	Pb	Zn	O	S	Cu	Al ₂ O ₃	басқа	жиын	%
SiO ₂	8,6										8,6	21,22
FeO			11,4								14,666	36,19
CaO		6,536									6,536	16,13
ZnO					4,122	1,039					5,161	12,74
ZnS					0,548		0,208				0,756	1,87
PbO				0,103		0,08					0,111	0,27
Pb				0,411							0,411	1,014
Cu ₂ S							0,06	0,24			0,3	0,74
Al ₂ O ₃									3,42		3,42	8,44
Басқалар										0,565	0,565	1,39
Жиын	8,6	6,536	11,4	0,514	4,67	4,313	0,268	0,24	3,42	0,565	40,526	100

Қара қорғасын санын есептеу

Мыс, мырыш, мышьяк, сүрме, қалайы, висмут, теллур және асыл металдардың кейбір мөлшері балқытуда қара қорғасынға өтеді.

Қара қорғасындағы қоспалардың металл саны 2-8% - ға жетуі мүмкін.

Қорғасын агломератының құрамында көптеген қоспалы компоненттердің құрамы берілмеген, сондықтан қара қорғасынның құрамында олар шартты түрде "Басқалар" деп белгіленген.

Қара металдағы қорғасын мөлшерін анықтаймыз, кг:

$$(MPb)_{чер} = (MPb)_{агл} - (MPb)_{шт} - (MPb)_{пыль} - (MPb)_{шл} = 30 - 0,887 - 0,39 - 0,514 = 28,21.$$

Қара металға мыс өтеді, кг:

$$(MCu)_{чер} = (MCu)_{агл} - (MCu)_{шт} - (MCu)_{шл} = 3 - 2,4 - 0,24 = 0,36,$$

Мырыш:

$$(MZn)_{чер} = (MZn)_{агл} - (MZn)_{шт} - (MZn)_{пыль} - (MZn)_{шл} = 5,5 - 0,13 - 0,357 - 4,67 = 0,343;$$

Басқалар:

$$(Mпр)_{чер} = (Mпр)_{агл} - (Mпр)_{шт} - (Mпр)_{пыль} - (Mпр)_{шл} = 22,04 - 0,161 - 0,166 - 0,565 = 21,15.$$

Қара қорғасынның салмағы:

$$28,21 + 0,36 + 0,343 + 21,15 = 50,063 \text{ кг.}$$

4 Кесте – Балқыту өнімдері бойынша қорғасынды бөлу

Балқыту өнімдері	Саны	
	кг	%
Қара қорғасын	28,21	94,03
Штейн	0,887	2,957
Пыль	0,39	3
Шлак	0,514	1,713
Жиыны	30	100

Кокстың жануын және шығатын газдардың мөлшерін есептеу

Кокс балқыту процесінде отын мен қалпына келтіргіш рөлін орындайды. Кокс көміртегінің оттегімен өзара әрекеттесуі кезінде көміртек оксиді және диоксиді түзіледі. Көміртек оксиді (CO) қорғасын агломератын балқыту процесінде негізгі қалпына келтіруші болып табылады. Тапсырмада кокстың 12 % шығыны қарастырылған.

5 Кесте – Кокстың химиялық құрамы

Компоненттер	C	H	S	O	N	Зола	Всего
Құрамы, %	86,5	0,4	0,5	1,4	1,2	10	100
Саны, кг	10,38	0,048	0,06	0,168	0,144	1,2	12

Кокс жануы үшін қажетті ауаның теориялық мөлшерін анықтаймыз.

Есептерде көміртектің келесі таралуын қабылдаймыз: Кокс көміртегінің 40% реакциясы бойынша оттегімен өзара әрекеттеседі (5), ал көміртегінің 60% реакциясы бойынша (6).

