

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

Қайратұлы Шымболат

Сульфатты қорғасын кектерін карбонизациялау және металға 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: «Сульфатты қорғасын кектерін карбонизациялау және металға
балқыту»

Мамандығы 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Ш. Қайратұлы

Ғылыми жетекшісі

техн. ғыл. канд. қауымдастырылған
профессор

_____ Б. С. Баимбетов

«_____» _____ 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 Қайратұлы Шымболат

Тақырыбы «Сульфатты қорғасын кектерін карбонизациялау және металға балқыту»

Университет ректорының 2020 жылғы « 27 » қаңтар №762-б 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 11 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	Б. С. Баимбетов, техника ғылымдарының кандидаты		
Норма бақылау	А.Н. Таймасова, техника ғылымдарының магистрі		

Ғылыми жетекші _____ Б. С. Баимбетов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Ш. Қайратұлы

Күні _____ «__» _____ 2020 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, тараулардан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс компьютерде орындалған 35 беттерден, 6 кесте және 3 суреттен тұрады. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 11 атаудан тұрады.

Осы дипломдық жұмыста сульфатты қорғасын кектерін карбонизациялау және металға балқытуының зерттеуі қарастырылады.

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

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, глав, заключения и списка использованной литературы. Работа изложена на 35 страницах компьютерного набора, 6 таблиц и 3 рисунок. Список использованной литературы содержит 11 наименований.

В настоящем дипломном работе рассматривается исследование карбонизация сульфатных свинцовых кеков и плавку на метал.

В работе выполнены расчеты материального баланса, теплового расчета, обоснование технологического режима, выбора и расчета основного оборудования.

ANNOTATION

The thesis consists of a task, introduction, chapters, conclusion, and a list of references. The work is presented on 35 pages of a computer set, 6 tables and 3 figure. The list of used literature contains 11 titles.

In the present thesis work deals with the study of carbonation of lead sulfate sludge and melting metal.

Calculations of the material balance, thermal calculation, justification of the technological mode, selection and calculation of the main equipment are performed.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Қорғасын концентраттарын шахталық балқытудағы ерекшеліктері	11
1.1	Шахталық тотықсыздандырып балқытудың сипаттамасы	11
1.2	Құрамында қорғасыны бар шикізатты және оны қайта өңдеу тәсілдері	13
1.3	Шахталық пештерде тотықсыздандырып балқыту	14
2	Технологиялық бөлім	16
2.1	Қорғасын оттығын сілтілеудің технологиялық сұлбасын таңдау және негіздеу.	16
2.2	Сілтілеу процесінің сипаттамасы және режимдік параметрлері	16
2.3	Бейтарап сілтілеу	16
2.4	Металлургиялық есептеулер	18
2.5	Кектің карбонизациясы	21
2.6	Электр пеші	24
2.7	Электр балқытудың материалдық балансы	26
2.8	Балқытудың жылу балансы	30
	Қорытынды	
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта құрамында қорғасын бар өнеркәсіптік өнімдерді қайта өңдеудің бірқатар схемалары мен технологиялары әзірленді, алайда олар металлургиялық кәсіпорындарда өнеркәсіптік қолдануы табылған жоқ. Мыс балқыту және мырыш зауыттарының аумақтарында құрамында қорғасын бар қалдықтар жиналуда.

Құрамында қорғасын бар өнеркәсіптік өнімдер мен қалдықтарды қайта өңдеу жөніндегі экологиялық қауіпсіз, технологиялық тиімді және экономикалық тиімді схема құру туралы мәселе неғұрлым өзекті болып отыр [1].

Қорғасын кектерін мырыш өндірісінде қайта өңдеу тәсілі. Яғни, бұл тәсіл түсті металлургия саласында, атап айтқанда мырыш өндірісінің қорғасын кектерін өңдеуге жатады.

Мырыш өндірісінің қорғасын кектерін оларды қорғасын концентраттары және флюстері бар шихтаға агломерацияға беру арқылы, одан әрі агломератты шахталық пеште балқыта отырып, қара қорғасынды алу арқылы өңдеу әдісі белгілі (В.Я.Зайцев, Е.В.Маргулис. Металлургия свинца и цинка. М.: Металлургия, 1985 г.) [2].

Көрсетілген тәсілдің кемшіліктері қорғасынды бастапқы металға аз ығарылады, яғни 75 % және агломерат сапасының нашарлауына байланысты агломерация шихтасындағы қорғасын кектерінің дозасын шектеу (3 – 5% – дан артық емес) болып табылады.

Құрамында темір бар флюспен термоөңдеу және кейіннен қара қорғасын, штейн және шлақты алу арқылы электр балқытуды қамтитын мырыш өндірісінің қорғасын кектерін қайта өңдеу әдісі белгілі (см. патент России № 2150520 по кл. С 22 В 7/00, 13/00, опубл. Бюлл. № 16 от 10.06. 2000 г.) [3].

Аталған тәсілдің кемшілігі қара металға қорғасынның аз мөлшерде алынуы және темір рудасының флюсі ретінде үлкен мөлшерде жүктелуі болып табылады, бұл технологияны іске асыруға жұмсалатын шығындарды арттырады.

Техникалық мәні бойынша және қол жеткізілетін нәтижесі бойынша неғұрлым қорғасынды кектерін жеңіл өңдеу тәсілі болып табылады, ол күйдірілген флотоконцентратты сілтісізден қалған қалдықпен 1 : (0,1 – 0,3) мөлшеріне тең қалдыққа қорғасын кегі қатынасында термоөңдеуді қамтиды. (см. патент России № 2186133 по кл. С 22 В 7/00, 13/00, опубл. Бюлл. № 21 от 27.07.2002 г.) [4].

Көрсетілген тәсілдің кемшілігі ірілігі 30 мм кем емес агломератты жүктеу кезінде шахталық пештерде қорғасын кенін қайта өңдеу бойынша шектейді, жоғары энергетикалық шығындар және қорғасын кенінен қара қорғасынды төмен мөлшерде алынады, әсіресе жоғары шаң шығару есебінен термиялық өңдеу кезеңінде.

Бұл процесті жүзеге асыру кезінде қол жеткізілетін техникалық нәтиже беріктігі жоғары және реакциялық қасиеттері бар 30 мм астам қорғасын кенінен мырыш өндірісін алу жолымен балқыту көрсеткіштерін арттырудан тұрады.

Техникалық нәтижелерге сәйкес мырыш өндірісінің қорғасын кектерін өңдеудің белгілі тәсілі, оған флюстермен қорғасын кектерін термоөңдеу және кейіннен балқытуды қамтитын тәсілге сәйкес қорғасын кектерінің, сөндірілмеген әктің қоспасын домалату сатысы кіреді.

Қорғасын қалдықтары мен өнеркәсіптік өнімдерден қорғасын алудың пирометаллургиялық схемасының технологиялық және экологиялық кемшіліктері оларды кешенді өңдеу үшін неғұрлым жетілдірілген жолдарды іздестіру қажеттігін анықтайды.

Шетелдік кәсіпорындар гидрометаллургиялық және электрохимиялық тәсілдерді пайдалана отырып, тазартылған қорғасын мен оның қорытпаларын алудың баламалы технологияларын белсенді іздестіруде.

Қорғасын концентратын өңдеудің гидрометаллургиялық тәсілі қазіргі уақытта ең тиімді болып табылады.

