ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ Ұлттық Техникалық Университеті

Металлургия және полиграфия институты

Т. Ж.Сламов, Т.С. Даулетбақов

Қорғасын және мырыш металлургиясы

Университеттің ғылыми-әдістемелік кеңесі бекіткен оқулық ретінде.

АЛМАТЫ 2009

УАК 669.01 (075.8)
ББК 34.2я73

Сламов Т. Ж., Даулетбақов Т. С.

Қорғасын және мырыш металлургиясы: оқулық - Алматы: Алматыжарнама, 2009. – 302 бет.

ISBN 978-601-06-0423-0

Кітапта қорғасын және мырыш металлургиясының ғылымы мен өндіру тәсілдері туралы мәліметтер келтірілген.

Бұл оқулық химия ғылымы, яғни металлургия саласында оқитын студенттер мен магистранттарға арналып жазылған.

УАК 669.01 (075.8)
ББК 34.2я73

ISBN 978-601-06-0423-0 © Сламов Т.Ж., Даулетбаков Т.С., 2009

КІРІСПЕ

Түсті металлургия тәуелсіз Қазақстанның негізгі өндіріс тармағы болып табылады және Республика экономикасының дамуы соның жағдайына байланысты.

Қазақстан және ТМД елдерінің түсті металлургия экономикасы нарықтық қатынаста жұмыс істейді. Кәзіргі кезде нарықтық қатынасқа дейінгі өнеркәсіптік байланыстар түгелдей үзілген, оның әсері өндірістің төмендеуіне атап айтқанда шикізаттың, материалдың және жабдықтардың жетіспеуі, дайын өнімді керек қылатын тұтынушыны табу қиындай түсті. Энергия тасымалдаушының бағасының өсуі өндірістің тоқтап қалуына, түсті металлургияның құнын қымбаттатуға мәжбүр етті.

Бай және жеңіл алынатын кеннің таусылуы біздерді басқа алыс жерлерде қиын алынатын кедей кен көздерін өңдеуге мәжбүр етеді, сонымен қоса өндіріс қалдықтарын және металлургия сынықтарын пайдалану уақыт өткен сайын ауқымды болып келеді.

Мұның барлығы жаңа техниканы және технологияны, ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізуді ендіру мерзімін тежей түседі.

Түсті металлургия мекемесіндегі өндірістің тежелуінің көбеюі мынадай әрекеттермен теңестірілуде, өндірісті жаңартуда қордың көп керек ететінімен қорды үнемдеуге ол тиімді энерго-, материал-, капитал-еңбекті сақтау қалдықтың аз болуы немесе қалдықсыз технологияны ендіру және электрон - есептегіш техникасына сүйеніп үрдісін автоматтандыру, бағалы компонентті өндіруді жоғарлату, шикізатты толығымен пайдалану және өнімнің сапасын жақсарту.

Қазақстан Республикасының жер қойнауы және қоршаған ортаны қорғау заң актісінде Республиканың түсті металлургия экономикасының даму шартында мекемені ынталандыруда, өндірісті дамытуда, қорды үнемдеу, тиімді аз қалдықты және қалдықсыз технологияны өндіруді қамтамасыз етуі көрсетілген.

1-ТАРАУ
ҚОРҒАСЫН ЖӘНЕ МЫРЫШ ӨНДІРІСІНІҢ ШИКІЗАТ ҚОРЫНЫҢ КӘЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

1.Өндіріс туралы мағлұмат, қорғасын және мырыштың қолданылуы

Қорғасын металлургиясы біздің эрамызға дейін көп уақыт бұрын белгілі болған. Мысалы: Египетте оны күміспен, алтынмен бірге бір уақытта біздің эрамызға дейін 5000-7000 жыл бұрын ала білген. Қорғасынды кеннен алу тәсілі белгісіз, алғашқыда қорғасын кездейсоқ алынған болуға тиіс. Тотыққан қорғасын кенінің үстінде өрт болған болу керек, қызуы жеткілікті болу үшін айналысы таспен қоршалған, желдің әсері сол қажетті өтеген болуға тиіс, ығысқан қорғасынды адам байқап, оның жұмсақтығын кесуге болатындығын, ұрып соғуға болатындығын, ең соңында балқытып алуға болатындығына көзін жеткізген. Осындай қасиеттеріне қызыққан адам алғашқыдан қорғасынды жай от жағып содан соң кішігірім шұқырды, одан кейін айналасына кірпіш қалаған ошақты ала бастаған. Алғашқыда ошақтағы түтін табиғи жағдайда көтерілген, содан соң шлак алу үшін керекті температураға жеткізу үшін ошаққа қалай ауа беруді үйренді, оған тростниктен жасалған құбырды, теріден жасалған көрікті пайдаланды. Осындай кішігірім шахт ошағы екі формамен будын 6000 ж. бұрын істеген. Отын ретінде ағаштан жасалған көмірді пайдаланған.

Грецияда қорғасынды, күмісті қорғасын жарқырауығынан (қорғасын сульфиды) аршығында қосалқы өнім ретінде алған. Алынған кен майдаланды, байытылды (жыныс шайылды) және оны ағаштан жасалған көмірмен горнда балқытты. Күміс алу үшін қорғасынды тотықтырды (купилировали), глеттан қорғасын металлын алды.

Қорғасынды негізгі шетелдік елдер - АҚШ, Канада, Мексика, Австралия. Осы елдердің меншікті үлесі 61,3 %. Алғаш қорғасынды өз шаруашылығына жаратудан (кен шикізатынан, осы бес мемлекеттің меншікті үлесі - АҚШ, Ұлыбритания, Жапония, Франция және ФРГ- 60% асып түседі.

Негізгі пайдаланатын мемлекет - АҚШ (35,8 барлық алғашқы қорғасыннан). Алыс шетелдерде шамамен қорғасынның 50% екінші шикізаттан өндіріледі. ТМД елдерінде қорғасынның негізгі бөлігі Қазақстан заводтарында өндіріледі (ОАО "Казцинк", АО "ППК", АО "ШСЗ"). Ресейде қорғасын мына заводтарда "Электроцинк", ПО "Дальполиметалл", Украинада- "Укрцинк" өндіріледі. Мына қорғасын заводтарда АО "ППК" және "Укрцинк" екінші шикізат өнделеді, басқа заводтарда шихта негізінен кен шикізатынан тұрады. Кен шикізатынан басқа, қорғасын заводтарында ОАО "Казцинк", АО "ШСЗ", "Электроцинк" шихта құрамында жартылай өнімдер, мырыш, мыс және өндірістердің қалдықтары, кликер, тастанды шлак, екінші шикізат т.б. болады.

Алғашқы мырыш туралы мәлімет біздің эрамыздан 5 ғасыр бұрын белгілі болған. Ең бірінші мырышты Индияда содан соң Қытайда алған.

Мырыш өндірісі Европада аз мөлшерде Гарцеде XV-XVI ғасырда пайда болды. Европада XIX ғасырдың бірінші онжылдығында бірнеше кішкентай дистиляция әдісімен істейтін заводтар жұмыс істей бастады, ал ғасырдың соңында мырышты дистиляция тәсілімен өңдеу кеңінен дамиды, әсіресе Францияда, Бельгияда және басқа мемлекеттерде.

Бірақ мырышты сульфат ерітіндісімен алу тәжірибесі 1900 жылдан басталады, дегенмен үрдісті іс жүзінде пайдалану флотация әдісін игергеннен кейін байыту барысында таза байытылған шоғырды алғаннан кейін басталады. Алғашқы гидрометаллургиялық мырыш заводы 1915 ж. Канада мен АҚШ-та салынды. Кәзіргі кезде дамыған және енді дамып жатқан капиталистік мемлекеттердің ішінде 27 мемлекет мырыш өндіреді. Нәтижесінде капиталлистік мемлекеттерде өндірілетін қорғасын мен мырыштын 40-50% бес үлкен біріккен ұйымға топтастырылған.

Барлығы осы мемлекеттерде 44 мырыш заводтары және 166 қорғасын-мырыш комбинаттары жалпы қуаттылығы 5 млн. т. мырыш жылына. Негізгі мырыш өндіретін мемлекеттер Жапония, АҚШ, Германия, Австралия, Бельгия, Италия, Франция, Испания, Оңтүстік Корея.

ТМД елдерінің ішінде мырыштың негізгі бөлігі Қазақстанда өндіріледі (ОАО "Казцинк", АО "ППК"). Ресейде мырыш Челябинскідегі электролитті, Беловскідегі заводтарында "Электроцинк", Украинадағы "Укрцинк" заводында, ал Өзбекстанда "Алмалық" заводында мырыш өндіріледі. Беловскідегі мырыш заводында электротермиялық технология қолданылады (горизонталь реторттағы дистиляция технологиясының орнына) онда мырыш металы және мырыш ұнтағы ректификация колоннасында дистиляция әдісімен өндіріледі.

ТМД елдеріндегі байыту фабрикасында қорғасын мен мырышты өндіру — 80,2%, АҚШ-та 82,0%. Түсті металлургияда техникалық дамудың негізгі бағыты шикізатты пайдалануды жоғарлату мүмкіндігінше технология мүмкіндігін толық пайдалану. Бұл мәселе металлургия ғылымында орталық орын алады, ал түсті металлургияда жылдан жылға кеннің қоры таусылуына байланысты, оның құрамының кедейленуі, сапасының төмендеуі қойылған мәселені бірінші орынға шығарды. Алдағы жақын жылдарда түсті металлургияда ғылымды және техниканы дамыту үшін түбегейлі зерттеу жұмыстарын ары қарай жүргізу, тиімді қалдықсыз технологияны өндіріске ендіру, сульфитты шоғырды өңдеуде автогенді үрдісті енгізетін жаңа технологияны ойлап табу, электротермияны, гидрометаллургия тәсіліне екпіндетуші ретінде оттегін, сутекті газды, электрэнергиясын, өндіріске екінші шикізатты, қосалқы түсті сирек, шашылған лигерлі металдарды, олардың тазалығын арттыруды пайдалану, мұның барлығы келешегі бар, техниканың даму жолдары. Түсті металлургияны жаңа биікке көтереді.

Кәзіргі кезде қорғасынды алудың негізгі тәсілі пирометаллургия; агломератты шахта ошағында толықтыру балқымасы, шоғырды горндағы реакциялық балқыма (немесе қысқа барабанды ошақта), электротермиялық ошақта өртелген шоғырды толықтыру-реакциялық балқыма.

Капиталистік мемлекеттерде аталған тәсілдермен қорғасынды мына мөлшерде алады: агломерацияланған шихтаны шахт балқымасында - 95% көбірек (оның 87% қорғасын агломератын

балқытудан және 8% қорғасын-мырыш агломератын Империэл Смелтинг тәсілімен балқыту), горндағы реакциялық балқыма және қысқа барабанды ошақта - 2,5%, электр балқымасында (завод "Реншер"-Швеция) - 2%, отырғызылатын электр балқымасымен-шамамен 0,3% (завод "Мураками"-Жапония).

Отандық (ТМД) қорғасын өндірісінде 97% қорғасынды шахт ошағында толықтыру балқымасымен және 3% реакционды балқыма әдісімен алады (завод "Сихали"). Қорғасын халық шаруашылығының түрлі тармағында таза металл күйінде және басқа металдармен қорытпа күйінде қолданылады. Жұмсақ қорғасын электротехникалық өндірісте кең қолдау тапты, онда оны негізімен аккумуляторды, электр кабелінде және тез балқитын сақтандырғыш жабдығын жасауға пайдаланады. Одан басқа қорғасын металын құбыр және қаңылтыр жасауға, ал оларды химия өндірісінде қышқылға қарсы тұратын аппарат, қышқыл жүретін құбыр жасауға пайдаланады. Қорғасын қорытпа ретінде басқа металдармен өндірістің көптеген тармағында қолданылады, мысалы баббиттің түрлі маркісінде, типографиялық шрифтер, оқтар. Оның басқа металдармен қосып балқытудың арқасында төменгі температурада балқитын қорытпа алынды мысалы белгілі бір қатынаста мына компоненттер висмут, қалайы, қорғасын және кадмидің қатысуымен төменгі температурада балқитын 60-тан 300°С градусқа дейінгі қорытпа алынды.

Қорғасынның ерекше қасиеті; α, β, γ - рентген сәулесін өткізбейді. Оның тағы бір қасиеті этил бензиніне антидетонатор ретінде қолданылады. Басқа элементтер мен химиялық қоспа тізіп қорғасын бояу ретінде қолданылады, мысалы қорғасынның көмір қышқылды тұзы жеке өзі немесе мырыш тотығымен елге әйгілі "белило" - бояуы, ғимараттың ішін әрлегенде қолданылады.

Қорғасын суригі (Pb3 O4) слесарлық жұмысқа және үйдің төбесін жабатын темір қаңылтырын бояуға қолданылады.

Глет (PbO) лабораториялық қондырғыларға, резина, әйнек өндірісінде пайдаланады.

Уксус қышқылды қорғасын (Pb(CH3COO)2) медицинада қолданылады.

Мырыш өндірісте және үй жиһаздарында кеңінен қолданылады. Бос металл күйінде темір, болат, шойын бұйымдарды бояуға болады.

Мырыштың бір қасиеті бояғанда өте жұқа тығызданған пленка ретінде жағылады, яғни негізгі карбонат — $ZnCO3-3Zn(OH)2$, бұл тотықтырғышты ары қарай металдың ішіне кіруіне кедергі жасайды, мырыштың бұл қасиетін басқа металдарды коррозиядан қорғауға пайдаланады.

Бұл жабу темірді және оның қорытпаларын тек сенімді коррозиядан қорғамай сонымен қоса атмосферадағы түрлі өндіріс газдарын және теңіз суынан қорғайды. Осы мақсатпен әлемдегі өндірілген мырыштың 40% жұмсалады. Мырыш тек металдардың сенімді қорғаны емес сонымен ол тамаша материал жабдықтың түрлі бөлшектерін жасауға мырыш "белилосы" бояу өндірісінен және сурет өнерінен қорғасынды ығыстыруда. Оның оттегімен қосындысы (оксид цинка) косметикалық пудраның керекті құрамына кіретін бөлшек болып табылады.

Өндірісте күкіртті мырыш кеңінен қолданылады, оның өзі минералды бояудың құрамының негізі. Күкірт қышқылды барий мен күкіртті мырыштың қосындысы ақ бояу ретінде үлкен сұранысқа ие (лигопон).