(5) реакциясы бойынша көміртек жанады: $10,38 \cdot 0,4 = 4,152$ кг. Ол үшін оттегі жұмсауға болады: $4,152 \cdot 32/12 = 11,072$ кг. Нәтижесінде CO₂ көміртегі диоксиді түзіледі: $4,152 + 11,072 = 15,224$ кг.

(6) реакция бойынша $10,38 \cdot 0,6 = 6,228$ кг көміртек тотығады. Ол үшін $6,228 \cdot 16/12 = 8,304$ кг оттегі қажет және CO көміртек оксиді алынады:
 $6,228 + 8,304 = 14,532$ кг.

$H_2 + 0,5O_2 = H_2O$ реакциясы бойынша Кокс сутегін жағу үшін $0,048 \cdot 16/2 = 0,384$ кг оттегі қажет және су булары (H₂O): $0,048 + 0,384 = 0,432$ кг құрайды.

Кокс күкіртін $s + O_2 = SO_2$ реакциясы бойынша жағу үшін оттегі қажет болады: $0,06 \cdot 32/32 = 0,06$ кг.

Кокста 0,168 кг белсенді оттегі бар екенін ескере отырып, 12 кг коксты жағуға оттегінің теориялық шығыны:

$$11,072 + 8,304 + 0,384 + 0,06 - 0,168 = 19,652 \text{ кг.}$$

Содан кейін коксты жағу үшін ауа қажет (23% мас ауада оттегі болуы.):
 $19,652 / 0,23 = 85,443$ кг. Ауа Үрлеудің 5%-ы қолданылады, $85,443 \cdot 1,05 = 89,716$ кг тең ауаның практикалық шығынын аламыз.

Бұл мөлшерде ауа бар, кг:

$$\text{оттегі} - 89,716 \cdot 0,23 = 20,635 \text{ кг;}$$

$$\text{азот} - 89,716 \cdot 0,77 = 69,081 \text{ кг.}$$

Газ фазасына ауысатын оттегі мөлшерін анықтаймыз, кг:

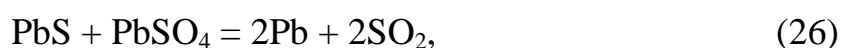
$$20,635 - 19,652 = 0,983 \text{ кг.}$$

Шығатын газдардағы азоттың Жалпы саны: $69,081 + 0,144 = 69,225$ кг құрайды.

Қалдық газдардың құрамын және санын есептеу

Қалдық газ фазасының құрамы коксты жағу есебінен ғана емес, сонымен қатар агломерат компоненттерімен өтетін қалпына келтіру процестері есебінен де және десульфуризация есебінен де қалыптасады.

Қалпына келтіру балқыту жағдайында қорғасын агломератын десульфуризациялау реакциялардың өтуі есебінен қамтамасыз етілуі мүмкін:



Бұл реакциялардың ағуына оттегі шығындары қажет емес.

Агломераттан газ фазасына шығарылатын күкірт массасы реакциялар есебі жоғары:

$$M_s = 1,76 - 1,071 - 0,268 - 0,06 = 0,36 \text{ кг.}$$

Газ фазасында реакция есебінен агломераттан алынатын күкірт мөлшерін есептейміз (жоғары). Газ фазасында күкіртті жоюға реакциялардың келесі үлесін есептейміз: 50 % – реакция есебінен (18), 40 % – реакция есебінен (23) және 10% - реакция есебінен (24).

Теңдеу бойынша бөлінетін күкірт мөлшерін анықтаймыз (1.3)), кг:

$$0,36 \cdot 0,5 = 0,18.$$

Күкірттің мұндай мөлшерін бөлу үшін сізге қажет, кг:

$$\text{қорғасын сульфиді} - 0,18 \cdot 239,2 / 32 = 1,346;$$

$$\text{қорғасын оксиді} - 0,18 \cdot 2 \cdot 223,2 / 32 = 2,511.$$

Бұл ретте газ фазасына келесі SO₂ мөлшері өтеді, кг:

$$0,18 \cdot 64 / 32 = 0,36.$$

(23) теңдеу бойынша газ фазасына ауысатын күкірт мөлшері., кг:

$$0,36 \cdot 0,4 = 0,144.$$

Реакция өтуі үшін (23) қажет, кг:

$$\text{қорғасын сульфиді} - 0,144 \cdot 239,2 / 64 = 0,538;$$

$$\text{қорғасын сульфаты} - 0,144 \cdot 303,2 / 64 = 0,682.$$

Бұл ретте газ фазасына SO₂ бөлінеді, кг: $0,144 \cdot 64 / 32 = 0,288.$

Газ фазасына кететін күкірт салмағы (24):

$$0,36 \cdot 0,1 = 0,036 \text{ кг.}$$

(24) мырыш сульфаты қажет: $0,036 \cdot 161,4 : 32 = 0,182 \text{ кг.}$

Бұл ретте SO₃ күкірт ангидридiнiң пайда болуы: $0,036 \cdot 80 : 32 = 0,09 \text{ кг.}$

Шахталық пештің атмосферасын қалпына келтіру жағдайында қорғасын және мырыш сульфаттары көміртегі оксидімен реакциялар бойынша өзара әрекеттеседі:



Аяқталғаннан кейін агломератта қалатын PbSO₄ саны (23):

$$M_{\text{pbso}_4} = 1,76 - 0,91 = 0,85 \text{ кг.}$$

Қорғасын сульфатын қалпына келтіру үшін CO қажет, кг: $0,85 \cdot 4 \cdot 28 / 303,2 = 0,314.$ Бұл ретте CO₂ мөлшері, кг құрайды:

$$0,85 \cdot 4 \cdot 44 / 303,2 = 0,493 \text{ және қорғасын сульфиді мөлшері, кг: } 0,85 \cdot 239,2 / 303,2 = 0,671.$$

Қорғасын сульфидінің массасын табамыз, ол реакциядан кейін қалады (3), (23), (12), кг:

$$M_{\text{PbS}} = (M_{\text{PbS}})_{\text{агл}} - (M_{\text{PbS}})_{(3.26)} - (M_{\text{PbS}})_{(3.27)} + (M_{\text{PbS}})_{(3.28)} = 1,73 - 1,794 - 0,718 + 1,615 = 0,833.$$

Біздің мысалда балқыту өнімдерінде қорғасын сульфиді жоқ. Сондықтан реакция күте аласыз:



Бұл үшін темірдің келесі мөлшері қажет, кг:

$$0,833 \cdot 55,8 / 239,2 = 0,194.$$

Реакцияның өтуі (3.7) және штейн пайда болуы үшін металл темір қажет, кг: $0,194 + 0,048 = 0,242$.

$PbO + CO = Pb + CO_2$ (1.9) реакциясы бойынша қорғасын оксиді қалпына келтіріледі., кг:

$$MPbO = (MPbO)_{агл} - (MPbO)_{(пыль)} - (MPbO)_{(шлак)} - (MPbO)_{(1.4)} = 5,17 - 3,348 - 0,399 = 1,432.$$

Бұл ретте $1,432 \cdot 28 / 223, 2 = 0,18$ кг көміртегі оксиді жұмсалады және $1,432 \cdot 44 / 223, 2 = 0,282$ кг көміртегі диоксиді алынады.

9,42 кг қорғасын ферритін қалпына келтіру үшін. Бұл көміртегі оксиді қажет: $9,42 \cdot 2 \cdot 28 / 382,8 = 1,38$ кг және көміртегі диоксиді алынады: $9,42 \cdot 2 \cdot 44 / 382,8 = 2,166$ кг.

Реакция бойынша (2) 23,78 кг қорғасын силикатын қалпына келтіру үшін $23,78 \cdot 28 / 283,3 = 2,35$ кг көміртегі оксиді қажет болады, бұл ретте көміртегі диоксиді алынды: $23,78 \cdot 44 / 283,3 = 3,693$ кг.