Зерттеудің мақсаты сілтілі металдар тұздарын, оның ішінде кальцийленген соданы қолдану негізінде түсті металдар өнеркәсіп өнімдерінің технологиялық схемасын әзірлеу болып табылады.

ҚазҰТЗУ МжПҚБ кафедрасында нәтижесінде натрий карбонатын (кальцийленген сода) қолдана отырып, концентраттар мен өнеркәсіп өнімдерін тікелей металлургиялық қайта өңдеудің технологиялық схемасы әзірленді, ол техникалық – экономикалық көрсеткіштерді және шикізатты пайдаланудың кешенділігін едәуір арттыруға, сульфидті шикізат күкіртін кәдеге жарату проблемасын шешуге мүмкіндік береді.

1 Қорғасын концентраттарын шахталық балқытудағы ерекшеліктері

1.1 Шахталық тотықсыздандырып балқытудың сипаттамасы

Тотықсыздандырып балқыту – қорғасын алудың ең көп таралған процесі. Ол универсальды және жоғары техникалық – экономикалық көрсеткіштермен сипатталады. Қорғасын концентратын тотықсыздандырып балқытудың мақсаттары: құрамында алтын, күміс, мыс, висмут, сүрме, мышьяк, қалайы, теллур бар қара металл түріндегі қорғасынның ең көп мөлшерін алу; бос құрамды шлактарға және шлактардың ең көп мөлшерін ауыстыру. Қазіргі уақытта қорғасын зауыттарының көпшілігінде тотықсыздандырып балқытуды шахталық пештерде жүргізеді, өйткені онда атмосферасы қалыпқы келтіру және реттеу оңай [5].

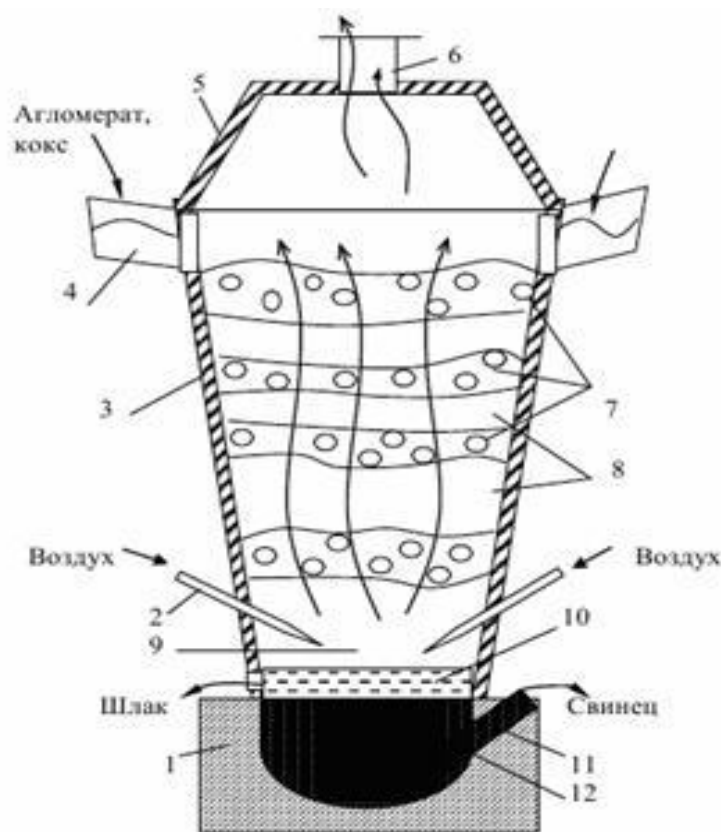
Шахталық пеші жоғарыдан арнайы дайындалған шикіқұрам мен коксты тиейді, ал төменгі жағынан фурма арқылы ауаны үрлейтін тік жұмыс кеңістігі бар агрегат болып табылады. Шахтада химиялық реакциялармен бірге болатын шихтаның қызуы және балқуы болады, нәтижесінде қара металл мен шлак, ал кейде штейн мен шпейз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

Қорғасын балқыту шахталық пеші (1.1 сурет) келесі негізгі бөліктерден тұрады: сифоны бар ішкі көрік, фурмалары бар шахталар, тиеу құрылғысы бар колошник, тұндырғыш. Ішкі жағы үлкен бетон іргетастан қаланады. Қабырғаларының қалыңдығы 600 – 800 мм болатын отқа төзімді кірпіштен салынған. Горнның қалануы металл тартқыштармен тартылған тығыз болат дәнекерленген қаптамамен бекітілген. Көріктің ұзындығы мен ені бойынша фурм аймағындағы пеш өлшемдеріне сәйкес келеді [6].

Горн 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 фурма төмен немесе сифон арқылы үздіксіз шығарылады.

Пеш шахтасы болат су салқындататын кессондардан жасалған. Кессондардың ішкі қабырғасының қалыңдығы 10 – 14 мм және сыртқы 6 – 8 мм болады. Қабырғаларының арасындағы қашықтық 100 – 150 мм. Кессонның төменгі бөлігіне арынмен суық су беріледі, кессонның жоғарғы бөлігінде су 60 – 70⁰ С температурамен шығарылады.

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 шанды 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.



1 – горн; 2 – фурма; 3 – шахталық пеш; 4 – тиеу люктары; 5 – колошник; 6 – газарна; 7 – агломерат; 8 – кокс; 9 – пештің фокусы; 10 – шлак; 11 – қорғасын шығаруға арналған сифон; 12 – қорғасын

1.1 Сурет – Қорғасын балқытудың шахталық пеші

Пешке ауа арнайы құрылғылар – сумен салқындатылатын фурмалар арқылы беріледі. Кессондағы фурмалық тесіктер оның төменгі шетінен 300 – 400 мм биіктікте орналасқан. Тесік диаметрі 100 – 125 мм тең. Пеште фурма саны 30 – 40 жетеді. Ауа фурмаларға айналмалы коллектор арқылы жеткізіледі, ол фурмалармен иілгіш жеңдермен біріктірілген. Ауа шығыны (үрлеу) фурма аймағындағы пеш қимасының 1 м^2 ауданына $25 - 50 \text{ м}^3 / \text{мин}$ 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 металл су салқындатқыш қаңқа қамтиды және олар отқа төзімді кірпішпен толтырылған. Кейде колошник кессонирленеді.

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: қорғасын қабаты, кокс қабаты, қорғасын қабаты, кокс қабаты және т.с.с. Пештен шығатын газдардың температурасы $200 - 400^\circ \text{C}$ болады және шаңның едәуір

мөлшері (8 – 17 г/м³) болады. Шаңнан тазалағаннан кейін (циклондар мен жеңдік сүзгілерде) оларды атмосфераға тастайды.

Шахталық пештерде балқытуды екі негізгі режим бойынша жүргізеді – жоғары (4 – 6 м) және төменгі (2,5 – 3 м). Олардың биіктігі деп пешке жүктелген шихтаның фурм деңгейінен жоғарыға дейінгі биіктігімен түсіндіріледі.