Мырышпен пен күкірттің қосындысының ерекше бір қасиеті бар. Ол жылдам қозғалатын атом бөлшектерінің соққысынан сәуле шығарады. Осындай қасиетінің арқасында күкіртті мырыш ғалымдарға атом құрылысының құпиясын тереңірек зерттеуге септігін тигізді.

Сүтқоректі жануарлар дем алғанда ең негізгі элемент темір болып табылады. Ол гемоглобин құрамына кіреді, олсыз біз дем ала алмас едік. Бірақ жануарлардың барлығында гемоглобин негізгі роль атқарады деген ұғым дұрыс емес, кейбір жануарларда оттегін тасымалдаушы дем алған кезде мырыш болады.

Мырыштың елеулі мөлшері корытпа күйінде пайдаланады: мырыш-мыс (латунь), мырыш - мыс - қалайы (бронза), мырыш – мыс - никель (мельхиор), т.б. Бұл қорытпалар машина құрылысының түрлі бөлшектеріне қолданылады.

Мырыш металы қорғасын металлургиясында күміссіздендіру үрдісіне, ал алтын-күміс металлургиясында циан ерітіндісімен алтын мен күмісті тұнбаға түсіру (цементация) үшін қолданылады.

Қысқасы мырыш біздің тамағымызда, топырақта тірі организмнің, өсімдіктің құрамында кездеседі.

2. Қорғасын, мырыш минералдары мен кеңдері

Таза күйінде қорғасын табиғатта кездеспеген. Қорғасын негізімен кеннің құрамында күкіртпен және оттегімен байланысқан күйінде кездеседі, қорғасынның негізі минералдары: PbS-галенит (қорғасын жарқырауығы), онда 86,6% Pb.

3 PbS Sb2 Sb3 - буланжерит, онда 58,8% Pb.

2 PbS Sb2 S3 - джемсонит, онда 50,65% Pb.

Сульфидты минералдары қара-коңыр түсті металдай жарқырайды.

PbCOз - церрусит, түсі ақ, коңыр, онда 77,55%Pb.

PbSO4 - англезит, түсі ақ, онда 68,3%Pb.

Таза мырыш табиғатта кездеспеген, мырыш негізінен кенде күкіртпен және оттегімен байланыста кездеседі. Мырыштың негізгі минералдары:

ZnS - сфалерит (мырыш алдамшы), онда 67,1% Zn, түсі сары, коңыр, қара.

n ZnS m FeS - марматит, түсі - коңырлау қара, онда 60%Zn.

ZnO - цинкит, түсі күңгірт қызыл, онда 80,3 % Zn.

Zn2 • SiO4 • (2ZnO • SiO2) - виллемит, түсі ақ, сары, жасыл, онда 73% ZnO.

H2Zn2Si05 (2ZnO • SiO2 • H2O) - каламин, түсі ақ, сары, жасыл, онда 67,5%ZnO.

ZnSO4 - цинкозит, табиғатта сирек кездеседі

ZnSO4 • 7H2O - госпарит, түсі ақ, қызғылт, 28,2%Zn.

Қорғасын және мырыш кені олардың минералына қарай екіге бөлінеді. Егер ол күкіртпен байланыста болса (PbS — галенит, ZnS - сфалерит) сульфидтер дейді, ал егер көміртегімен байланысты болса карбонаттар және тотықтар дейді.

Минералдар церуссит, смисонит дүниеге екінші келген сықылды, олар сулфидтерді үздіксіз көп уақыт жел өтінде болғандықтан тотығудан пайда болған. Сондықтан табиғатта тотыққан кен көбінесе кеннің үстіңгі қабатында болады. Бұл жеңіл алынатын кендер кәзіргі кезде барлық жерде өндеп таусыған, сондықтан қорғасын - мырыш өндірісі бүгінгі күнде барлық жерде сульфид кенін пайдаланады.

3. Түсті металдар кенін байыту

Көптеген түсті металдар кені, жоғарыда айтылғандай, салыстырып айтсақ кейделенген полиметалл жынысы. Тек аз мөлшері ғана, бірден металлургиялық заводтарда өндеуге болады. Кенді әдетте байытады, жасанды түрде бос жыныстарды бөліп, керекті металдар құрамын жоғарлатады. Байытылған кен алғашқысына қарағанда 10 есе немесе 100 еседен артық болғаны металлдармен баий түседі. Өңделетін кеннің құрамына байланысты мыналар тәуелді: агрегаттың өнімділігі, еңбек қаржысы, отын-электроэнергия шығыны, қосымша материалдар, өндіретін металдың шығыны және дайын өнімнің өзіндік құны.

Қорғасын балқымасының шикі құрамындағы металлға байланысты көрсеткіші:

Шикізаттың құрамындағы қорғасын	Салыстырмалы заводтың өнімділігі	1т.қорғасынға шығатын кокс	Қорғасынның жоғалуы	Қорғасынның шығымы, %
50	100	1,0	4,0	96
30	53	2,6	8,8	91,6
10	17	11,4	31,0	69,0

Кенді байыту, тау металлургиялық кәсібінің өзінше жеке өндіріс екендігі белгілі, онда механикалық өңдеуден өткізіледі, мұнда минералдар химиялық өзгеріске түспейді, құрамы тұрақты. Өзгеретіні сапалы компонентпен бос жыныстың арақатынасы, алғашқы кен құрамымен салыстырғанда.

Көптеген тәсілдердің механика әдісімен кенді байыту олардың физикалық қасиетіне негізденген, минералдың тығыздығы, үлкендігі, пішімі, түсі және жылтырлығы, су

жуққыштығы, магнитке қабылдануы т.б. Бір-біріне жабысқан минералды механикалық өңдегенде, жарғанда, майдалағанда, оны елегенде, топқа бөлгенде минералдар бір-бірінен бөлінеді.

Негізгі түсті металлдар кенін байыту флотация және гравитация тәсілдері. Басқа тәсілдерден мынаны атуға болады магнитпен бөлу және электростатикалық байыту, көбінесе бұлар қосымша деп аталады.

Флотация: флотациялық байыту дегеніміз, ол мынаған негізделген минерал бөлшегі оның қасиетіне байланысты теріліп пульпа ішіне ауа жіберілгенде көбік бөлшектеріне жабысып сұйықтың бетіне шығады, оны арнайы қалақтармен сырып алады. Минералдың бір бөлігі көбікке жабыспайды пульпаның құрамында сөйтіп түрлі минералдың бөлінуі басталады. Флотациялық бөлу, флотациялық реагентті пайдалану арқылы іске асырылады - олар органикалық және органикалық емес қосындылар.

Флотациялық реагенттің атқаратын қызметіне қарай былай бөлінеді: жинаушы, көбік жасаушы, депрессор (басушы), жандандырушы (активаторы) және жұққыштықты азайтып көбейтетін реагент (регулятор), жинаушы-реагент, минералдың кейбірінің су жұққыштығының азайтады. Осы арқылы минералдың көбікке су жұққыштығын қамтамасыз етеді. Ең негізгі жинаушы түсті металдарды флотациялығында реагенті калилі (натрилі) ксантогеннатар.

Көбік жасаушы ең көп пайдаланатын алифатты спирттер, фенолдар, крезондар және синтетикалық өнімдер пропиллин және этилен негізінде т.б. Көбіктенушілер сұйық пен ауаның арасындағы фаза тартылыс күшін азайтады, нәтижесінде мықты тұрақты көбік пайда болады.

Депрессолар (басушылар) кейбір минералдық флотациялық қасиетін тежейді, олар минерал бетінде жақсы жұққыштық қабылетке ықпал жасайды. Активатор — депрессорланған минералдың бұрынғы қасиетіне ие болуына мүмкіндік береді.

Регулятор — белгілі физика - химиялық қасиеті бар орта жасау, онда басқа реагенттердің флотациялық қасиеті арта түседі.

Сонымен байыту үрдесі, кенді дайындаудан бастай сонан соң байытып, одан дайын шоғырлар алады, бұл шоғырды металлургиялық өндіріске жібереді.

Кенді байытудың мынадай маңызы бар:

1) Шикізатты жан-жақты өңдеуге мүмкіндік береді, бағалы компонент болу арқылы, жеке шоғыр алып, оны металлургиялық өндірісте өңдеуге болады.

2) Келесі металлургиялық өңдеуді арзандатады, өзіндік құнын төмендетеді, ең алдымен өңдейтін заттың мөлшерінің азаюынан.

3) Кедей кенді өңдеуге мүмкіндік береді, оны бірден металлургиялық өндірісіне өңдеуге болмайды (кедей кенді).

4. Кен шығатын жерлер және қорғасын-мырыш кеннің сипаты

ТМД елдерінде ең үлкен кен шығаратын жерлер Алтайда (Солтүстік Шығыс Қазақстан) орналасқан онан шығатын негізгі кендер полиметалл сульфидты кендер. Оған жататын кен шығатын жерлер Лениногорск, Зырянов, Обухов, Малеев, Белоусов, Тишиж, Николаев атты кен көздері.

Бұл кендердің өзіне тән сипаты минералдар бір-біріне жұқа жабысқан майда түйіршіктер іспетті, осы қасиетіне байланысты алынатын шоғырлардың құрамында елеулі араластықты көрсетеді, мысалы қорғасын шоғырында — мырыш, ал мырыш шоғырында - қорғасын бар. Сондықтан бұл минералдардың құрамында галенит, сфалерит, халькопирит ($CuFeS_2$), пирит (FeS_2) және сирек мыс кені сурьмамен бірге, аз мөлшерде алтын мен күміс кездеседі.

Қазақстан түкпір-түкпірінде көптеген кен шығатын жерлер бар. Осының есебіне жататын Қар-Тауда Тұрлан деген кен орны бар (Түркістан қаласының солтүстік шығысында). Бұл кен орнының үстінгі қабаты тотыққан кен оның өзі кәзір өңделіп біткен, осындай дәрежеде Қарамазар кен орны қорғасын мен мырыштың қоймасы іспетті, орталық Қазақстанда Жәйрем кен орны, оңтүстік Қазақстанда Шалқия кен орны бар.

2) Солтүстік Кавказ өңірінде осы өңірде негізгі кен орны Садон, Владикавказдан 94 км жерде, оның минерал құрамында галенит, сфалерит, пирит, пирротин және халькопирит бар.

3) Қиыр Шығыс мұнда Сихотэ-Алинь (Тетюхинь) кен орны орналасқан.

Ол Владивостоктың солтүстік Шығыс жағында 350 км. жерде. Бұл кеннің құрамында галенит, сфалерит, пирит, халькопирит және арсенитрит (FeHS S). Бұл кенді өңдегенде алынатын бай қорғасын шоғыры және мырыш шоғыры, қорғасын шоғыры сол жерде өңделеді.

4) Сібірде Салайр жотасының солтүстік шығысында Салайр полиметалл кені орналасқан, оның кені қорғасын жағынан өте кедей, одан алынған мырыш шоғыры Белов заводында өңделеді. Көптеген кен құрамы полиметалды, жағдайда бір металдың атымен аталғанмен кеннің құрамында ауыр, жеңіл, сирек, шашыранды, асыл металды әртүрлі шамада кездеседі. Онда негізгі мына мөлшерде 0,4%-тен 7,65% дейін, бұл ауыр металдар болса, ал сирек металдар бірнеше ондаған миллиграммнан 540 граммға дейін бір тонна кенге шаққанда.

Сонымен кеннің құрамы өте күрделі көптеген компоненттерден тұрады, бір жердің кенінің құрамы екінші жерге сәйкес келмейді, олай болса оны майдалау, байыту, өртеу, еріту, балқыту, конвертірлеу, рафинациялау, электролизден өткізу, технологияларының әмбебап барлығына бірдей сұльде (схема) жасау мүмкін емес, оның үстіне шикізаттың уақыт өткен сайын кедейленуі, одан құнды компонентті бөліп алу қиындап барады. Шикізаттың кедейленуі және тапшы болуына байланысты металлургтердің алдына шикізатты мүмкіндігінше толық пайдалануды қамтамасыз ету болса, екіншіден жартылай өнімді және екінші шикізатты неғұрлым көбірек пайдалану күн тәртібіндегі кезек күттірмейтін мәселе. Кәзіргі нарық экономикаға байланысты бүгінгі металлургтер үнемі, тиімді технология жасауға міндетті.

II - ТАРАУ
ҚОРҒАСЫН ШОҒЫРЫН ӨҢДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

1. Қорғасын және оның қосындылары туралы жалпы мағлұмат

Қорғасын алу тәсілдері.

Қорғасын - металл, түсі сұр, жаңа сынығында металдық қасиеті жоғары әрі жарқырап тұрады. Табиғаты таза қорғасын өте сирек кездеседі, оның өзі санаулы жерлерде. Сонымен негізгі қорғасын, оның қосындыларынан ығыстыру реакциясы арқылы алынады. Қатты түрінде оның меншікті салмағы 11,34, ал сұйық күйінде 10,686, температура 327°С. Қорғасын салыстырмалы түрде айтсақ, төменгі температурада балқиды, мысалы 327°С айналасында. Қайнау температурасы 1745°С, қызғылт болып қызғанда 500-550°С, елеулі буланады. Қорғасынның буланууы оны өңдіргенде біразын жоғалтуға себепші болады, сондықтан оған қарсы шара қолдану керек, екінші жағынан қауыпсіздікті ескере отырып оны ұстау әдісін ойластыру керек. Кейбір қосалқы металдар сурьма, мышьяк оның буланууын көбейтеді. Сұйық қорғасынның меншікті жылу сыйымдылығы 0,034 ккал/г. Қорғасын жылуды, электр тоғын жаман өткізеді, егер күмістің жылуды және электр тоғын өткізуін 100 тең деп алсақ, қорғасынның жылу өткізгіштігі 8,5, электр тоғын өткізгіштігі — 10,7. Барлық ауыр металдардың ішінде қорғасын ең жұмсағы. Оның қаттылығы арта түседі егер аз мөлшерде A_3, Sb және сілті - жер сілтілік металдар болса, оның аталған металдардан төмендейді, егер мырыш аз мөлшерде болғанның өзінде соны қайталайды.