Қалпына келтірілетін темір оксиді (III) саны пл (5):

$$M_{Fe_2O_3} = 4,413 + 0,144 = 4,557 \text{ кг.}$$

4,557 кг темір оксиді (III) $Fe_2O_3 + CO = 2FeO + CO_2$ (5) реакциясы бойынша қалпына келтіру үшін $4,557 \cdot 28 / 159,6 = 0,8$ кг көміртегі оксиді қажет болады, бұл ретте $4,557 \cdot 44 / 159,6 = 1,256$ кг көміртегі диоксиді алынады.

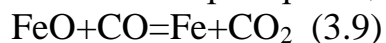
Fe_3O_4 магнетиті балқыту жағдайында $Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2$ арқылы Feo дейін қалпына келеді (26)

Бұл реакцияны жүзеге асыру үшін көміртегі оксиді қажет:

$$10,38 \cdot 28 / 231,4 = 1,256 \text{ кг.}$$

Бұл ретте газ фазасына CO_2 бөлінеді: $10,38 \cdot 44 / 231,4 = 1,974$ кг.

Металл темір Fe реакция арқылы қалыптасады



0,242 металл Темірдің пайда болуына CO: $0,242 \cdot 28 / 55,8 = 0,121$ кг қажет.

Газ фазасына реакция барысында CO_2 : $0,242 \cdot 44 / 55,8 = 0,191$ кг бөлінеді.

Қара қорғасында 0,36 кг мыс өтеді. Реакция бойынша (2.3) Si_2O қалпына келтіру үшін CO: $0,36 \cdot 28 / 127 = 0,079$ кг. нәтижесінде CO_2 : $0,36 \cdot 44 / 127 = 0,123$ кг алынады.

$ZnO + CO = Zn + CO_2$ (4.0) реакциясы бойынша Zn қалпына келтіруге CO: $0,343 \cdot 23 / 65,4 = 0,147$ кг қажет.

Шығатын газдардағы CO саны CO (Кокс жанған кезде пайда болған) Мен CO (Me қалпына келтіру реакциясына жұмсалған) арасындағы айырма ретінде):

$$M_{CO} = 14,532 - 0,314 - 0,121 - 0,18 - 1,38 - 2,35 - 0,8 - 0,079 - 0,147 = 9,161 \text{ кг.}$$

Co 2(кокс жанған кезде пайда болған) және CO_2 (Me қалпына келтіру реакциясына жұмсалған) қосындысы ретінде шығатын газдардағы CO_2 саны):

$$M_{CO_2} = 15,224 + 0,493 + 0,191 + 0,282 + 2,166 + 3,693 + 1,256 + 0,123 + 0,231 = 23,659$$

кг.

6 Кесте – Қалдық газдардың сандық және сапалық құрамы

Газ компоненттері	Компоненттер құрамы		
	кг	нм ³	% көлемі
CO	9,161	7,33	9,6
CO ₂	23,659	12,04	15,77
N ₂	69,225	55,38	72,53
SO ₂	0,964	0,34	0,45
H ₂ O	0,432	0,54	0,71
O ₂	0,983	0,69	0,90
SO ₃	0,12	0,03	0,04
Жиыны	104,544	76,35	100

Шығатын газдардағы оттегі, көміртегі, күкірт, сутегі мөлшері:

CO-дағы оттегі: 5,235; CO-дағы көміртегі: 3,926; CO₂-де оттегі: 17,207;

CO₂ көміртегі: 6,452; SO₂ оттегі: 0,482; SO₂ күкірт: 0,482; SO₃ оттегі: 0,072;

SO₃ күкірт: 0,048; Судағы оттегі: 0,384; Судағы сутегі: 0,048; Артық O₂: 0,983.

Оттегінің шығатын газдарында барлығы: 24,363 кг. шығатын газдардағы көміртегі: 10,378 кг. шығатын газдардағы күкірт: 0,53 кг.