Өртүрлі режимдерге арналған шахталық балқыту көрсеткіштері:

Биіктігі, м 4 – 6 2,5 – 3

Пештің меншікті өнімділігі, т/(м² · тәу) 45 – 70 60 – 100

Кокс шығыны, шихта салмағынан % 10 – 13 7,5 – 10

1 т шихтаға ауа шығыны, м³ 900 1440

Шлактағы қорғасынның құрамы, % До 1 2–3,5

Колошник газдарының температурасы, °С 100 – 250 До 600

Шаңның шығуы, шихта салмағынан % 0,5 – 2 3 – 5

Жоғарыда 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.

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

1.2 Құрамында қорғасыны бар шикізатты және оны қайта өңдеу тәсілдері

Қорғасын өндіру үшін негізгі шикізат – сульфидті полиметалл кендері. Қорғасын – мырыш және мыс – қорғасын – мырыш кендері кеңінен таралған. Мұндай кендерде қорғасыннан басқа, әдетте мырыш, мыс, кадмий, висмут, алтын, күміс, мышьяк, сүрме, таллий, селен, теллур, германий және индий бар. Табиғатта қазіргі уақытта шектеулі өнеркәсіптік маңызы бар аралас және тотыққан кендер де кездеседі.

Қорғасын өндірісінің жалпы теңгерімінде қайталама шикізат – өнеркәсіптік сынықтар мен қалдықтар: аккумуляторлық өндіріс маңызды орын алады. кабельдердің қалдықтары, қорғасын қорытпалары және т. б.

Маңызды қорғасын минералы – PbS галениті. Аралас және тотыққан кендерде церуссит PbCO₃ және англезит PbSO₄ кездеседі. Құрамында қорғасын бар кендерде негізгі ілеспе металдар ZnS сфалерит, CuFeS₂ халькопирит, CdS гринокит, FeAsS₂ арсенопирит, FeS₂ пирит және Fe₇S₈ пирротин түрінде болады. Бос жыныстарда әртүрлі силикаттар мен карбонаттармен ұсынылған.

Құрамында 8 – 9 % Pb – нан аспайтын қорғасын кендері тікелей металлургиялық өңдеу үшін жарамсыз. Осы себепті барлық өндірілетін кендерді селективті флотация әдісімен байытады.

Полиметалл кендерін байытуда қорғасын, мырыш, мыс, пирит және барит концентраттары мен үйінді қалдықтары – алты өнім алады.

Қорғасын өндіру кезінде әдетте құрамында %: 30 – 80 Pb; 1 – 14 Zn; 10 Cu дейін; 2 – 15 Fe; 9 – 15 S; 2 – 13 SiO₂ бар қорғасын концентраттары өңделеді.

Қорғасын кәсіпорындарында шикізат материалдары ретінде күкірт қышқылының қондырғыларын, мыс балқыту және мырыш зауыттарының және қайта өңдеу металлургия зауыттарының шандары пайдаланылады.

Сульфидті қорғасын концентраттарын өңдеу үшін пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық технология қолданылады. Алайда, технологиялық жетілмеу салдарынан қорғасынды алудың гидрометаллургиялық тәсілдері пирометаллургиялық әдіспен бәсекеге қабілетсіз және осы уақытқа дейін өнеркәсіпте қолдану кездескен жоқ [7].

Сульфидті концентраттардан қорғасын балқытудың үш түрі бар: реакциялық, шөгінді және қалпына келтіргіш балқыту. Қорғасынды реакциялық балқыту әдісімен алу негізінде оның сульфиді мен оксиді немесе сульфаты арасындағы химиялық өзара әрекеттестік жатыр:



Бұл реакциялардың өтуі алдын ала немесе реакциялық өзара іс – қимыл жасайтын аппаратта жүргізілетін бастапқы концентратты ішінара тотықтырып күйдіру тиіс.

1.3 Шахталық пештерде тотықсыздандырып балқыту

Тотықсыздандырып балқыту – шахталық пеште балқытылатын алдын ала күйдірілген және пісірілген концентраттан қорғасын алу әдісі.

Сульфидті қорғасын концентраты флюстермен араласады және тотықтырғыш күйдіріледі:



Бұл ретте сульфидтер мен басқа да металдар тотығады, ал күйдірілетін қоспаға айналып, күйіп кетеді. Кесектелген материал шахталық пеште балқытуды жүзеге асыру мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін қажет.

Шахталық пеште концентраттарды балқытуды қалпына келтіру атмосферасында жүргізіледі, яғни пеш газдарында көміртек – CO тотығының жеткілікті мөлшері болған кезде, тотыққан қалыптан қорғасынды қуатты қалпына келтірілген түрде болады:



Қорғасынды алу үшін қайта өңдеудің екі түрі қолданылады: пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық.

Әлемдік тәжірибеде гидрометаллургиялық әдіс кең таралған. Бұл тәсілдің артықшылығы ол металдарды алудың жоғары деңгейін және шикізатты пайдаланудың кешенділігін қамтамасыз етеді, қосымша тазартусыз жоғары таза металдарды алуға мүмкіндік береді. Қауіпсіз еңбек жағдайларын және қоршаған ортаны қорғауды жақсарту үшін мүмкіндік жасайды. Өндіріс сызбасын толық механикаландыруға және автоматтандыруға мүмкіндік береді.

2 Технологиялық бөлім

2.1 Қорғасын оттығын сілтілеудің технологиялық сұлбасын таңдау және негіздеу

Гидрометаллургиялық зауыттарда күйдірілген концентратты сілтілеудің қолданылатын схемалары мынадай белгілер бойынша ажыратылады:

- операциялардың үзілуі және үздіксіздігі;
- сілтілеу сатыларының саны;
- қышқыл режимі.

Үздіксіз процесі бойынша оттықтар мен қышқыл ерітінділер сілтілеуге шамамен тұрақты қатынаста түседі.

Үздіксіз схема тұрақты және жоғары сұрыпты шикізатты жоғары тиімділікпен қайта өңдеуге, сілтілеу үшін аппаратураны ұтымды пайдалануға, процесті автоматтандыруға мүмкіндік береді [8].

Периодтық процесс – қыздыру мен қышқылды дәл порциялық мөлшерлеу, жекелеген бөліктермен сілтілеуді үзбей жүргізу. Кезеңдік сілтілеу бір немесе екі сатыда жүргізіледі.

Бұл схема әртүрлі және күрделі шикізатты өңдеу үшін неғұрлым орынды, ол процесті реттеуге, төмен сапалы концентраттарды өңдеуге мүмкіндік береді және ерітіндінің сапасын қатаң бақылауды қамтамасыз етеді.

2.2 Сілтілеу процесінің сипаттамасы және режимдік параметрлері

Қорғасынды күйіндісін сілтілеудің технологиялық процесі келесі операцияларды қамтиды:

- бейтарап сілтілеу;
- ерітінділерді темірден, қалайдан, мышьяктан, сүрме мен сирек металдардан гидролитикалық тазарту;
- қойыртпақты қоюландыру учаскесі;
- қорғасын кектерін процестен шығару;
- бейтарап қоюландырғыштардың жоғарғы құйылуын мыстан, кадмийден, кобальттан және басқа да қоспалардан мырыш шаңымен тазарту.

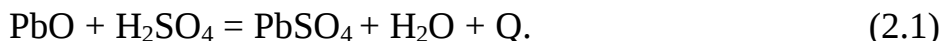
Қойыртпақты тазалағаннан кейін сорғыштармен сүзуге беріледі. Сүзгіш өздігінен ағатын буферлік сыйымдылықтарға келіп түседі, ол жерден арынды бактарға және одан әрі электролизге айдалады.