Қорғасын басқа металдармен қосылып өте құнды қорытпалар құрайды. Ол қоспалар оның қаттылығын ұлғайтады, кейде омырылғыш күйге де жетеді, кейбір қорытпасының балқу температурасы төмендейді қорғасын Менделеев кестесінің 4 тобының элементі, кезекті номері - 82, атомдық салмағы - 207,21. Валенттілігі - 2 және 4, өте таза құрғақ ауада химиялық өзгеріске түспейді, ылғал ауада және көміртекті газ болса ол қараяды, сырты пленкамен қапталады. Балқытылған қорғасын тез тотығады әртүрлі дәрежеде ол температураға байланысты. Оның барлық тотықтары тұрақсыз, PbO - басқасы. Температура 630°С көтерілгенде, олар Pb және O_2 ыдырайды. Көміртекті газ CO_2 аз болғанның өзінде оның тотығуына ықпал жасайды. Таза су (H_2O), оттегі (O_2) болған жағдайда Pb реакцияға түседі, уақыт

озған сайын ол ұнтақ $Pb(OH)_2$ түзеді. Тұз және күкірт қышқылдары қорғасынның бетіне ғана әсер етеді, ($PbCL_2$), ($PbSO_4$) бетінен ары баруды қорғайды.

Концентрациясы жоғары күкірт қышқылы қорғасынды температура 200°С жоғары болғанда ғана ерітеді, сонымен қатар Pb мына заттарға қарағанда тұрақты; күкірт қышқылының қоспасы және тұз қышқылына, оның қоспаларына, сілтілерге, аммиакқа, оның қоспасына, хлор, оның қоспасына, H_2SiO_3, оның тұздарына, органикалық көптеген қышқылдарға, цианды, фосфор ангидріне. Оны жақсы ерітетін азот қышқылы (H_2NO_3).

Қорғасын және оның қоспасының буы өте улы.

Қорғасын алудың екі жолы бар біріншісі пирометаллургиялық, екіншісі гидрометаллургиялық.

Пирометаллургия — бұл біріккен үрдістерден тұрады: қорғасын алу, оны тазалау, одан түрлі қорытпалар алу жоғарғы температурада жүреді. Пирометаллургия үрдісі барысында барлық материал балқытылады

Гидрометаллургия - бұл да біріккен үрдістерден тұрады. Біріншіден аталуынан өзінен "сусыз" жүрмейді, ал металл алу төменгі температурада жүреді. Гидрометаллургия тәсілінде қорғасын қосындысын түрлі еріткіштермен ерітеді, алынған ерітінділер тазартып түрлі қоспалардан, тиімді әдісті пайдаланып қорғасын алады. Бұл әдіс тиімді еріткіш болмағандықтан өндірістік қолдау таппады.

Қорғасын алатын пирометаллургиялық тәсілдің үш түрі бар:

1) шөктіру балқымасы (отырғызу).

2) реакциялы балқыма.

3) алдын ала өртеліп пісірілген шоғырды ығыстыру балқымасы.

1.1 Шөктіру балқымасы

Бұл балқымадан қорғасынды бірден сульфидты кеннен немесе шоғырдан алады. Мұның негізі мынада күкіртке бейім металдар сульфид құрамындағы металдар оларға қарағанда күкіртке бейімділігі төмен, сондықтан оларды ығыстырып шығарады, мына реакция бойынша:

$PbS+Me(Fe)=Pb+MeS(FeS)$

Бұл тәсілдің негізгі реакциясы - қорғасынды темір металымен ағыстыру. Іс жүзінде бұл реакцианы жүргізуге біраз қиындықтар кездеседі.

1)Балқыма өнімдері - күкіртті темір және қорғасын, ошақтың ішінде алғашқы материалмен жанасады нәтижесінде көп штейн алынады, одан темір қорғасынды ығыстырмайды, ақырында көп қорғасын асырып болады.

2)Темір тек қана қорғасынды ығыстырмай басқада металдарды ығыстырады, олармен қорғасынды ыластайды, нәтижесінде темірдің шығыны көбейеді.

Әдетте шөктіру балқымасы шахт ошағында күшті ығыстыру атмосферасында жүргізілген, кокс көп жұмсалған. Бұл тәсіл өндірістік қолдау таппады, бірақ отырғызу реакциясын көптеген қорғасын заводтары пайдаланады. Оның себебі күкірттен өртеу арқылы толық құтылу мүмкін емес, олай болса шахт ошағында игломератты балқытқанда оған арнайы теміржаңқасын қосады нәтижесінде қорғасынның шығымы қара қорғасынға көбейеді.

1.2. Реакциялық балқыма

Бұл тәсіл шағылысу ошағында немесе горнда жүргізіледі. Балқыманы шағылысу ошағында жүргізу үшін алынатын кен немесе шоғыр өте бай болу керек 65-70% Pb.

Тәсіл екі бөлімнен тұрады:

Кенді немесе шоғырды жартылай өртейді сонан соң тотықпен сульфидтың арасында алмасу реакциясы жүреді, қорғасын кенін өртеу үшін оны алдымен ұнтақтайды 5-6 мм, ұнтақталған кенді шағылысу ошағының шаңырақ астына тиейді, ошақтың температурасын 500-600°С көтереді (отынды жағу әсерінен) сөйтіп кенді күйдіреді, тұрақты уақытты өткізіп араластыру арқылы сульфидтың жақсы жануына мүмкіндік беріп әрі балқуына жол бермейді 2-3 сағаттай өртеген соң бірінші бөлімін бітіреді. Бірінші бөлімінде PbS жартылай PbO дейін тотығады, ал PbSOH көбінесе өзгеріссіз қалады. Сонан соң екінші бөлімін бастайды.

$PbS+2PbO=3Pb+SO_2$

Екінші бөлігін жоғарғы температурада (850°С) 3-4 сағаттан жүргізеді, қорғасынды молырақ алу үшін кеннен үрдісті әлденеше қайталайды.

$PbS+PbSO_4=2Pb+2SO_2$

1.3. Горндағы балқыма

Бұл балқыма кезінде қорғасын сульфидты кені немесе шоғыры қатты отын бірге қысыммен берілген ауа ағынымен араластырады. Отын ретінде ағаштан жасалған көмір, антрацит кейде кокс қолданылады. Үрдіс шағылыс балқымасымен ұқсас, айырмашылығы өртеумен реакциялық балқыма бір уақытта жүргізіледі, қорғасын тотығының бір бөлігі отын құрамындағы көмір тегімен ығыстырылады.

Шоғыр байытылған флотациялық өнім, бұл қорғасынды реакциялық балқыма тәсілімен алуға мүмкіндік береді. Қорғасын жарқырауығын 500-600 С қыздырса ауадан оттегінің қатысуымен глет, сульфат алынып одан соң мынадай реакция жүреді:

$PbS+2PbO=3Pb+SO_2$
$PbS+PbSO_4=2Pb+2SO_2$

Бұл тәсіл бойынша кремнезем 3% көп болмау керек. Ондағы мақсат қорғасын силикаты болмау керек олай болған жағдайда кеннің бөлшегін орап алып, реакцияның жүруіне кедергі жасайды. Шихта әр уақытта қамыр тәрізді болуға тиіс, темірдің болмағаны жақсы, болған жағдайда массаны тез балқытады. Темір сульфиды, қорғасын сульфидымен қосылып штейн түзеді. Сурьма мен мышъяктың болмағаны жақсы, бола қалса ошақтың жұмысына кедергі жасайды. Известь ныгыздаушы болғанымен 12% көп болмауға тиіс.

Температура төмен болғандықтан қара қорғасын салыстырмалы түрде қоспалардан таза болады. Бұл тәсіл бойынша қорғасын шығыны 65-70%, шлакта 5% Pb, шаңда 25% Pb. Балқымаға түсетін кенде, шығырда 70-75% Pb болуға тиіс жалпы шығындылығы (металл, шлак, шаң) 98%. Бұл тәсіл өте ескі, бірақ, күні бүгінге дейін қолданылады. Артықшылығы жұмыс күші, отын аз жұмсалады, кемшілігі шихта таза әрі бай болуға тиіс.

2. Қорғасын шихтасын және агломерациялау

2.1. Өртеудің теориялық негізі

Өртегенде металл сульфидтері әртүрлі температурада ауа құрамындағы оттегінің әсеріне душар болады. Әрбір металдың сульфиды өзіне тиісті тұтану температурасы болады, сол температураға жеткен кезде сульфидтың тотығуы айтарлықтай жеделдетіледі, одан шыққан жылу өздігінен материалдың массасына жайылады. Сульфидтың тұтану температурасы өртеудің басы болып есептеледі, ол мынаған байланысты сульфидтың физикалық қасиеттеріне. Жылу сыйымдылығы, жылуөткізгіштігі, тығыздығына және оның тотыққан өніміне, түйіршіктің үлкендігіне.

Неғұрлым сульфидтың жылу сыймдылығы және тығыздығы жоғары болса, соғұрлым тұтану температурасы жоғары болады, неғұрлым сульфид түйіршігі кіші болса, соғұрлым тұтану температурасы төмен, себебі әрекеттесетін (металл сульфиды мен оттегі) беті үлкен металл сульфидтерінің тұтану температурасына шихта ішіндегі катализаторлар әсер етеді.

В.И.Смирновтың зерттеуінше, кейбір металл сульфидтерінің тұтану температурасы бұлар қорғасын шоғырына кіреді, түйіршіктің үлкендігі 0,063мм.

Кесте 1

Мат-дар	Sb_2S_3	FeS	$CuFeS_2$	Cu_2S	ZnS	CdS	PbS
Тұтану тем-сы, С°	325	360	380	435	615	735	755

Металл сульфидтерінің өртеу жылдамдығы көптеген дәлелдерге байланысты, металл сульфидтерінің физикалық және химиялық қасиетіне, түйіршіктің үлкенділігіне, өртеу температурасына, артық ауаға, өртеу дәрежесіне т.с.с.

Өртеу кезінде қатты сульфид бөлшегінің бетінде тотығу реакциясы жүреді, нәтижесінде металл тотығы және күкірт ангидриды пайда болады. Уақыт өткен сайын түйіршік бетінде жайлап қатты пленкамен қапталады, ол металл тотығы мен сульфатынан тұрады, одан басқа газ түтінен (күкірт ангидридтері) реакцияға керекті оттегітүйіршік бетіне жоғарғыда көрсетілген реакция өнімдерін аралап өтеді. Металл сульфидтерінің тотығу жылдамдығына шешуші әсер ететін реакция жүретін ортасы үрдістің диффузиялы және кинетикалық болып екіге бөлінеді.

Металл сульфиды тұтануға дейін кинетикалық ортада өтетіндігі анықталған, ол туралы мынадай түсініктеме тұтану температурасы берілетін ауа ағымының жылдамдығына байланысты емес. Диффузионды үрдістің химиялық реакциясы төменгі температурада жайырақ жүреді, қалай температураны көтерсек реакция жылдамдығы бірден көтеріледі. Металл сульфидтерін қыздырғанда қисық сызықтын (диаграмма) көтерілуі тұтану сәтіне сәйкес келеді, бұл кезде тотығудың жылдамдығы диффузия жылдамдығынан үлкен. Осы сәттен бастап металл сульфидының тотығу үрдісі диффузиялық ортаға ауысады.

Галенит үшін кинетикалық ортадан диффузионды ортаға ауысу шекарасы температура көрсеткішінде 700°С маңайында. Агломашинада шихтаны қыздырылған газбен температурасы 1000°С маңайында оталдырғанда шихтаның үстінгі қабаты тез жылынады және тотығу үрдісі бірден диффузионды ортаға ауысады.

Өртеу кезінде сондай металл сульфидтері тез және жеңіл өртенеді, қыздырылған кезде жарылатын болса, олар пирит, халькопирит, галенит және сфалерит қыздырылған кезде жарылмайды олар тығыз сульфидтер, мұндай қасиет оларды өртеуді қиындатады.

Әртүрлі металл сульфидтерінің тотығу жылдамдығы әртүрлі олар былай орналасқан тотығу жылдамдығының төмендеуі бойынша гренокит, халькозин, пирит, галенит, сфалерит, мұның өзі тәжірибемен жақсы ұштасады.

Өртеудің жылдамдығы және металл сульфидтерінің толық тотығуы берілетін ауаның артықтығына тәуелді. Тотығу реакциясының химизмы оның күрделілігі және көпсатылылығы жөнінде, оның ішінде өртеу теориясы туралы көптеген пікірлер бар. Екі валентті металл сульфидінің тотығуы тотығу теориясының көзқарасы бойынша былай:

$$2MeS+4O_2 = 2MeO+2SO_3$$
$$2SO_2+O_2=2SO_3$$
$$MeO+SO_3=MeSO_4$$

Бұл жерде алғашқыда металл тотығы пайда болады, ол қолайлы жағдайда (төменгі температурада, күкірт ангидриды көп шоғырланғанда) металл сульфаты түзіледі.

Сульфат теориясын қолдайтын көзқарас бойынша металл сульфидының тотығуы былай жүреді:

$$MeS+2O_2=MeSO_4$$
$$MeSO_4=MeO+SO_3$$
$$2SO_3=2SO_2+O_2$$
$$MeO+SO_3=MeSO_4$$

Бұл жерде алдымен металл сульфаты түзіледі сонансоң тотыққа ыдырайды.

Ғалымдардың келісім көз қарасы бойынша төменгі температурада сульфат түзіледі, ал жоғарғы тотықтар түзіледі, сульфаттану сатысына сокпастан.

Академик А.Л.Цефтің көзқарасы: металл сульфидтерінің тотығуының диаграмма тұрғызып оны тұжырымдағанда сульфат теориясына қарама-қарсы пікірге келді, ол кісі өз болжамын айтты: тотығу теориясы бойынша алдымен металл сульфиды ыдырайды нәтижесінде металл және күкірт түзіледі:

$2MeS=2Me+S_2$

Сонан соң алынған металл және күкірт атомдары немесе молекулалары, олар бастары бос болғандықтан оттегімен реакцияға түседі. Металл сульфидтері ыдырамай тұрып тотығуы мүмкін емес.

Сульфат түзу теориясы бойынша сульфидтер кезекпенен тотығады мынадай сұлдеменен:

$$MeS \xrightarrow{O_2} MeSO_2 \xrightarrow{O_2} MeSO_4 \xrightarrow{O_2} MeSO_3 \xrightarrow{O_2} MeSO_4$$

Келтірілген металл сульфидтерінің тотығу үрдісі тұжырымының жасалуы қатты фазада өтетін реакцияға арналған. Кәзіргі кезде дәлелденген пікір металл сульфидтерінің тотығуы сұйық фазада жүргізілген, авторлардың

пікірі бойынша өндірісте жүргізілсін, үрдістер соңғысына сәйкес келеді. Металл сульфидтерінің тотығуы туралы әртүрлі көзқарастың болуы заңды құбылыс, соның салдары ретінде эксперименті жүргізген байқайтыны ол немесе басқа реакциялардың алатын соңғы өнімі (тотықтар, сульфаттар) бірақ ортасында өтетін реакцияны анықтау қиынға соғады, дегенмен соңғы зерттеулердің анықтағанындай металдардың түрлі тотықтары кездеседі.