7 Кесте – Қорғасын агломератын қалпына келтіру процесінің материалдық балансы

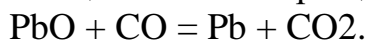
Материалдар мен өнімдер	Компоненттер құрамы, кг												
	всего	Pb	Zn	Cu	Fe	Si O ₂	Ca O	Al ₂ O ₃	O	N	S	C	H
Түсті													
Рb агломерат	100	30	5,5	3	12	8	6,5	3	8,2		1,2		
Кокс	12				0,1 1	0,6	0,0 36	0,42	0,16 8	0,14 4	0,6	10,3 78	0,0 48
Ауа	85,44 3								20,4 22	69,0 81			
Жиыны	201,5 23	30	5,5	3	12, 11	8,6	6,5 36	3,42	28,7 93	69,2 25	1,8 7	10,3 78	0,0 48
Алынған													
қара Рb	50,06 3	28, 21	0,3 43	0,3 6									
Штейн	5,36	0,8 87	0,1 3	2,4	0,7 1						1,0 72		
Шлак	40,52 6	0,5 14	4,6 7	0,2 4	11, 4	8,6	6,5 36	3,42	4,31 3		0,2 68		
Шаң	1,03	0,3 9	0,3 57						0,11 7				
Газдар	104,5 44								24,3 63	69,2 25	0,5 3	10,3 78	0,0 48
Жиыны	201,5 23	30	5,5	3	12, 11	8,6	6,5 36	3,42	28,7 93	69,2 25	1,8 7	10,3 78	0,0 48

ҚОРЫТЫНДЫ

Шахталық балқыту-қорғасын алудың ең көп таралған процесі. Ол әмбебап және жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштермен сипатталады. Балқытуға арналған бастапқы материалдар қорғасын агломераты, кокс және ауа болып табылады. Балқытудың мақсаты-металл түріндегі ең көп қорғасын алу. Бұл жұмыста әдебиетке талдау және металлургиялық есептеулер жүргізілді, сонымен қатар материалдық баланс жасалды. Есептеулер материалдық, энергетикалық және еңбек шығындары ең аз болатын технологиялық процесті жүргізудің оңтайлы шарттарын анықтайды.

Алдын ала тотыққан концентратты шахталық қалпына келтіру балқытпасының қорғасынын алу әдісін зерттеу кезінде келесі қорытындылар жасауға болады:

1. Сульфидті концентраттардан металл қорғасынды қалпына келтіріп балқыту әдісімен алу үшін оларды алдын ала тотықтырып күйдіріп, бір мезгілде жентектеп күйдіру керек, өйткені бастапқы қорғасынды балқытуды шахталық пештерде жүргізеді. Күйдірілген агломерат кокспен балқиды; қорғасын реакция бойынша қалпына келтіріледі



Құрамында оттегіге жоғары қоспалар балқыту кезінде шлак түзеді, ал аздаған қоспалар металға дейін қалпына келтіріледі және қорғасында ерітіледі. Әдетте кемінде он қоспадан тұратын ластанған қорғасын қара деп аталады. Пештен шығарылғаннан кейін сұйық түрдегі қара қорғасын тазартылуға жіберіледі.

Қалпына келтіріп балқытуды пайдалана отырып, сульфидті кендерден металл қорғасынды алудың принципті технологиялық схемасы келтірілген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Зайцев В. Я., Маргулис В. Е. Металлургия свинца и цинка. – М.: Металлургия, 1985. – 263 с.
- 2 Гудима Н. В. Штейн Я. П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. – М.: Металлургия, 1975. – 175 с.
- 3 Шиврин, Г.Н. Металлургия свинца и цинка: Учебник для техникумов. М.: Металлургия, 1982. – 352 с.
- 4 Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс].- http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1821/u_manual.pdf- Загл. с экрана. (дата обращения: 14. 03. 2009).