2.3 Бейтарап сілтілеу

Сілтісіздендіру деп сұйық еріткіште бір немесе бірнеше қатты материалды құрайтын еріту процесі аталады. Бейтараптап шаймалаудың

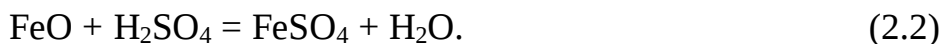
мақсаты – ерітіндіні қоспалармен аз ластанған кезде қорғасынның және оған ілеспе компоненттердің тез және толық ауысуы.

Күйінділер желбеде пайдаланылған электролит және пневмо араластырғыш – пачуктағы айналмалы ерітінділер қоспасымен шайылады. Сілтісіздендіру үздіксіз бірнеше рет қосылған жүйелі пачуктарда жүргізіледі. Соңғы пачуктан кейінгі ерітіндіні араластырғышқа, ал одан бейтарап қоюлатқыштарға жіберіледі. Қорғасын тотығы күкірт қышқылында оңай ериді.

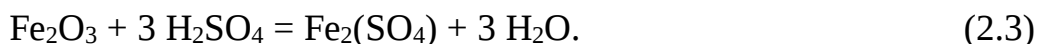


Қорғасын сульфаты суда жақсы ериді және оның сілтісіздендіруіне қышқыл жұмсалмайды.

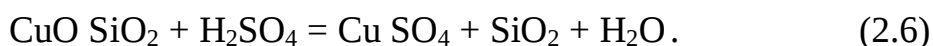
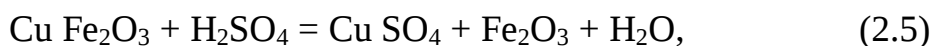
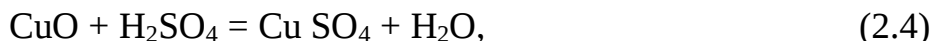
Темірдің басқа да әлсіз тотықтарының қосылыстары күкірт қышқылында жақсы ериді:



Темір тотығының қышқылдығы жоғары болғанда ғана ерітіндіге өтеді және аз мөлшерде:



Шаймалау кезінде күйіндідегі барлық темір 5 % дейін ерітіледі. Мыс қосылыстары реакциялар бойынша ериді:



Сілтілеу кезінде күйіндінің құрамындағы мыс 50 % – ға дейін ериді. Никель, кобальт, марганец, германий, мышьяк және сүрме күкірт қышқылында ерігенде қорғасын және кальций ерітіндісіне жиі ауысады, қалғаны мырыш кегінде сульфаттар құрайды [9].

Никель, кобальт, марганец, германий, мышьяк және сурьма көбінесе қорғасын мен кальций ерітіндісіне ауысады, қалғаны күкірт қышқылында ерігенде мырыш кегінде сульфаттар түзіледі.



Кадмий, натрий, магний қосылыстары, сондай – ақ хлорлы және фторлы қосылыстар оңай ериді. Асыл металдар қатты қалдықтарға өтеді.

Мырышты толық алу үшін күкірт қышқылының артық болуы қажет, бірақ ерітіндіні темірден тазарту үшін сілтілеу соңында бейтарап болуы тиіс. Сондықтан желобқа айналмалы ерітінділер мен құрамында $30 - 70 \text{ г/дм}^3$ күкірт қышқылы, жалпы $1600 - 2000 \text{ г/дм}^3$ темір бар өңделген электролиттің қоспасы беріледі.

Толық сілтілеу үшін араластырғыштан қойылтылған қойыртпақтың бір бөлігін осы шығарылым арқылы аэролифтпен араластырғышқа айдайды, онда пайдаланылған электролитпен күкірт қышқылының құрамына $5 - 20 \text{ г/дм}^3$ дейін қышқылдалады. Қышқылданған қойыртпақтың бір жартысы бейтарап сілтісіздендіру науасына қыздыруға, ал екінші жартысы айналымдағы ерітінділердің шихта бағы арқылы қыздыруға қайтарылады.

2.4 Металлургиялық есептеулер

Ескере отырып, кектің рациональдық құрамын, Pb түрінде PbSO_4 , Cu – Cu_2S (50 %) және Cu_2O (50 %), Zn – ZnO – түрінде, Fe – Fe_2O_3 (25 %) – FeO (50 %) – Fe_3O_4 (25 %), қалғандары SiO_2 , CaO және MgO, CaSO_4 , MgSO_4 – түрінде қабылдаймыз.

Есептеуді 100 кг кекке жүргіземіз. Осы қосылыстардың массасын анықтаймыз.

PbSO_4 массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{58,60 \cdot 303,2}{207,2} = 85,75.$$

PbSO_4 – тегі күкірт саны:

$$S = \frac{85,75 \cdot 32}{303,2} = 7,05.$$

PbSO_4 – тегі оттегінің саны:

$$O = \frac{85,75 \cdot 64}{303,2} = 15,1.$$

Cu_2S – дегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{1,60 \cdot 159}{64} = 3,9.$$

Cu_2S – дегі күкірт мөлшері:

$$S = \frac{3,975 \cdot 32}{159} = 0,8.$$

Cu_2O – дегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{1,60 \cdot 143}{128} = 1,8.$$

Cu_2O – дегі оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{1,787 \cdot 16}{143} = 0,2.$$

ZnO – дегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{3,15 \cdot 81,3}{65,3} = 3,9.$$

ZnO – дегі оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{3,922 \cdot 16}{81,3} = 0,8.$$

Fe_2O_3 – гематиттің массасын табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{6,18 \cdot 159,6}{111,6} = 8,8.$$

Fe_2O_3 – дегі оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{8,838 \cdot 3 \cdot 16}{159,6} = 0,2.$$

FeO – дегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{6,18 \cdot 71,8}{55,8} = 7,9.$$

Fe_2O_3 – дегі оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{7,95 \cdot 16}{71,8} = 1,8.$$

Fe_3O_4 – дегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{6,18 \cdot 231,4}{167,4} = 8,5.$$

Fe_3O_4 – дегі оттегінің саны:

$$O = \frac{8,542 \cdot 4 \cdot 16}{231,4} = 2,4.$$

MgSO₄ – тегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{1,50 \cdot 124}{40,3} = 4,6.$$

MgSO₄ – дегі күкірт мөлшері

$$S = \frac{4,62 \cdot 32}{124} = 1,2.$$

MgSO₄ – дегі оттегінің саны:

$$O = \frac{4,62 \cdot 4 \cdot 16}{124} = 2,4.$$

CaSO₄ – тегі массаны табамыз:

$$G_{\text{кек}} = \frac{1,50 \cdot 136}{56} = 3,6.$$

CaSO₄ – дегі оттегінің саны:

$$S = \frac{3,64 \cdot 32}{136} = 0,9.$$

CaSO₄ – дегі оттегінің саны:

$$O = \frac{3,64 \cdot 4 \cdot 16}{136} = 1,7.$$

2.1 Кесте – Кектің рационалдық құрамы

Қосылыстар	Элементтер							
	Pb	Cu	Zn	Fe	CaO	S	MgO	O
PbSO ₄	83,8					7,05		15,1
Cu ₂ S		3,9				0,8		
Cu ₂ O		1,8						0,2
ZnO			3,9					0,8
Fe ₂ O ₃				8,8				0,2
FeO				7,9				0,8
Fe ₃ O ₄				8,5				2,4
CaSO ₄					3,6	0,9		1,7
MgSO ₄						1,2	4,6	2,4

2. 5 Кектің карбонизациясы

Құрамында қорғасыны бар кекті содамен карбонизациялау әдісімен өңдеу.