Металл сульфидтерінің тотығу механизімін былай топшылауға болады, негізгі сатылары:

1)металл сульфиды бетінде оттегі молекуласы абсорбуиаланады және ол жеке оттегіне ыдырайды.

2)металл сульфиды решеткасының ішіне оттегі диффузиясы жүреді және керісінше бөлетін фаза бетінде күкірт диффузиясы жүреді.

3)алғашқы сульфид қосындысы жеке оттегімен қосылып металл сульфатын түзеді.

4)пайда болған ортадағы өнімнің өзара химиялық әрекеттесуі (сульфат) сульфид ішіндегі нәтижесінде тотық және күкірт ангидриды бөлінеді.

5)тотық бетіндегі пленкамен газдың өзара химиялық әрекеттесуі нәтижесінде екінші сульфат түзіледі.

Өртеу өнімінің шартына байланысты алынатын металл тотығының басымдылығы (тотықтыру үшін өртеу) немесе металл сульфидтары (сульфат алу үшін өртеу).

Өртеудің негізі, берілетін ауа көп мөлшерде агрегатқа, ол сульфидтың түйршігін қоршап алып тотықтырады. Тотығудан пайда болған күкірт газын тез алыстатады, олай етпесе сульфат пайда болады. Ауаның көп болуы тотығуды тездетіп, одан пайда болған жылу мөлшері сондай, пісірілуіне жеткілікті. Өртеудің нәтижесін жақсарту үшін шоғырға басқа материалды қосады, ол бұдан кейінгі балқымада шлак түзеді. Бұл материалдар флюс деп аталады.

Өртеу реакциялары тез жүреді, олар уақыт және кеңістік жағынан шектеулі. Соның салдарынан өртеу жүргізетін агрегатта көп жылу бөлінеді және пайда болған қорғасын тотығы шихтаның басқа элементтерімен балқыма құрайды флюстің оң көрсеткіші судьфид бөлшектерін бір-бірінен бөлектейді, бөлшектердің жеке тотығуына мүмкіндік жасайды, уақытынан бұрын пісірілудың жолын кеседі, екінші жағынан шихтаға флюстың қосылуы, оның жақсы араласуына мүмкіндік жасайды, оның келесі шахт-балқымасында маңызы зор. Өртеу кезінде глет шлахқа айналады. Өртеу реакциясымен пісірілу реакциясы бір уақытта өтеді, өртенген бөлшектер шлактана бастайды.

Агломерациялық өртеу шихтасы сондай болу керек, бірден екі мәселені шешуге тиіс:

1)жылужасаушы (отын).

2)нығыздаушылар (балқуына кедергі жасаушы материалдар).

3)шлак жасаушылар немесе флюстер, шихтаның балқуына ықпал жасайды.

Өртеу кезінде отын (жылу жасаушылар) болатындар сульфидтер: PbS, $CuFeS_2$, FeS_2,, ZnS тағы басқалар.

Сульфидтер мөлшері шихта құрамында сондай болу керек, олар тотығу кезінде жылу температурасы агрегатта өртеуді, пісіруді қамтамасыз ету керек: отын көп болса жылу көбейеді. Сульфид пісіріледі және өртеу тоқталады, ал шихтада сульфид

жеткіліксіз болса өртеу салқын жүреді, бұлда соңынан тоқтап қалуы мүмкін. Өртеу кезінде жылудың көбін күкірт тотыққанда (SO_2,SO_3) емес, металдар тотыққанда бөлінеді. Шоғыр құрамында мырыш алдамышымы бай болса, жанған кезде жылу көп бөлінеді. Әдетте қорғасын шоғырында артық отын көп болады, артығын шегеру керек. Қалайша отын мөлшерін азайтуға болады? Оны екі жолмен іске асыруға болады: сульфидты шоғырды алдын ала өртейді, бұл кезде артық, сульфидтер тотыққа айналады болмаса өртеу агрегатынан жылуды бөліп алады, екінші шихтаны көп ылғалдандыру керек немесе шихтаның құрамын өзгертіп, қосылатын материал жылуына көп жылу керек болуға тиіс. Ондай материалдар флюстер, кері шегерілген айналма материалдар. Мұндай материалдар нығыздаушылар немесе жылу өзгерткіштер деп атайды.

Флюс ретінде өртеу кезінде пайдаланатындар: известняк, темір кені және кварц. Егер шихтаның құрамында бұлардың біреуі жеткілікті болса, онда қалғандары қосылады. Кейде шихтаның құрамында флюстің біреуі ғана жеткіліксіз болады.

Теория жағынан қарағанда, кен құрамында бос шикізат жеткілікті, біздің қажетімізге қарай бұдан кейінгі балқыманы қамтамасыз етеді.

Известняк: сульфид бөлшектерін механикалық әдісімен бір-бірінен бөледі, жеке тотығуына ықпал жасайды, уақытынан бұрын пісірілуіне жол бермейді. Өзі жылу шығармай известняк тотыққан сульфидтың жылуын сіңіреді, сол арқылы шихтаның температурасын көп уақытқа дейін төмен ұстайды, пісірілуді тежейді, сонымен қатар ауаның шихтаның жақсы ықпал жасайды.

$CaCO_3$=CaO+CO_2-45150 ккал

Мұндай жағдайда известняк жақсы жылуөзгерткіш.

Темір кені: таза күйінде Fe_2O_3 шихтаға қосылады. Оның мынадай қасиеттері бар: известнякқа ұқсас темір кеніде жылу өзгерткіш, түйіршіктерді бір-бірінен механикалық бөлшектейді

және жылу сіңіреді, темір кені шихтаны жақсы күкіртсіздендіреді (десульфуризация)

$PbO+Fe_2O_3=PbO \cdot Fe_2O_3$ (қорғасын ферриті)

Бұл пайдалы реакция, қорғасынды буланудан сақтайды

$PbSO_4+Fe_2O_3=PbO \cdot Fe_2O_3+SO_2+{}^1/_2O_2$

Бұл да десульфуризацияны жоғарлатады. Глеттің төмендегідей бес тотығы бар: $3PbO \cdot Fe_2O_3$; $3PbO \cdot 2Fe_2O_3$; $3PbO \cdot 3Fe_2O_3$; $2PbO \cdot 3Fe_2O_3$; $PbO \cdot Fe_2O_3$. Бұлардың барлығы да қыздырғанда ыдырайды.

Кремнезем:темір кеніне ұқсап, қорғасын жарқырауығы тотыққанға дейін жылуөзгерткіш

$PbO+SiO_2=PbO \cdot SiO_2$

$PbSO_4+SiO_2=PbO \cdot SiO_2+SO_2+{}^1/_2O_2$

Проф. В.Я. Мостовичтің зерттеуі бойынша қорғасының силикаты, оның қышқылдығына байланыссыз 710-750°С түзеді. Бұдан ары температураны көтергенде реакция жылдам жүреді. Силикаттың балқуы 750-800°С. Алынған сұйық фаза қатты түйіршікті орап алып оны пісіреді және кесектендіреді. Бұл реакция пайдалы қорғасынды шлактандырып оның буланууына жол бермейді. Бұдан басқа да элементтердің силикатын түзеді.

Қышқыл шихтаны өртегенде силикат түзуші реакция басым. Қорғасын силикаты жеңіл балкиды, сондықтанда уақытынан бұрын пісіреледі және шихта балқып ауаның өту жолдарын бітеп тастайды. Соның салдарынан өртенген материалда 5% күкірт қалады кейде бұдан да көп. Агломерат қатты пісіріліп, күкірт мөлшері көп болғандықтан қажетке жарамайды. Мұндай агломерат шахт ошағында тез балқиды, ескеретін бір жәйт балқу ығыстыру реакциясынан бұрын болады. Үлгермеген қорғасын силикаты шлакқа қосылады, оны қорғасынмен байытады. Бұл деген құнды металдың шығыны экономика жағынан тиімсіз.

Негізгі шихтада силикат түзуші онша дамымайды. Силикат аз мөлшерде болады, шихтаны пісіретін басын біріктіретін. Негізгі шихта көп уақытқа дейін, шихтаны пісірмейді әрі ауаның жақсы өтуіне мүмкіндік береді. Шихта жақсы жанады, өртеу үрдісі жетілген. Агломератты 1% күкірт қалады. Жақсы өртелген

шихта силикаттың жетіспеуінен болса жаман пісіріледі, агломераттың ұнтағы көп болады.

Егер шихта қорғасынға бай болса агломерациялық өртеу кезінде жақсы нәтижеге жету қиын, себебі күкірт көп болады (отын көп), сульфид тотығудан бұрын пісіріледі. Күйдірілген материал қатты пісірілген, тіпті балқыған бірақ оның құрамында жанбаған күкірт көп болады. Бұл қиындықты жеңуге болады, артық күкірт сыртқа шығаруға болады. Оның бір емі алдын ала өртеу. Сонымен қоса басқа да теріс қасиеттері бар. Мұндай шихтада силикатқа қосылмаған қорғасын тотығы ысырапқа түседі, себебі өртегенде ауамен бірге бірікпеген тотық сыртқа шығады, бұл жұмысшыларға зиянды, сондықтан шихтаның құрамында 45-50% Pb болуға тиіс.

Шихтаның құрамы, онда флюстерді өртеген кезде шахты балқымасының талабына сәйкес болу керек. Оның талабы шлактың құрамын дұрыс іріктеп алу керек. Шихтада ылғалдың мөлшері, яғни су қосу 5-12% болады. Буланған су көп жылуды сіңіреді, температураны төмендетумен қатар сульфидтың уақытынан бұрын пісірілуіне кедергі жасайды. Бұл жерде су жылу өзгерткіш ісін атқарады. Су буланып шихтада көп тесіктер қалдырады, оттегінің тесіктерге кіруіне мүмкіндік береді. Су шихтаның шануануына жол бермейді, кейбір компоненттердің меншікті салмағы арқылы бөлінуіне кедергі болады, себебі ауа қысыммен беріледі.

Өртеудің өнімі агломерат, оның физикалық және химиялық қасиеттері ығыстыру балқымасының талабын қанағаттандыру керек. Шахт ошағында қалыптасқан балқыту үрдісін жүргізу үшін оның термиялық, химиялық өзгерісін қамтамасыз ету үшін шихта мен газдың және шахт ошағының ішіндегі агломераттың тесіктері көп болу керек, әрі қатты, әрі кесек болу керек, ол газ өту жолдарын қамтамасыз етеді.

Өртеудің мақсаты мүмкіндігінше мол қорғасын тотығын алу, екінші сөзбен айтсақ барынша күкіртті сульфидты шоғырдан алыстату. Онда мырыш сульфидының болуы, шлактың, штейннің құрамын өзгертіп шахт ошағының жұмысын тоқтатады. Мырыш тотығы зиянсыз, сондықтанда мырышты мүмкіндігінше тотыққа айналдыруға тырысады. Шоғырдың

құрамында мыс сульфидының болуы, қарама-қайшылықтарға мәжбүр етеді: біріншіден мыстың металға дейін ағысуына жол бермеу керек, олай болған жағдайда мыс веркблейдің құрамына кетеді, себебі онда жақсы ериді, ол үшін температураны жоғарлату керек. Мыс көбінесе ошақта тотығуға себебші болады, сифонды қатырады. Мұндай жағдайды болдырмау үшін, балқыманы жүргізгенде мыс-қорғасын штейінін алады. Ол үшін шоғырды өртегенде күкірттің бір бөлігін қалдырады, кейде күкіртті түгелдей өртейді, ал керекті күкірт мөлшерін шахт ошағына пирит күйінде қосады. Егер шоғырдың құрамында мышьяк, кобальт болса, онда керекті мөлшерде агломераттың құрамында күкірт қалдырылады, мышъякты шпейза алу үшін мұнда кобальт жақсы ериді.

Өртеу кезінде сульфидтер тотығады сөйтіп тотықтар түзеді және сульфаттар. Күкірт тотыққанда күкірт ангидридіне дейін тотығады сөйтіп басқа газдармен қосылып ошақтан шығарылады.

Сульфидтердің тотығуы былай:

$$x \cdot MeS + {}^{1}/_{2}\,(4x-y) \cdot O_2 = yMeO + (x-y) \cdot MeSO_4 + y \cdot SO_2 + Q$$

Бұл үрдіс температураға, оттегінің мөлшеріне, күкіртті газ мөлшеріне, ыдырау реакциясының мөлшеріне қарай. Мұндағы тотық пен сульфидтің арақатынасы өзгереді. Сондағы тотықтың түрлері:

$aMeO \cdot bSiO$; $aMeO \cdot bFe_2O_3$; $aMeO \cdot bAs_2O$; $aMeO \cdot bSb_2O_5$ т.с.с.

Агломерация жүргізгенде ең белсенді компоненттер қорғасын силикаты және қорғасын ферриті. Бұлардың балқу және жұмсару температуралары төмен 700-900°С, оның өзі қатты тұрақты агломерат шөгіндісін алуға мүмкіндік береді. Бұл технологияны агломашинада жүргізеді, мұнда үрдісті үздіксіз жүргізуге болады, екіншіден онда істейтін адамдарға ыңғайлы. Кәзіргі қорғасын металлургиясында өртеуді екі бөліп жүрізеді. Екі бөліп жүргізудің себебі сульфидтер жанған кезде оның құрамында 11-14% S бар. Шихтадан көп жылу бөлінеді,

сондықтан уақытынан бұрын пісіріліп қалады, тотығып үлгере алмай қалады. Мұндай болмау үшін бірінші бөлімінде 6-8 % S өртеледі. Алынған агломератты майдалайды, оған су бүркейді 7-12%, содан соң екінші бөлімге көшеді, оның аяғында 1-3% S қалады. Бірінші өртеу алдын ала деп аталады. Екіншісін аяқталған деп атайды. Кәзіргі кезде күкірттің мөлшерін азайту үшін, шихтаға известняк қосады немесе агломераттың бір бөлігін кері қайтарады.

Тәжірибеде өте сирек кездесетін тәсіл "құрама" түрі, бұл тәсіл бойынша шихтаның барлығы бірден өртеледі, ал оның ішінде бір компонент күкіртке бай түрі екі рет өртеледі.

2.2. Өртеудің түрлері

Өртеу жоғарғы температурада жүретін (500-1200°С) өңделетін шикізатты химиялық құрамын өзгерту үшін қолданылатын - металлургиялық үрдіс. Өртеу дегеніміз — пісіріп, басқасы қатты фазалық үрдіс болып табылады.