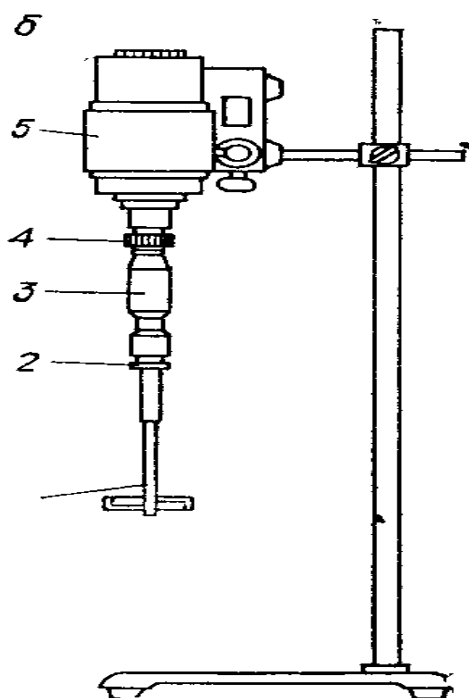
Кектің карбонизациясы

– бұл механикалық ерітіндімен араластыратын араластырғышта кекті өңдеу [6].

Кекті карбонизациялау 250 г/л сода (Na_2CO_3) ерітіндісімен механикалық араластыру арқылы араластырғышта жүргізіледі. Карбонизациядан кейін 90 – 95° С кезінде 2 сағат ішінде қойыртпақты сүзіп, сумен жуып, кек – 2 аламыз. Реакцияға өтеді:



Сүзу мен жуудан кейін – бұл ерітінді Na_2SO_4 натрий сульфаты мен артық сода өтеді.



1 – пропеллер, 2 – қысқыш протоны, 3 – басы, 4 – қысқыш басы, 5 – қозғалтқыш

2.1 Сурет – Араластырғаш

Барлық кек – 2 – гі компоненттердің құрамын есептейміз, тек ғана қорғасын PbCO_3 түрінде, $\text{Cu} - \text{Cu}_2\text{S}$ (50%) және Cu_2O (50%), $\text{Zn} - \text{ZnO}$ түрінде,

Fe – Fe₂O₃ (25%) – FeO (50%) – Fe₃O₄ (25%), қалғаны SiO₂, CaO және MgO түрінде CaSO₄, MgSO₄.

PbCO₃ массаны табамыз: Pb = 12,06 кг,

$$\text{ондағы PbCO}_3 \text{ мөлшері} = \frac{267,2 \cdot 12,06}{207,2} = 15,55 \text{ кг.}$$

$$\text{PbCO}_3 - \text{гі көміртегінің мөлшері} = \frac{12 \cdot 12,06}{207,2} = 0,69 \text{ кг.}$$

PbCO₃ – гі оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{48 \cdot 12,06}{207,2} = 2,79 \text{ кг.}$$

Cu₂O массаны табамыз Cu = 2,8 кг

$$\text{ондағы Cu}_2\text{O саны} = \frac{144 \cdot 2,8}{128} = 2,25 \text{ кг тең болады.}$$

оның ішінде O 0,55 кг.

$$\text{Cu}_2\text{S мөлшері:} = \frac{159 \cdot 2,8}{128} = 3,47 \text{ кг.}$$

$$\text{S мөлшері:} = \frac{31 \cdot 2,8}{128} = 0,067 \text{ кг.}$$

$$\text{ZnO мөлшері:} = \frac{3,9 \cdot 16}{65,3} = 0,955 \text{ кг.}$$

Fe₂O₃ массаны табамыз: Fe = 8,8 кг,

$$\text{ондағы Fe}_2\text{O}_3 \text{ мөлшері} = \frac{159 \cdot 8,8}{110} = 12,72 \text{ кг.}$$

Fe₂O₃ – гі оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{48 \cdot 8,8}{110} = 3,84 \text{ кг.}$$

FeO массаны табамыз: Fe = 7,9 кг,

$$\text{ондағы FeO мөлшері} = \frac{72 \cdot 7,9}{56} = 10,15 \text{ кг.}$$

FeO – ғы оттегінің саны:

$$\text{O} = \frac{16 \cdot 8,8}{56} = 2,51 \text{ кг.}$$

Fe₃O₄ массаны табамыз: Fe = 8,5 кг,

ондағы Fe₃O₄ мөлшері $= \frac{232 \cdot 8,5}{168} = 11,7$ кг.

Fe₃O₄ – гі оттегінің саны:

O = $\frac{64 \cdot 8,5}{168} = 3,24$ кг.

CaCO₃ массаны табамыз: CaO = 3,6 кг,

онда CaCO₃ мөлшері $= \frac{100 \cdot 3,6}{40} = 9$ кг.

CaCO₃ – тегі көміртегінің мөлшері:

C = $\frac{12 \cdot 3,6}{40} = 1,08$ кг.

CaCO₃ – тегі оттегінің саны:

O = $\frac{48 \cdot 3,6}{40} = 4,32$ кг.

MgCO₃ массаны табамыз: MgO = 4,6 кг,

онда MgCO₃ мөлшері $= \frac{84 \cdot 4,6}{24} = 16,1$ кг.

MgCO₃ –гі көміртегінің мөлшері

C = $\frac{12 \cdot 4,6}{24} = 2,3$ кг.

MgCO₃ – гі оттегінің саны:

O = $\frac{48 \cdot 4,6}{24} = 9,2$ кг.

2.2 Кесте – Кектің рационалдық құрамы

Қосылыстар	Элементтер								
	Pb	Cu	Zn	Fe	CaO	S	C	MgO	O
PbSO ₄	12,06						0,69		2,79
Cu ₂ S		2,8				0,067			
Cu ₂ O		1,8							0,55

2.2 Кестенің жалғасы

Қосылыстар	Элементтер								
	Pb	Cu	Zn	Fe	CaO	S	C	MgO	O
ZnO			3,9						0,955
Fe ₂ O ₃				8,8					3,84
FeO				7,9					2,51
Fe ₃ O ₄				8,5					3,24
CaCO ₄					3,6		1,08		4,32
MgCO ₄							2,3	4,6	9,2

Карбонизациядан кейін кекті, PbCO₃, CaSO₄, MgSO₄ түріндегі қорғасын және басқа да компоненттер кептіруден кейін – электр пеште балқытылады.

Карбонизациядан және сүзуден кейін алынған кек қалпына келтіру үшін кокспен араластырылды.

2.6 Электр пеші

Қазіргі уақытта түсті металлургияда қолданылатын электрлік балқытудың келесі түрлері бар:

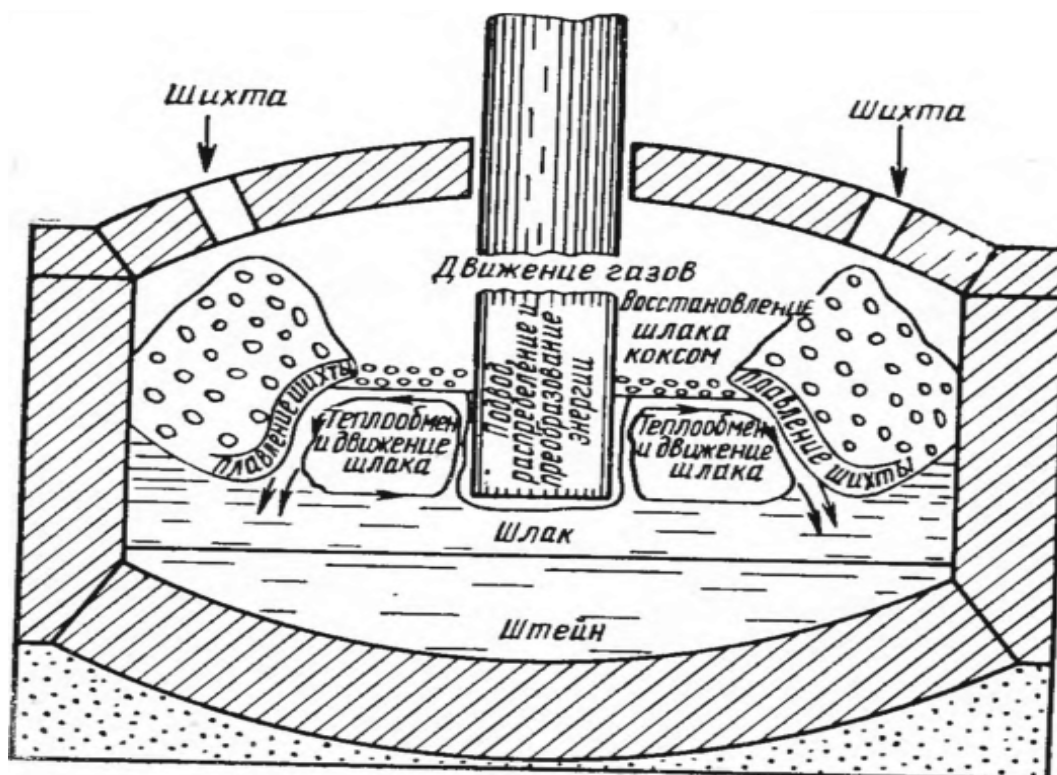
Электр балқыту процесінің химизмі бойынша реакциялық – тотығу және қалпына келтіру деп бөлуге болады.

Бастапқы шикізат бойынша кендер мен концентраттардың электр балқытуын, металдардың электр балқытуын және шлактардың электр балқытуын деп бөледі.

Соңғы өнім бойынша штейнге, қара қорытпаға және металға электр балқыту болуы мүмкін.

Жұмыстың мәні бойынша, жалпы көрінісі және шлакқа батырылған электродтармен электр балқыту пештеріндегі негізгі процестердің өзара байланысы келесідей сипатталуы мүмкін. Кеннен, концентраттардан, айналымдардан және флюстерден тұратын бастапқы шихтаның қалыңдығы 0,8 – ден 1,6 м – ге дейін ауытқиды. Сұйық шлактарды қайта өңдейтін пештерде қайта өңдеуге арналған бастапқы материал ретінде балқытылған шлак қызмет етеді (сурет 2.2) пеш ваннасына тікелей құйылады.

Электр пеші ток беретін электродтары бар жылу ваннасынан тұрады, өзіндік балқытылған электролит табаны метал өткізгіштігі бар штейн қабаты бар шлактан тұрады.



2.2 Сурет – Электр пеші

Электр пештерінде негізгі жылу көзі болып табылатын электр энергиясы ваннаға шлакқа 0,2 – 0,8 м тереңдікке батырылған көмір электродтарының көмегімен шығарылады.

Электр энергиясы ваннаның шлакты қабатына жылу энергиясына айналады, бұл ретте қуаттың 40 % – дан 80 % – ға дейін электродтардың маңындағы өтпелі контактіде электрод – балқытылған шлак бөлінеді, онда электродтың қоршаған шетінің газ қаптарында пайда болатын ішінара шунтталған микродугалар түріндегі доғалық разряд болады. Электродтардың аз түсуі кезінде электродтың түйісуінде бөлінетін қуат үлесі – шлак 80 % – ға жетеді, ал электродтардың қонуы мен ваннаның тереңдігі ұлғайған кезде бұл үлес 40 – 50 % – ға дейін төмендейді.

Электр пештерінде жеке электродтар бойынша қуатты бөлу шамамен бірдей. Аз электр өткізгіштікке ие болған ваннаның ток өткізгіш учаскелерінде жүзіп жүрген балқытылмаған шихта ток желілерінің бір бөлігін кесіп, осылайша ваннаның белсенді кедергісін 20 – 30 % – ға арттырады.

Қызып кеткен шлактрадың ағындары ваннаның бетіне электродтардан пеш қабырғаларына қарай қозғалады және өз жолында жүзіп келе жатқан шикіқұрамды күтеді [10].

Өзінің жылуының артығын бере отырып, шихтаны ваннаға батырылған беті бойынша балқытады және шихтаның салқын балқымасымен араластыра отырып, ваннаның терең қабаттарына түсіріледі. Ваннаның шлак қабатының төменгі бөлігінде электродтардың ұштарының деңгейінде шлак ағындары электродтарға ішінара таралып, оларға жетеді және тағы да бетінде қалқып

шығады. Осылайша, электр пешінде барлық уақытта шдактрады 1 – 2 м/сек дейінгі жылдамдықпен тұйықталған траекториялар бойынша айналдырады. Балқытудың негізгі беті ванна үстіндегі шихтаның беті болып табылатын шағылыстырғыш пештерге қарағанда электр пештерінде балқытудың негізгі беті – бұл ваннаға батырылған шихтаның беті.

Шихтаны қозғалып келе жатқан қыздырылған шлактармен балқыту процесі шағылдырғыш пештерде бағынышты екінші дәрежелі мәнге ие, ал электр пештерінде – бұл шихтаны балқытудың негізгі процесі.

Ең белсенді шихта ваннаның жоғарғы электродты қабатында – электродтардың осінен 1,5 – 2 диаметрден аспайтын аймақтарда балқиды. Электродтар мен оларға жақын ваннаның меншікті өнімділігінің айырмашылығы 100 % – ға жетеді. Егер электр пештері ваннасының бетіне көмір немесе кокс тиеген болса, онда шлак қызу қалпына келтірілетін болады, бұл оның ваннадағы үздіксіз конвекциялық қозғалысымен байланысты болады, нәтижесінде шлақтың массасы барлық уақытта қалпына келтіргіш қабатымен жанасатын болады.

Электр пештерінің кемшіліктері: 1 т шихтаға 500 – 800 кВт – сағатқа жететін электр энергиясын едәуір тұтыну, шектелген тотығу мүмкіндіктері және аз қысқарту дәрежесі, оның ылғалдылығын төмендету бойынша шихтаға қойылатын жоғары талаптар, штейн немесе қорытпаның қызуы бойынша шектеулі мүмкіндіктер.