1. Кальцилендіру үшін өртеу. Оны жүргізгенде алдымен қақтайды, ондағы мақсат тұрақсыз химиялық құрамды ыдырату (диссоцация) және т.б. Жалпы алғанда мына теңдеумен өрнектеледі.

$2Me(OH)_3 \rightarrow Me_2O_3+3H_2O$
$MeCO_3 \rightarrow MeO+CO_2$

2. Тотықтыру үшін өртеу - сульфидты кенді және шоғырды дайындау үшін өңдейді, ондағы мақсат сульфидтері жартылай немесе түгелдей тотыққа айналдыру.

$2MeS+3O_2 \rightarrow 2MeO+2SO_2$

сульфаттандыру үшін өртеу, тотықтыру үшін өртеудің бір түрі

$MeS+2O_2 \rightarrow MeSO_4$

Агломерация өртеу (өртеп-пісіру) тотықтыру үшін өртеу үрдісіне жатады. Бұл үрдіс бір уақытта затты тотықтырып әрі пісіреді. Пісіру дегеніміз кейбір заттар процесс барысында сұйық фаза түзеді. Ол қатайған кезде қиын балқитын майда бөлшектерді бір-бірімен байланыстырады, бұл кеектенген тесіктері бар өнім немесе агломерат дейді.

3. Тотықтыру үшін өртеу: металдардың жоғарғы тотығын төменгі тотығына дейін тотықтырады

$$3Fe_2O_3+CO \rightarrow 2Fe_3O4+CO_2;$$

Магнетит Fe_3O_4 — магнетиттік қасиетіне байланысты оны бос жыныстан магниттік сепарациямен бөледі.

4. Хлорландыру және фторландыру үшін өртеу - ондағы мақсат тотықтар мен сульфидтерді суда еритін фториттерге немесе ұшатын хлоридтерге айналдырады.

2.3. Өртенгенде сульфидтердің өзіне тән ерекшеліктері

Өртегенде, яғни тотығу атмосферасында және жоғарғы температурада қорғасын шоғырына кіретін компоненттердің өзгеру ерекшеліктері.

Қорғасын. Шоғырда қорғасын жарқырауығы немесе галенит PbS түрінде болады. Түсі - қара, кристалды түрде сұрғылт металша жарқырайды. Балқу температурасы PbS — 1120°C. Балқыған күйінде бұл сульфит сұйық балқыма, сондықтанда қабырға кірпіштерінің ара-арасына кіріп кетеді, бір жағынан ол қорғасынның ысырабына жол береді. Галенит PbS 950°C қатты булана бастайды. Қорғасын сульфиды басқа металдардың сульфидымен жеңіл (тез) қорытпа түзеді, оны штейн деп атайды. Қорғасын сульфид қорытпасы темір сульфид қорытпасымен қосылып қорғасын штейні деп аталады. Қорғасын штейінінің ерекшелігі тез балқиды. Мыс-қорғасын штейіні қорғасын штейінінде тез балқиды, ең жеңіл балқитын қорытпа 600°C айналысында. Қорғасын сульфидын қыздырғанда ауаның оттегімен жана бастайды. Оның реакциясы былай:

$PbS+1\ ^1/_2\ O_2= PbO+SO_2+99856$ ккал

Тұтану температурасы шоғырдың бөлшегінің үлкендігіне байланысты, бөлшектің үлкендігі 0,1 мм болғанда 360-380°С тұтанады. Қатты PbS оттегі болған жағдайда тұтанудан бұрын жанады. Тотығудың өнімінде қорғасын тотығы жиналады және күкіртте газ басқа газдармен қосылып құбырдан тысқа шығады. Бұл реакция экзатермиялық және кері қайтпайды. Қорғасын жарқырауығы бетінен тотығады, ары терең бармайды, ал мыс калчеданы түгелдей тотығады. Оның бұлай болуы сульфид өте тығыз, өртегенде жылығанда ыдырамайды, олай болған өртеу өнімнің тесіктері болмайды, яғни оттегімен жанаспайды, PbO меншікті салмағы аз PbS меншікті салмағына қарағанда. Мұндай болған жағдайда PbO көлемі үлкен, сульфид ядросын қоршай алады. Оның одан ары өртенуіне жол бермейді. Бұдан шығатын қорытынды шоғыр неғұрлым майда болса өртеу соғұрлым тез жүреді. Бірақ майдалаудың шегі бар, себебі оның зияны болады, өртегенде, ауаны бергенде, тез шаң тозаң көбейеді. Шихтаға берілген ауа біркелкі болмайды, соның нәтижесінде шихтаның бір жерлерін уақытынан бұрын пісіріледі, кейбір жерлері балқиды, ал бір жерлері нығыздалып тіпті өртенбей қалады. Тез өртеу үшін шоғырмен ауа біркелкі тегіс жақсы жанасу керек. Қорғасын тотығы мен сульфиды металлургияда маңызы бар. Себебі олар жоғарғы температурада тұрақты. Глеттің қайнау температурасы 1470°С, бірақ, 800°С оның булануын байқауға болады.

Қорғасын тотығы PbO ыдырау температурасы өте жоғары 2000°С асып түседі. Глет күшті тотықтырғыш болып табылады.

$2PbO+S=2Pb+SO_2$

$PbO+Fe=Pb+FeO$

$SO_2+^1/_2O \rightleftarrows SO_3+22640$ккал: 600°С оңға, 500°С солға қарай жүреді.

SO_3 күкірт газы 600°С жоғары ыдырайды.

$PbO+SO_3 \rightleftarrows PbSO_4+73000$ ккал

Ыдырауы 950°С, бірақ, ондай температурада өртеу кезінде болмайды.

$PbS+2O_2=PbSO_4+197370$ ккал

Егер өртеу 500°С төмен болса сульфат түзеді, мұндай өртеуді сульфат түзуші дейді, бірақ бұл үрдіс металлургияда қолдау таппайды, сондықтан тотық алады. Темір: Сульфид шоғырында FeS_2 - пирит, $Fe_{11}S_{12}$ – пиротин күйінде болады, қыздырғанда 300°С басталып 700°С ыдырау аяқталады.

$FeS_2 \rightarrow F$ eS+S

Тотығу глетке ұқсас

$FeS+1^1/_2O_2=FeO+S\ O_2$
$SO_2 + {}^1/_2O_2=SO_3$
$FeO+SO_3=FeSO_4$
$3FeO+{}^1/_2O_2=Fe_3O_4$
$2Fe_3O_4+SO_3=3Fe_2O_3+SO_2$
$2FeO+{}^1/_2O_2=Fe_2O_3$

Тұтану температурасы FeS-тың оның тығыздығына, түйіршіктің майдалылығына байланысты 250-300°С. Пирит тез өртенетін сульфид, төменгі температурада тұтанады, сондықтан түйіршіктің бетінде тесіктер пайда болады, ол оттегінің жанасуына мүмкіндік береді. Нәтижесінде FeO; Fe_2O_3; Fe_3O_4; $FeSO_4$

$FeSO_4 \rightarrow FeO+SO_2+{}^1/_2O_2$; 450°С ыдырайды.

Мыс: Мыс шоғырында мынадай минералдар күйінде Cu_2S - халькозин, CuS - ковелин, $CuFeS_2$ - мыс колчеданы. Мыс колчеданы 550°С ыдырайды.

$2CuFeS_2 \rightarrow Cu_2S+2FeS+S$

жарты күкіртті мыстың тотығуы

$2Cu_2S+5O_2=2CuO+2CuSO_4$; (200°C-330°C) болады
$Cu_2S+2O_2=2CuO+SO_2$; 330°C жүреді

$SO_2+{}^1/_2O_2=SO_3$

$CuO+SO_3=CuSO_4$ (650°C дейін)

Мыс кенін 650°C өртеуді сульфаттандыру дейд1 CuS: 450°C ыдырайды.

$2CuS \rightarrow Cu_2S+S$

Си О; 800С ыдырайды

$2CuO \rightarrow Cu_2O+{}^1/_2O_2$

Сонымен 800°C жоғары тек қана $Си_2О$ мен аз мөлшерде Cu_2S алуға болады.

Мырыш. Шоғырда мырыш сульфиды, мырыш алдамшы ретінде кездеседі ZnS. Бұл өзі өте тығыз, өртенуі қиын, тұтануы 550°C басталады, ол өзіне жайлап өртеуді қажет етеді және артық ауа қажет болады, соңында температура 85ОС төмен болмау керек.

$ZnS+1\ {}^1/_2O_2=ZnO+SO_2$
$SO_2+{}^1/_2O_2=SO_3$
$ZnO+SO_3=ZnSO_4$
$ZnS+2O_2=ZnSO_4$

Мырыш сульфаты 720°C ыдырайды

$3ZnSO_4 \rightarrow 3ZnO \bullet 2SO3+SO2+{}^1/_2O_2$

Негізгі сульфат 770С мырыш тотығуына дейін ыдырайды.

$$3ZnO\ -2SO_3 \rightarrow 3ZnO+2SO_2+O_2$$

Марганец. Шоғырда марганец сульфиды MnS алабандин күйінде кездеседі. Оның түйіршігі 0,1 мм MnS 350°С тұтанады, өртегенде $MnSO_4$; Mn_3O_4 түзеді.

Бірақ $MnSO_4$ 790°С ыдырайды.

$$3MnSO_4 \rightarrow Mn_3O_4+3SO_2+O_2;$$

Күміс. Шоғырда күміс сульфиды Ag_2S — аргентит (күміс жарқырауығы) күйінде кездеседі. Қорғасын кені күміс алудың шикізаты деп есептейді. Аргентит 0,1 мм (бөлшегі) 605°С тұтынады және тотығады.

$$Ag_2S+O_2=2Ag+SO_2$$

Мұның бір ерекшелігі басқа сульфидтерен тотықпайды. Ag_2S - тотықпай бірден Ag дейін ыдырайды Ag_2S - тұрақты 380°С ыдырайды.

$$Ag_2S \rightarrow 2Ag + S$$

Ag2S басқа сульфидтермен қосылып егер SO_3 газы көп болса сульфат түзеді.

$$2Ag+2SO_3=Ag_2SO_4+SO_2;$$
$$Ag_2S+4SO_3=Ag_2SO_4+4SO_2;$$

Күміс сульфаты 925°С ыдырайды.

$$Ag_2SO_4 \rightarrow 2Ag+SO_2+O_2$$

Алтын. Шоғырды өртегенде ешқандай өзгеріске түспейді.

2.4. Қорғасын заводтарында шикізаттарды қоймада орналастыру

Байыту фабрикасынан келетін қорғасын шоғырында 10-20% ылғал болады. Шоғырмен бірге керексіз суды тасымалдау өндіріске қымбатқа түседі және әрине шоғырды фабриканың өзінде кептіріп қырландырып (грануляция) заводқа жіберсе жақсы болар еді. Ылғалданған шоғырлар жол бойында қатып қалады, ал заводта оны ерітіп, жылытқыш бункерде сақтайды. Ылғалданған шоғырдан анализге керекті мөлшерде алудың өзі қиынға түседі, оның өзі байыту фабрикалар мен заводтардың

арасында бір-бірі кінәләйтін дауға әкеліп соқтырады. Көптеген заводтарға шоғырлар кептірілмеген күйде келеді. Сондықтан завод қоймаларында алдын ала қыс кезінде тұрғызып ерітіп кептіреді.

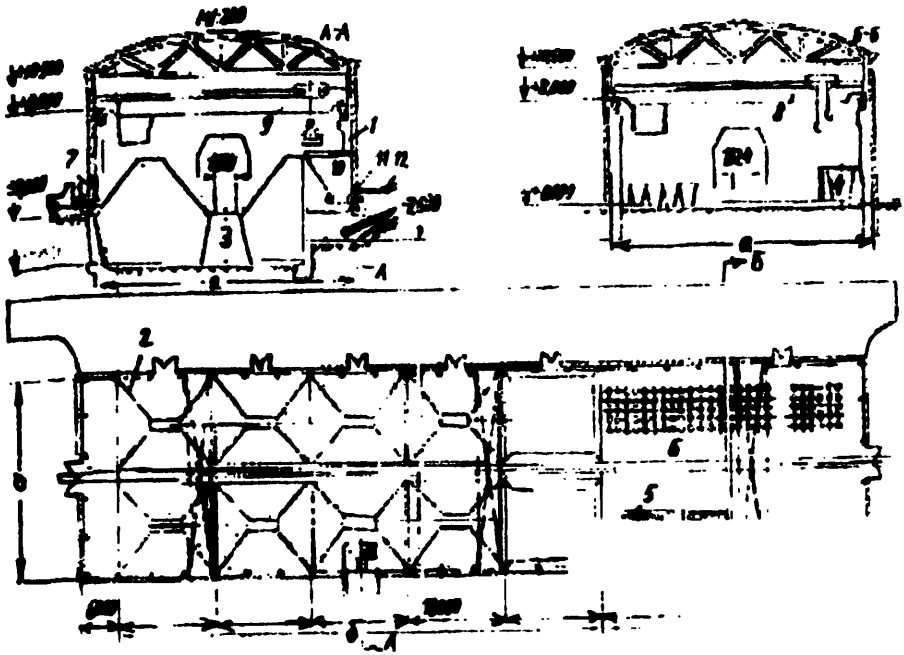
Қорғасын шоғырларын тасымалдауға контейнерді кеңінен қолданады, ол тиеуді және түсіруді механизациялауға мүмкіншілік берді, оның өзі шикізаттың ысырабына жол бермейді. Заводқа түсетін барлық материалдан құрамын талдауға тиісті мөлшер алынады. Заводтардың материалды сақтауға арналған қоймалар ашық немесе жабық күйінде болады климаттың жағдайына байланысты. Жабық қойма қымбат болса да, кез келген климат жағдайында материалдың шығыны азаюдан пайдалануға жақсы.

Қойма дегеніміз бір қабатты темір - бетон ғимарат кран астындағы биіктік 8м, ені 30м, ұзындығы 200м. Ұзындығы бойынша қойма, әлденеше бөлінген, әрқайсысының сыйымдылығы 1000 м3; ортасынан ұзыны бойына теміржол өтеді. Онда контейнер қоятын, ерітетін және жуатын орын бар. Контейнерлерді көтеріп, орнына қоюға көпір кранды пайдаланады. Қоймадан материалды алу үшін грейфер кранды пайдаланады.