2.7 Электр балқытудың материалдық балансы

Кокс шығыны балқыту шихтасынан 10 % – ға тең. Ауа – оттегімен үрлеу кезінде кокстың шығыны ауа үрлеумен салыстырғанда 10 – 15% – ға төмендеуі мүмкін екенін ескере отырып, бұл мысалда кокстың шығыны балқыту шихтасының 9 % – ын қабылдайды.

Үрлеу 30 % O_2 дейін байыту кезінде электр балқыту кезінде кокстың химиялық жылуын пайдалану әуе үрлеу балқымамен салыстырғанда 9 – 11 % жақсарды [11]. Сондықтан есептеу кезінде, кокс көміртегінің 55 % көміртегінің қос тотығын да, ал 45 % тотыққа дейін күйдіріледі.

Кокс шығысының 9 % кезінде оны балқытуды талап етеді.

$$106,2 \cdot 0,09 = 9,56 \text{ кг.}$$

Кокста сол 85 % C, сондықтан пеште күйдіру қажет

$$9,56 \cdot 0,85 = 8,13 \text{ кг C,}$$

оның ішінде CO_2 дейін

$$8,13 \cdot 0,55 = 4,47 \text{ кг.}$$

CO – ға дейін

$$8,13 \cdot 0,45 = 3,66 \text{ кг.}$$

C + O₂ = CO₂ реакциясы бойынша кокс көміртегін тотықтыру үшін оттегі қажет

$$\frac{32 \cdot 4,47}{12} = 11,92 \text{ кг,}$$

және C + 1/2 O₂ = CO реакциясы бойынша көміртегі тотығуы үшін

$$\frac{16 \cdot 3,66}{12} = 4,88 \text{ кг.}$$

Жалпы кокс көміртегін жағу үшін оттегі қажет

$$11,92 + 4,88 = 16,81 \text{ кг.}$$

Кокс көміртегін жағу кезінде газ алынады:

$$\frac{44,7 \cdot 44}{12} = 1639 \text{ кг CO}_2;$$

$$\frac{3,66 \cdot 28}{12} = 8,54 \text{ кг CO.}$$

Алдыңғы есептегі кокстың құрамын қабылдаймыз, бірақ шлақтың құрамына түзетулер енгізбеу үшін кокстегі күлдің мөлшері 10 % емес, 11 % – ды қоспаған жағдайда.

Оттегімен байытылған ауаны қолдану кезінде балқыту кезінде флюстердің шығынынан бас тартуға болады, ал одан алынған шлак қолайлы.

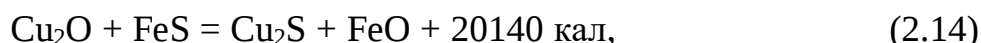
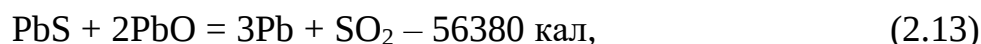
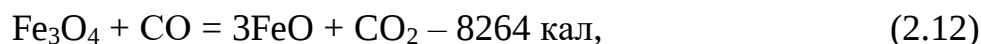
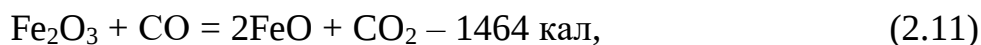
Жалпы шихтаны есептеу нәтижелерін 2.3 – кестеге толтырамыз.

2.3 Кесте – Жалпы шихтаны есептеу нәтижелері

	SiO	FeO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	ZnO	Pb	Cu	S ₂
Шлактың есептік құрамы	20	32	16,1	5,6	6,3	15,8	1	6,0	1,5
Зауыт шлагының құрамы %	20 – 25	28 – 31	15 – 21	2,0	6,0	10 – 16			

Оттегімен байытылған үрлеуді ескере отырып, бұл шлакты өте қолайлы деп тануға болады.

Үрлеу мен шығатын газдарды балқыту кезінде, ауаны үрлеу кезіндегі химиялық реакцияларға өтетінін қабылдап, есептеп шығарамыз:



Кокс көміртегінің тотығуынан басқа, пириттің диссоциациясынан алынған күкірт, оттегін жағу үшін де қажет.

1,6 кг S_2 жағу үшін 1,6 кг O_2 талап етіледі, бұл коксты жағу үшін 16,8 кг оттегімен бірге 18,4 кг O_2 құрайды.

Үрлеуде 30 % O_2 алу үшін 60 % ауаны 40 % таза оттегімен араластыру қажет. Ауамен $18,4 \cdot 0,60 = 11,0$ кг оттегі қосылады

$$\text{және азотта } \frac{11 \cdot 77}{23} = 36,8 \text{ кг}.$$

$$\text{Барлық ауа } 11 + 36,8 = 47,8 \text{ кг}.$$

Оттегімен байытылған ауа құрамы:

	кг	м ²	% (көлемі).
N_2	36,8	29,4	70,0
O_2	18,4	12,9	30,0
Барлығы	55,2	42,3	100,0

(2.11) реакция бойынша 29,8 кг PbO қалпына келтіру үшін 3,74 кг CO жұмсалады және бұл ретте 5,87 кг CO_2 алынады.

(2.12) реакция бойынша 9,72 кг Fe_2O_3 қалпына келтіру үшін 1,7 кг CO жұмсалады және 2,7 кг CO_2 алынады.

(2.13) реакция бойынша 8,8 кг Fe_3O_4 қалпына келтіру үшін 1,06 кг CO жұмсалады және 1,67 кг CO_2 алынады.

Қорғасын мен темір тотықтарын қалпына келтіруге барлығы 6,5 кг СО қажет болады және реакция нәтижесінде 10,24 кг СО₂ алынады.

Газдарға айналады, кг:

$$\text{CO} = 8,54 - 6,5 = 2,04;$$

$$\text{CO}_2 = 16,39 + 10,24 = 26,63.$$

Алынған күкірт ангидридiнiң саны, кг:

(3.14) реакция бойынша 0,86

пирит күкіртiнiң тотығуынан 3,2
Барлығы 4,06

4 % ылғал болса, пирит пен кокста буланатын ылғалдың жалпы санын құрайды

$$(6,2 + 9,56) \cdot 0,04 = 0,63 \text{ кг.}$$

Қалдық газдарды есептеу нәтижелерін 2.4 кестеге түсіреміз.