2.5. Шихтаны дайындау

Қорғасын шоғырын агломерациялау шихтасының құрамына кіретіндер: шоғыр, айналма агломерат, флюстер (кварц,

известняк, темір кені, пирит күйіндісі, т.б.) кейде кокс, көмір ұнтағы, мырыш кектері құрамында 15-20% Pb және айналма шаң дар. Көптеген қорғасын заводтарына қорғасын шоғыры байыту фабрикасынан жабық металл контейнерде жеткізіледі. Заводтарға арзан флюстер теміржол көлігімен ашық гондолдарда, думкарларда, копперлерде жеткізіледі. Цехтің ішіндегі айналма материалдар (шаңдар, кектер, шликерлер т.б.) шихта дайындайтын бөлімге завод ішіндегі көлікпен көбінесе автомашинамен жеткізіледі. Кейде пневмо немесе гидротранспортты қолданылуы мүмкін. Айналма агломератты және флюстерді шковой және конусты диірмендерде майдалайды, оны үлкендігі 12 мм дейін. Жоғарыда ескертілгендей флюстерді оданда майда етіп 1-3 мм дейін, бұлай ету қажеттімізден туындайды.

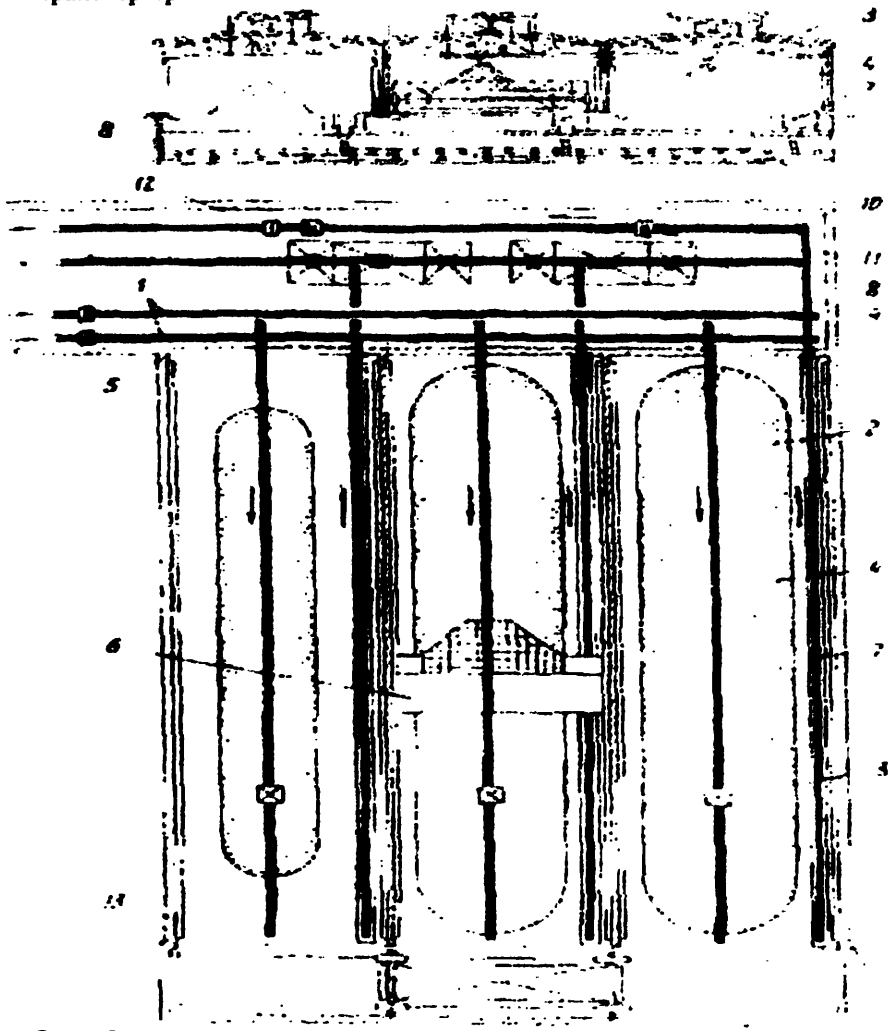


Сурет 1

Шоғырлар қоймасы орталықтанған түсіретін эстакада.

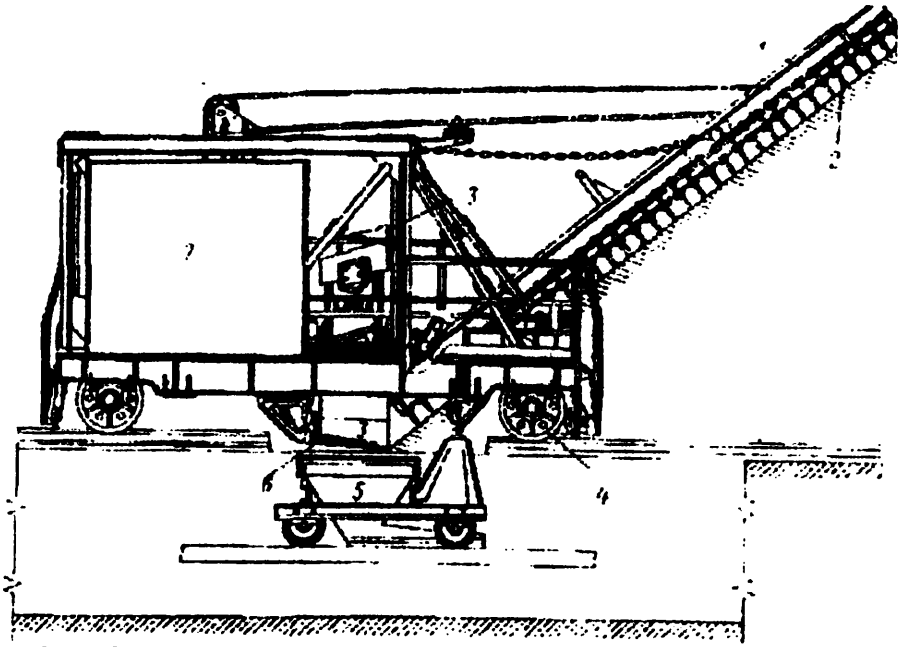
1 - бір қабатты қойманың темір бетон ғимараты. 2 - қойманың кескіні, әрқайсысының ұзындығы 18 м. 3 - темір жолдан түсіретін эстакада. 4-контейнерді ерітетін қондырғы. 5 - контейнерді жуатын қондырғы. 6 - бос

ыдыстарды коятын орын. 7 - автотранспортпен берілетін шоғырларды тиейтін люк. 8 - екікрюкті көпірлі кран. 9 - грейферлі кран. 10 - шоғырларды қабылдайтын бункер. 11 - ленталы қоректеткіш. 12 – көлбеу ленталы транспортер.



Сурет 2

Шихта дайындайтын бөлімнің жоспар нобайы және кесіндісі. 1,2 - транспортерлар. 3 – төгетін арба. 4 - шихтаның үйіндісі. 5, 11, 12 - таразылар. 6 - шихта тиейтін машина. 7,8 - транспортерлер. 9 - бос бункерлер. 10 - агломерациялық бөлімге жіберетін транспортер. 13 тасымалдайтын ленталы транспортер.



Сурет 3

Шихта тиейтін машина (ШТМ).

1 — қопсытатын рама. 2 — тістері. 3 — скребкалы транспортер. 4 – жүретін дөңгелек. 5 - шихтаны конвейерге тиегенде реттейтін құрылым.

Агломерацияны жүргізгенде сапалы нәтиже алуға тиіс, ол шахт балқымасын жүргізуге жарамды болу керек, сондықтан шикізаттың құрамы тұрақты болуға тиіс. Металлургиялық заводтарға келетін қорғасын шоғырларының құрамы тұрақты емес. Шихта құрамының орта сапасын алу үшін, екі шартты сақтау керек: материалды жақсы араластыру керек, сонан соң шихтаның құрамы орталандырылған бірнеше тәулікке жететін қоры болуға тиіс.

Кәзіргі металлургиялық заводтарда шихта дайындаудың екі түрін қолданады — бункерлі және штабельді. Бункерлі тәсіл бойынша шихтаны дайындағанда оған қосылатын шоғырлардың, флюстердің құрамы белгілі болып олардың әрқайсысынан қанша мөлшерде қосатындығы қатаң есептеледі. Олардың әрқайсысы жеке бункерлерде болатындықтан,

әрқайсысынан есептелген мөлшерде траспортер лентаға қосылады, одан араластырғыш агрегатта араластырылады.

Қолданылатын қоректендіргіш қондырғының түрлері: пластиналы, тарелкалы, ленталы, вибрациялы. Берілетін материал үздіксіз транспортер лентаның астына қойылған таразымен салмағы тартылады, оны периодты немесе тиісті мөлшермен беруге болады. Ол шихтаның құрамына кез келген уақытта өзгеріс енгізуге мүмкіндік береді. Шымкент қорғасын заводында шихтаны автоматты мөлшерлі қоректендіргіш қойылған.

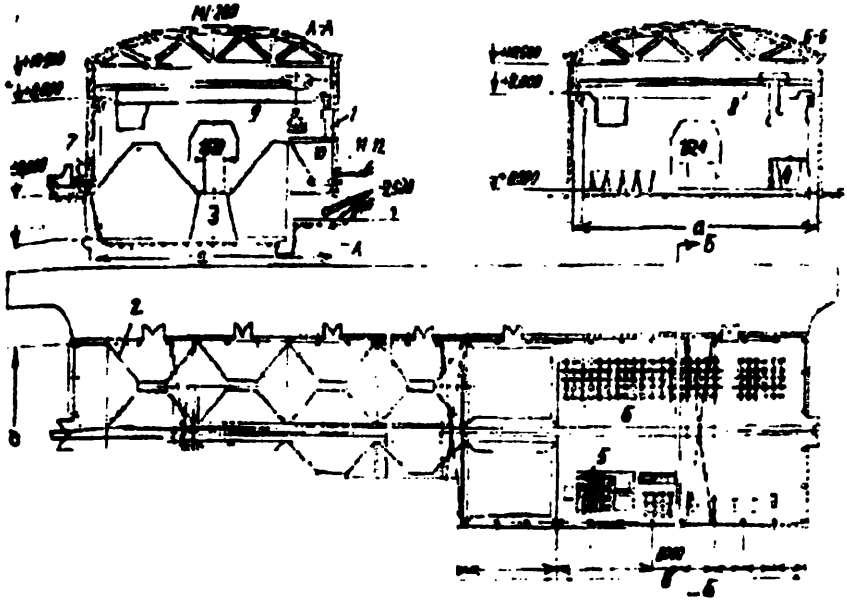
Оның сүлдесі сурет 1.Оның негізі мынадай: пластикалы қоректендіргіш арасымен 1 және жинағыш транспортер 5 орналасқан мөлшерлі қоректендіргіш таразы 4, одан алынған белгі изодромды реттеуші 6, орындаушы механизмге беріледі 3, бункердің реттейтін тетігіне 2 беріледі.

Шихта дайындаудың екінші тәсілі - қабат-қабатымен штабель жасау. Бұл сүлде бойынша біздің мемлекеттің барлық заводтары жұмыс істейді, оның түсініктемесі төменде келтіріледі. Шихта жасау бөлімінің жоспары және киындысы сурет 2 көрсетілген. Шихтаның керекті компоненттері транспортер 1 және 2 жабық шихта қоймасына жеткізіледі. Материалдар транспортер лентада түсіргіш арбамен 3 түсіріледі, оның өзі автоматты тәртіпте үш кескіннің үстінен жүреді, төгілген шихта компоненттері қабат-қабатымен төселеді.

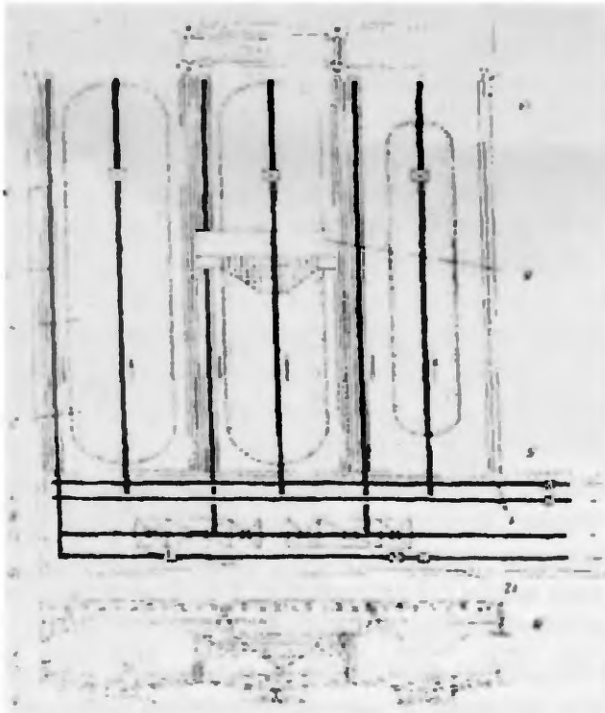
Әрбір бөлімде жайлап қабат-қабатымен шихта штабелі (үйіндісі) жасалады, оның ұзындығы 60-70 м, ені 16 м, биіктігі 5-6 м. Осындай бір штабель заводтың 3-4 күн жұмыс істеуіне жетеді. Осындай тәсілмен дайындалған шихтаның орталанған көрсеткіші өте жоғары, штабельдің ұзына бойында шихта құрамының негізгі компоненттері қорғасын және шлакқұраушылар есептелген керсеткіштен ауытқуы 1,5-2% (масса бойынша). Үш штабельдың біріншісі жұмыс үстінде (яғни дайын шихтаны келесі үрдіске жібереді), екінші штабель келесі кезекте жұмыс істеуге, үшінші штабельге қабат-қабатымен шихта тиеле бастайды.

Дайын шихта белгілі негізгі химиялық компоненттер оны тиеу арнайы шихта тиейтін машинамен жүргізіледі 6. Машина

құрамы былай: өзі қозғалатын көпір, оған скрепкалы транспортер арбасы бекітілген және оған тісті тырма орналасқан, ол штабельдың енінен бастай тырмалай кеседі. Тырманың пішіні штабель пішініне сәйкес (ені бойынша қиғанда). Тырма штабельдың ұзындығына қарай өзгермелі бұрышпен орналасқан, оның шеті штабель қиындысынан артық болады. Тырма экцентриктің әсерінен алмағайып қозғалыс жасайды, ол штабельді қопсытады әрі штабельді ені бойынша кеседі. Скрепкалы транспортер шихта тиейтін машинаға қозғалмайтын етіп орналасқан, оның қызметі өзіне келіп жатқаны ленталы транспортерға тиейді 7. Шихта тиейтін машина 1 м/сағ. жылдамдықпен алға жылжып штабельді түгел таусады, сонан соң транспортер арба 13, келесі басталмаған штабельдің басына орналастырылады. Транспортер 7 шихта транспортер 8 ауысады, оған керекті мөлшерде кокс тиеледі және қосымша кері қайтарылатын материалдың бір бөлігі қосалқы бункерден алып қосады 9. Дайын шихтаны транспортер 10 арқылы агломерациялық бөлімге жеткізіледі, жол бойында автоматты таразымен 11 өлшенеді, сонан соң қосымша балғалы диірменмен майдаланады 12. Штабельді шихта дайындауды ұйымдастырғанда шихтаны дайындау және араластыру бір уақытта жүргізіледі, ол бункерлі тәсілде жок. (сурет 3)



Сурет 1 Шоғырлар қоймасы орталықтанған түсіретін эстакада. 1 - бір қабатты қойманың темір бетон ғимараты. 2 - қойманың кескіні, әрқайсысының ұзындығы 18 м. 3 - темір жолдан түсіретін эстакада. 4 - контейнерді ерітетін қондырғы. 5 - контейнерді жуатын қондырғы. 6 бос ыдыстарды қоятын орын. 7 - автотранспортпен берілетін шоғырларды тиейтін люк. 8 - екікрюкті көпірлі кран. 9 - грейферлі кран. 10 - шоғырларды қабылдайтын бункер. 11 - ленталы қоректеткіш. 12 - көлбеу ленталы транспортер.



Сурет 2 Шихта дайындайтын бөлімнің жоспар нобайы және кесіндісі. 1,2 - транспортерлар. 3 – төгетін арба. 4 - шихтаның үйіндісі. 5, 11, 12 - таразылар. 6 - шихта тиейтін машина. 7, 8 - трансгюртерлер. 9 бос бункерлер. 10 – агломерациялық бөлімге жіберетін транспортер. 13 - тасымалдайтын ленталы

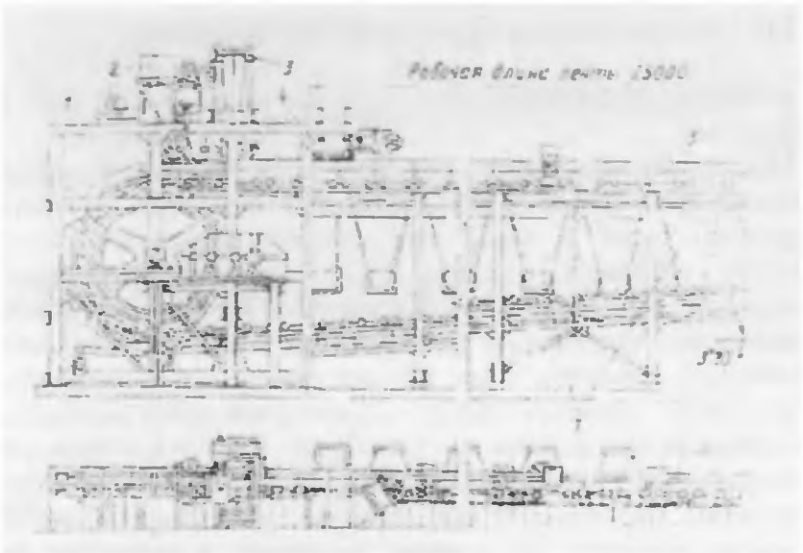
Аталған екі тәсілдің қайсысы жақсы деген сұраққа әрқайсысын жеке жағдайда жұмыс үстінде оның тиімділігін есептеп қортынды шығаруға болады. Мазмұнын орта көрсеткішке жеткізіп және араластыру жағынан шихтаны штабельдік дайындау, ешқандай күдіксіз шикізатты үнемдеуге, оның берілген есептен ауытқуы аз болғандықтан экономиканы жақсартуға тиіс.

Бір жағынан штабельді шихтаны дайындауға көп қаржы кетеді, себебі жабық қойма салу және артық шикізат алуға, нәтижесінде бітпеген өнім алынады, оған бай шикізат керек, олар осындай қоймада сақталады.

Соңғы кезде көптеген қорғасын заводтарында араластыру мен грануляцияны біріктіруге тырысады.

2.6. Агломашинаның құрылымы және жұмысы

Агломашинаның ауаны өзіне соратын түрінің сұлдесі сурет 4 көрсетілген.



Сурет 4 Ауа соратын агломерациялық машина АКМ -50. 1 - негізгі айналдыратын тісі бар дөңгелек. 2 – төсендіні қоректендіргіш. 3 - шихтаны қоректендіргіш. 4 - оталдыратын горн. 5 - палеттер. 6 - ауасыз камера.

Машина дегеніміз шексіз созылған лента, оның өзі бір-біріне тірескен арба (паллет) рельс бойынша қозғалады. Паллетің құрылысы сурет 5 корсетілген.

Аталған екі тәсілдің қайсысы жақсы деген сұраққа әрқайсысын жеке жағдайда жұмыс үстінде оның тиімділігін есептеп қорытынды шығаруға болады. Мазмұнын орта көрсеткішке жеткізіп және араластыру жағынан шихтаны штабельдік дайындау, ешқандай күдіксіз шикізатты үнемдеуге,

оның берілген есептен ауытқуы аз болғандықтан экономиканы жақсартуға тиіс.

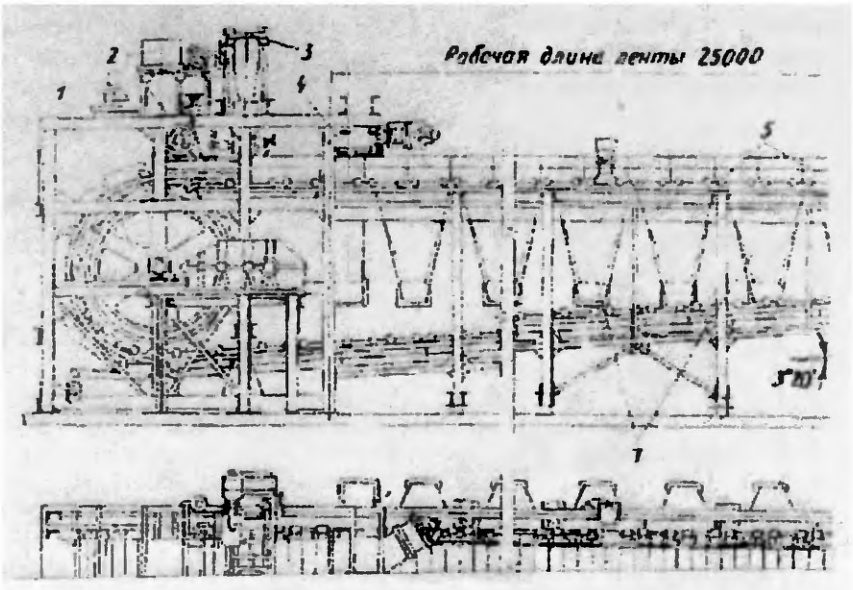
Бір жағынан штабельді шихтаны дайындауға көп қаржы кетеді, себебі жабық қойма салу және артық шикізат алуға, нәтижесінде бітпеген өнім алынады, оған бай шикізат керек, олар осындай қоймада сақталады.

Соңғы кезде көптеген қорғасын заводтарында араластыру мен грануляцияны біріктіруге тырысады.

2.6. Агломашинаның құрылымы және жұмысы.

Агломашинаның ауаны өзіне соратын түрінің сүлдесі сурет 4 корсетілген.

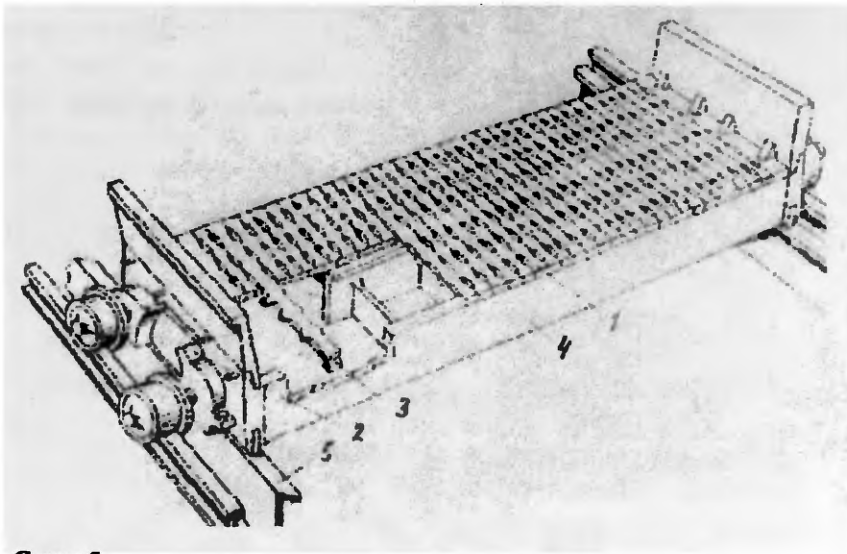
Машина дегеніміз шексіз созылған лента, оның өзі бір-біріне тірескен арба (паллет) рельс бойынша қозғалады. Паллетің құрылысы сурет 5 көрсетілген. Барлық құрылымы рамаға тірелген. Раманың жоғарғы бөлігі горизонталь бойынша орналасқан, ал төменгі бөлігі аяқ жағынан басына қарай көлбеу орналасқан. Машинаның бас жақ бөлімінде тісті дөңгелек орналасқан диаметрі 6 м, ал аяқ жаққа орналасқан тісті дөңгелектің диаметрі 2,1м. Дөңгелектің тістері паллет роликтерінің арасындағы қуысқа кіреді. Дөңгелек айналғанда арбаны (паллет) итереді, соның арқасында ұзына бойына лента қозғалады. Машинаның аяқ жағында арба төменгі рамаға ауысады, сонымен бас жағына жылжиды, нәтижесінде бас жағындағы басқарушы дөңгелекке ілінеді, сөйтіп үрдіс қайталана береді(сурет 5). Арбаны соғуға келетін шойыннан немесе болаттан жасайды. Оның түбі тесік тор (колосник), ол арқылы ауа үрлейді немесе сорады. Паллетің қысқа жағында болаттан жақтауы бар, олар бір-біріне ұзындығы бойынша жанастырылып қойылады. Арбаның ұзындығы (агломашинаның кеңдігі) 1м -3,6м дейін. (сурет 7)



Сурет 4

Ауа соратын агломерациялық машина АКМ - 50.

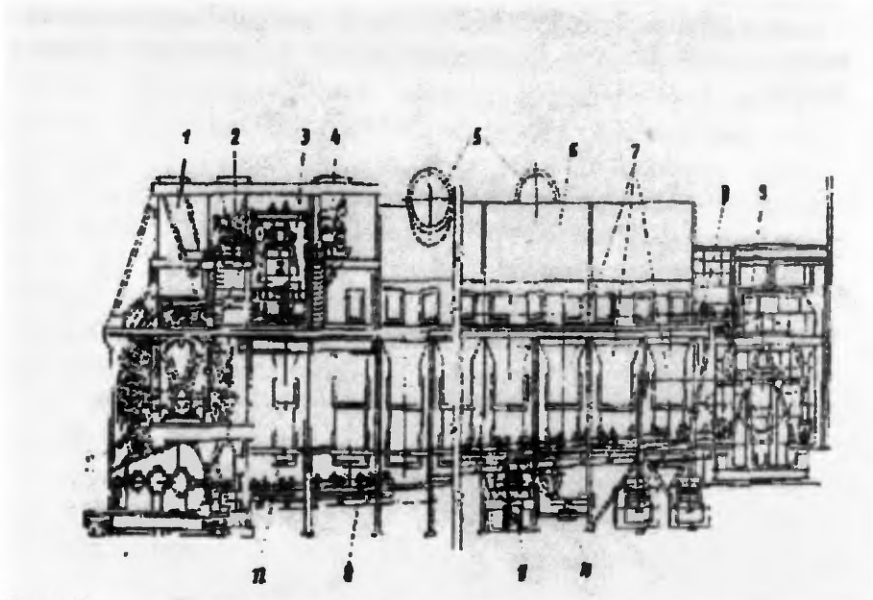
1 - негізгі айналдыратын тісі бар дөңгелек. 2 – төсеніні қоректендіргіш. 3 шихтаны қоректендіргіш. 4 - оталдыратын горн. 5 -- палеттер.6 - ауасыз камера.



Сурет 5

Агломерациялық машинаның палеті

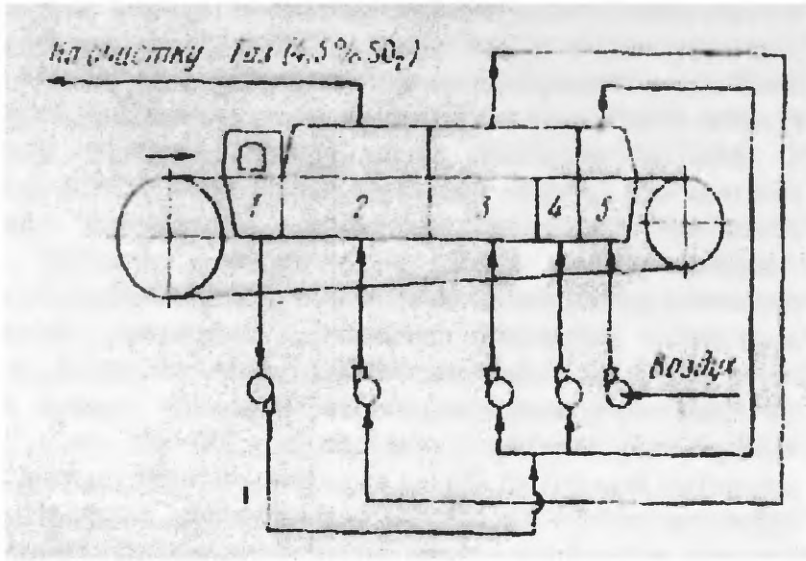
1 - ауа өтетін тор. 2 - негізгі тісті дөңгелектің ұстайтын жері. 3 - клосник. 4 - полеттің негізгі тұлғасы. 5 - ауасыз камераның бүйір плитасы.



Сурет 6

Ауаны астынан беретін агломашина АКМНД -3-75.

1 - төсенділі қоректендіргіш. 2 - шихтаның тұтанатын қабатын қоректендіргіш. 3 - газбен оталдыратын горн. 4 - негізгі шихтаны қоректендіргіш. 5 - жинағыш газды соратын патрубок. 6 - машинаның жоғарғы жағын жабатын қондырғы. 7 - ауа беретін камералар. 8 - палеттер. 9- жетектеп дөңгелек. 10 - калосниктер қозғалатын барабан. 11 - колосникті қағатын механизм. 12 - ауасыз қуыс камера. 13 – негізгі қозғалатын тісті дөңгелек.