2.4 Кесте – Қалдық газдардың саны мен құрамы

Компоненттер	кг	м ²	% (көлемі)
СО ₂	26,63	13,50	28,8
СО	2,04	1,64	3,5
SO ₂	4,06	1,42	3,0
N ₂	36,8	29,44	63,0
H ₂ O	0,63	0,80	1,7
Барлығы	70,16	42,8	100,0

Барлық жалпы материалдық баланстын есептеулерінің нәтижелерін 2.5 кестеге толтырамыз

2.5 Кесте – Электрбалқытудың материалдық балансы

Кіріс	кг	Шығыс	Кг
Қорғасын шлағы	100,0	Қара қорғасын	37,1
Пирит	6,2	Штейн	8,4
Кокс	9,56	Шлак	53,1
Шихта ылғалдылығы	0,63	Шаң	2,0

2.5 Кестенің жалғасы

Кіріс	кг	Шығыс	Кг
Үрлеу	55,2	Газдар	70,1
		Тұтқыр емес	0,8
Барлығы	171,59	Барлығы	171,5

2. 8 Балқытудың жылу балансы

Жылу келуі

1 Кокс жануының жылуы, кал:

реакция бойынша	$C + O_2 = CO_2 + 94052 \text{ кал}$	35035
	$C + 1/2 O_2 = CO + 26416 \text{ кал}$	8057
	Барлығы	43092

2 Физикалық жылу, кал:

кокс	$9,56 \cdot 0,534 \cdot 20 = 102$
шихта	$106,2 \cdot 0,22 \cdot 20 = 468$
Барлығы	570

3 Ауаның физикалық жылуы:

$$55,2 \cdot 0,24 \cdot 20 = 265 \text{ кал.}$$

4 Шлак түзілуінің жылуы. Шлак түзілу процестері шихта кезінде болғандықтан, шлак түзудің тек төрттен бір бөлігін ғана ескереміз.

$$\frac{53,1}{4} \cdot 135 = 1792 \text{ кал.}$$

5 Экзотермиялық жылу реакциялары, кал:

(3.11) реакция бойынша	2034
(3.12) реакция бойынша	82
Барлығы	2116

Жылу шығыны

1 800⁰ температурада қара қорғасынға өтетін жылу

$$37,1 \cdot 25,1 = 931 \text{ кал.}$$

2 Штейнге өтетін жылу,

$$8,4 \cdot 250 = 2100 \text{ кал.}$$

3 1225⁰ температурада шлакқа өтетін жылу

$$53,1 \cdot 0,30 \cdot 1225 = 19514 \text{ кал.}$$

4 Шаңға өтетін жылу:

$$2 \cdot 0,25 \cdot 350 = 175 \text{ кал.}$$

5 Эндотермиялық реакциялардың жылуы, кал:

(3.12)	реакция бойынша	89
(3.13)	реакция бойынша	314
(3.14)	реакция бойынша	760
(3.15)	реакция бойынша	1009
	Барлығы	2172

6 Шихта ылғалының булануының жылуы:

$$0,63 \text{ кг} \cdot 540 = 340 \text{ кал.}$$

7 100° – ке дейін қыздырылатын газдармен жылудың жоғалуы, кал:

CO ₂	$26,63 \cdot 0,2084 \cdot 100 = 555$
CO	$2,04 \cdot 0,2488 \cdot 100 = 51$
SO ₂	$4,06 \cdot 0,152 \cdot 100 = 62$
N ₂	$36,8 \cdot 0,2485 \cdot 100 = 915$

H₂O

$$0,63 \cdot 0,4473 \cdot 100 = 28$$

Барлығы

1611

8 Суыту қабырғасының жылу шығыны.

1 т шихтаға салқындатқыш сумен 110000 кал жылу шығынын, құрайды.
107,25 кг шихтаға 11800 кал жылу шығынын құрайды.

9 Есепке алынбаған өзге де жылу айырмашылықтары бойынша шығындары 9192 кал.

Жылу енгізу мен тұтынудың жекелеген элементтері үшін есептеулер нәтижелері электр балқу процесінің жылу балансының жалпы кестесінде келтірілген (2.6 – кесте).

Өндірілген жылу балансын үрлеу, оттегімен байытылған ауа үшін қолданған кезде кокстың аз мөлшерін (шамамен 10 – 15 %) үнемдеуге болатынын көрсетеді, бірақ қорғасынды электр балқытуда кокстың абсолютті шығыны аз болғандықтан, бұл пайда ауа – оттегі үрлеуін қолданудан елеулі мәнге ие емес.

Оттегімен байытылған ауаны қолдану кезінде балқытуға арналған шлақтың құрамын неғұрлым кең ауқымда таңдауға және осы есепте көрсетілген флюостерді үнемдеуге болады

2.6 Кесте – Қорғасын электр балқытудың жылу балансы

Кіріс жылу	кал	%	Жылу шығыны	кал	%
Кокстың жануынан жылу	43092	90,1	Қара қорғасынмен	931	1,9
Шихта мен кокстың физикалық жылуы	570	1,2	Штейнмен	2100	4,4
Ауаның физикалық жылуы	265	0,5	Шлакпен	19514	40,8
Жылу шлагының түзілуі	1792	3,7	Шаңмен кетуі	175	0,3
Эндотермиялық реакциялардың жылуы	2116	4,5	Экзотермиялық реакциялардың жылуы	2172	4,5
			Шихтаның ылғалының булану жылуы	340	0,7
			Газдамен шығуы	1611	3,4
			Шихтаның ылғалының булану жылуы	340	0,7
			Газдамен шығуы	1611	3,4

2.6 Кестенің жалғасы

Кіріс жылу	кал	%	Жылу шығыны	кал	%
			Салқындатқыш суды қыздыруға	11800	24,7
			Айырмашылық бойынша есепке алынбаған шығындар	9192	19,3
Барлығы	47835	100,0	Барлығы	47835	100,0

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста қорғасынды алу мақсатында 2 сағат ұзақтықта және 90°C – 95°C температурада кек – 2 сода ерітіндісімен (250 г/л) карбонизациялау бойынша тәжірибе жүргізілді. Карбонизациядан және сүзуден кейін алынған кек кокспен араластырылды. Алынған шихтаны 1100°C кезінде электр пешінде балқытылды.

Кектерді балқыту нәтижелері бойынша процестің материалдық және жылу теңгерімдеріне қатысты есептер жүргізілді. Алынған бастапқы қорғасынның құрамында, %: 70,5 – 87,7 Pb; 9,1 – 18,7 Cu; 0,5 – 1,6 S. Қорғасынды алудың 83,5 – 91,1 % құрайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кузькин А.С. Пути развития технологии переработки полиметаллических руд, содержащих драгоценные металлы // Золотодобывающая промышленность, 2009, №6 (36). – С. 15 – 22.
- 2 А.С. 112514 СССР. Способ извлечения свинца и сопутствующих ему металлов из сульфидных концентратов/ К.В.Сушков, 1953. -2с //.
- 3 Пат. 2086681, Россия Способ переработки свинцовых кеков цинкового производства / Л.А. Казанбаев, П.А. Козлов, А.В. Колесников; 2000 г.
4. Пат. 2123059 Россия Способ переработки свинцовых кеков цинкового производства / Л.А. Казанбаев Т.А., П.А. Козлов, А.В. Колесников; 2004 г.
- 5 Воскобойников В. Г. Общая металлургия: учебник для вузов / Воскобойников В. Г. , Кудрин В. А., Якушев А. М. – М.: Металлургия, 1987. – 240 с.
- 6 Диомедовский Д. А. Металлургические печи цветной металлургии. – М.: Metallurgizdat, 1970. – 265 с.
- 7 Зайцев В. Я. Металлургия свинца и цинка / Зайцев В. Я., Маргулис Е. В. – М.: Металлургия, 1985. – 263 с.
- 8 Валиев Х. Х. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов / Валиев Х. Х., Романтеев Ю. П. – Алматы: 2000. – 441 с.
- 9 Диев Н. П. Металлургия свинца и цинка / Диев Н. П., Гофман И. А. – М.: Metallurgizdat, 1961. – 406 с.
- 10 Сушков К.В. Содовая электроплавка полиметаллических концентратов. Комплексная переработка полиметаллического сырья. – М., 1965. 272 с.
- 11 Казачков Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов: учеб. пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1988. – 288 с.