Сурет 7
Ауаны астынан беретін агломашинаның газ айналым нобайы.
1 - оталдыратын камераның ауасыз қуыс камерасы. 2 байытылған газ апаратын үрлеу камерасы. 3, 4 - айналмалы газдың үрлеу камерасы. 5 кедейленген газдың үрлеу камерасы.

Цехтың ішіне газды жібермеу үшін және шығатын газдың ауамен араласпауы үшін палеттер нығыздаушы қондырғымен жабдықталған, ол қалың резинадан жасалған, оны арбаның сыртына соратын камера жағына жабдықтаған. Нығыздаушы ретінде темір пластинаны да қолданады, ол майлайтын қондырғымен жабдықталған. Агломашинаның тіреулерінің арасына соратын камера немесе үрлейтін камера (ауаны астынан бергенде) орналасқан. Тіпті барлық заводтарда агломашинаның

бас жағы мен аяқ жағы, ал кейбір өндірісте аглолента түгелдей темір қорабпен жабылған, ол зиянды газдың цехтың ішінен кетуінен сақтайды. Агломашинаның тиімді жұмыс алаңы түрлі заводтарда түрліше 6-96 м2. Соңғы кездері байқалатын бір жәйт агломашинаның алатын орнын ұлғайту, бұл негізгі және пайдалану шығынын азайтады. Агломашинаның аяқ жағына дайын өнімді қабылдайтын камера орналасқан. Машина камерасында ауасыз қуысты жасайтын арнайы агрегат (ауа сорғыш) эксгаустер деп аталады. Отандық барлық заводтарда қойылатын стандартты эксгаустер модель Д - 3500 – 12 ауасыз қуысты қамтамасыз етеді (сорылған ауадан сырттан басқа) 1,5 - 4 кПа, ал машинаға ауаны үрлейтін агрегат желдеткіш (вентилятор) артық қысымды қамтамасыз етеді 2-3 кПа. Аглолента үстіндегі бункерде дайындалған шихтаны транспортермен береді. Бункерден шихтаны түрлі қоректендіргіштермен аглолентаның палетіне береді. Іс жүзінде маятникті, қалталы тербелісті (вибрация) және т.б. қоректендіргіш пайдаланады. Көптеген заводтарда шихтаны паллетке берер алдында оған төсек дегенді төсейді, ол кері қайтарылған агломерат қалыңдығы 200-400 мм. Төсектің атқаратын қызметі шихтадан ығысқан қорғасын төмен ағады, ол колосник тесігін бітейді, ал төсек осыдан сақтайды. Ауаны соратын агломашинада арба үстіндегі агломераттың қалыңдығы 15-тен 20 мм дейін. Тиімді қалыңдықты таңдай алу технологиялық мәселе, себебі сорылатын ауаның мөлшері тек шихтаның газ өткізгіштік қасиетіне байланысты емес, сонымен қоса оның кедергісіне де байланысты, оның өзі қабаттың биіктігінің функциясы. Ауаның астынан үрлейтін машинада шихтаны паллет үстіне берудің тәртібі өзгеше. Шихтаны ауаны сору арқылы оталдырады ауа шихтаны аралап өтеді, оның қалыңдығы 20-40 мм, содан соң жанған шихтаның үстіне екінші рет негізгі шихтаны салады. Шихтаны тиеу сүлдесі әртүрлі болуы мүмкін сурет 7, ауа астынан үрленеді. Қоректендіргіш 1 беріледі, оның өзі лентаның ұзындығы бойынша арылы-берілі қозғалады. Шихтаны жұқа қабат жасап бункер 3 береді. Оталдырғыш қондырғы 5 жандырады, оның үстіне бункер 6 негізгі шихта тиеледі, қалыңдығы 200-250 мм. Шихта арқылы

ауа сорылатын машинада паллетке төгілген шихта вертикаль орналасқан болат плитамен тегістеледі, лентаның қозғалуы арқылы оталдырғыш горнға жетеді. Горн форсункамен оталады, отын ретінде мазут немесе табиғи газды пайдаланады. Оталдырғыш маңайда температура 1000-1200°С, оның өзі барлық сульфидты құраманы тұтандырады (шихта,кокс), егер ол бар болса. Агломашинаның паллетінің астындағы ауасыз қуыс 2-4 кПа, осының өзі керекті ауа мөлшерінен 10-12 есе артық осының өзі сульфидты шихтаның үрдісі, автогенді жүруіне жеткілікті әрі тұрақты. Үрдісті бақылау және басқару әдетте аглолентаның жылдамдығын арттырып немесе азайтып, ұлғайтылады егер шихтаның газ өткізуі жақсы болса, онда тез тотығады, Керісінше жылдамдықты азайтады шихтаның газ өткізгіштігі жаман болып нығыздалады.

Өндіріс жағдайында шығатын газдың температурасы 140-170°С. Шығатын газдың температурасын азайтып кобейтуге болады, ол үшін сорылатын ауаның мөлшерін реттеу керек, яғни түрлі тесіктерден кіретін артық ауаны бітеу керек, әдетте артық ауа (подсос) берілетін ауаның 50% болады. Салыстырып айтсақ ауасыз қуысты онша көтермей-ақ шихтаның газ өткізгіштігі жақсы болғандықтан, артық ауаны төмендетіп үрдісті жақсы жүргізуге болады.

Агломашина қалыпты жағдайда жұмыс істегенде машинаның аяқ жағына лентаның жылжуының нәтижесінде дайын пісірілген әрі суыған агломерат келеді. Көптеген қорғасын заводтарда бір сатылы өртеуді жүргізеді, оған жетудің жолы кері қайтарылатын агломераттың меөлшерін көбейтеді. Агломерат машинаның аяқ жағында әлі де температура 400°С жетеді. Агломератты балқыма цехына тасымалдау үшін оны суыту керек, әдетте агломератты түрлі суытқыштарда сумен суытады. Суытылған агломератты диірменде майдалайды әрі үлкендігіне қарай іріктейді. Шахт балқымасына керекті агломераттың тиімді үлкенді барлығы мақұлдаған шешім жоқ. Әртүрлі заводтарда агломераттың үлкендігі 3-15 мм. дейін жарамды болып есептеледі. Қалған агломератты түрлі диірмендерде щековой, конусты, тісті, балғалы т.б. келеді, майдалап бір немесе екі бөліп кері шихта дайындайтын бөлімге жібереді.

Агломашинада екпінді тотығу үрдісі 20-25 мин. жүреді, паллетің жылдамдығы 0,6-1,5 м/мин. Паллеттің горизонталь жолының аяғында раманың жарты шеңбер сықылды бөлігінде паллет аударылады, ондағы өртелген агломерат елгезерге түсіп еленеді, майда бөлігі (-20мм) төмен түседі одан үлкенін майдалап қайтадан елеп, үстіндегі өнім +20-100 мм дайын агломерат шахт балқымасына тасымалданады, ол елгезердің өткенін тағы майдалап, кері қайтарады айналма агломерат ретінде шихта арқылы ауаны соратын, агломашинаның меншікті өнімділігі 8-10т ($м^2$ тәулігіне) эксгаустердің қуатының 50-60% артық ауаны соруға кетеді. Күкірт ангидридының орташа көрсеткіш шығатын газда 1,5-3,0%. Өртеудің алғашқы мерзімінде күкірт ангидриды 8-10% жетеді, ары қарай төмендей бастайды, сондықтан лентаның ұзындығына қарай бай, кедей газ деп екіге бөлінеді.

Егер ауаны астынан үрлеу арқылы үрдісті жүргізсек, онда бай газда 5-7% SO_2, ал кедей газды 2-2,5% SO_2. Бай газды күкірт өндірісіне жібереді, кедейін не кері қайтарады немесе 450-500°С-дейін 80°С суытып шаң ұстағыш бөлімге одан соң атмосфераға жібереді.

Агломашина жұмыс көрсеткішіне оттегінің әсері, берілетін ауа құрамынғы оттегін 21-25% байытсақ, өртеу кезінде қорғасын шихтасын шектеулі мөлшерде агломерат алғанның өзінде машинаның меншікті өнімділігі 20% артты (оттегті мөлшері 23,5-24%) және күкіртті жағу 40%(32,7-45,4%) оның өзінде агломераттың сапасы жақсарады, қаттылығы 87-ден 92% ұлғаяды, салыстырып айтқанда жақсы тесіктерінің болуымен қатар көтеріледі 80-нен 89% дейін, күкірт ангидриды бай өртелген газды 5,29-дан 6,75-6,80% дейін, үрілген ауадағы оттегінің мөлшері 23-23,5%, ал оттегі 24% жоғары болған жағдайда шихтаны өртеуге кері әсерін тигізеді.

3. Шахт ошағында ығыстыру балқымасы

Қорғасын агломерат ішінде тотық күйінде, силикат, сульфат, сульфид және металл күйінде болады. Темір силикат және феррит тотықтары, сульфат және бос күйінде кездеседі. Бұдан

басқа агломератта глинозем, арсенаттар, антмонаттар, аз мөлшерде мыс қосындылары, висмут, никель, кобальт, күміс кейде алтын болады. Агломераттан қорғасынды ығыстыру балқыма кезінде қатты көміртегі және көмір тотығын пайдаланады. Балқыманың өнімдері: (веркблей) қара қорғасын, шпейза, штейн, шлак және шаң, газ. Шахт ошағының ішінде колошиктен фокусқа дейін төрт зонаға бөлінген, (әрине шартты түрде). Бірінші зона ошақтың жоғарғы жағынан есептегенде 100-400°С шихта кебеді. Екінші зонада температура 400-700°С, сульфат пен карбонаттар ыдырайды, осы мезгілде тотықтар мен сульфаттар С мен СО арқылы ығыстырады.

$$MeSO_4 \rightarrow MeO+SO_2+{}^1/_2O_2$$

$$MeCO_3 \rightarrow MeO+CO_2$$

$$MeSO_4+2C(CO) \rightarrow Me+SO_2+2CO(CO_2)$$

$$MeO+C(CO) \rightarrow Me+CO(CO_2)$$

Бұдан басқа да реакциялар болуы мүмкін мысалы реакциялық және шөгінді реакциялары. Үшінші зонада температура 900°С болғанда бұл реакциялар жылдам жүре бастайды. Мышьяк, кобальт пен никельді өзімен ілестіріп шпейза түзеді. Мыс сульфид күйінде, басқа сульфидтермен бірігіп (темір, қорғасын, мырыш) штейінін түзеді. Төртінші зонада жоғарғы реакциялар аяқталған соң шлак түзетін реакция жүреді.

$$CaO+FeO+ZnO+SiO_2=(CaO \bullet FeO \bullet ZnO) \bullet SiO_2:$$

Балқу және шлак түзу зонасынан төмен ошақтың фокусы болады, онда кокстен көміртегі мен ауадан оттегі екпінді реакцияға түседі. Ошақтың фокусінде форма деңгейінде 1400-1500°С болады. Балқудың сұйық заттары, балқу зонасынан, шлак түзетін зонадан фокус арқылы төмен жылжып, қызған кокстың аралап өтіп, қыза түсіп төменгі горнға ағып түседі. Ошақтың фокусынан төмен жоғарғы шлак бөлімінде температура 1200°С. Горнның қорғасын толтырылған бөлімінде

800-700°С. Ошақтың негізгі көрсеткіші жұмыс барысында шлак құрамы болып табылады. Сұйық балқыманың меншікті салмағы 3,4 — 3,6. Ол штейннен және шпейзадан оңай бөлінеді.

Шлактар (моно-дан бір жарым силикатқа дейін) жоғарғы температурада жұмсақ күйге ауысады, сонан соң бірден балқиды, сұйық балқыма болады. Тәжірибеде CaO-14% жоғары болмайды, ZnO-20% жетуі өте сирек. Штейн мен шлактың меншікті салмағының айырмашылығы 1,5 кем болмауы керек. Қышқыл шлак негізгіге қарағанда штейнді аз ерітеді. Шлак 1100-1200°С сұйық балқыма болу керек. Тасталатын шлактың құрамында 1%Pb көп болмауы керек, 0,001-0,002% Ag. Тәжірибеден шлактың құрамы былай болуға тиіс. 28-30% SiO_2, 12-14% CaO, 30-34% FeO, 14-16% ZnO:

Шпейзаның меншікті салмағы — 7

Штейннің меншікті салмағы — 5

Шихтаның құрамында 25 — 35%Pb, онда қорғасынды өндіру 95%-ға барады.

Қара қорғасынды ішкі горннан шығарып сыртқа шығарып рафинацияға жібереді. Шлак пен штейннің бірге шығарып сыртқы тұндырғышта тұндырады, онда олар меншікті салмағына қарай шлак штейнге бөлінеді, әрқайсысы арнайы тесікпен сыртқа шығарып, штейнді конвортрге, шлак егер мырышқа бай болса келесі өңдеуге, кедей болса тастанды шлак болады. Шаңнан ошақ газы, одан соң арнайы қондырғыда шаңнан тазаланып атмосфераға жібереді, шаңды келесі өңдеуге тасымалданады.

3.1 Шахт ошағындағы толықтыру балқымасының теориялық негізі

Металлургия тәжірибесінде үйреншікті толықтырушы болып көміртегі, оның тотығы және сутегі (аз мөлшерде).

$MeO+CO=Me+CO_2$

$C+CO=2CO$

$MeO+C=Me+CO$

Осы көзқарасқа, яғни толықтыру механизміне көптеген ғалымдардың пікірі тоғысады.

Қатты фаза кезінде тікелей толықтыру металлургия өндірісінде маңызы шамалы, себебі реакцияға түсетін компоненттердің арасында керекті дәрежеде жанасу мүмкіндігі жоқ. Толықтырудан пайда болған жұқа өнім қабатынан соң іс жүзінде реакция тоқтайды. Көмір тотығы толықтыру үрдісінде негізгі компонент болып табылады. О л өзі газ күйінде болғандықтан металл тотығымен жақсы жанасып түйіседі. Металл тотығының толықтырылуы тіпті металл тотығымен көміртегінің арасында түйісу болмаса да жүреді.Осы механизм дұрыс металл тотығының толықтырылуы сұйық фаза болса да (шлактан).

Толықтыру балқымасында кокс фурма деңгейіне түседі, онда ол тұрақты қабат пайда болады(төсек). Берілетін ауадағы оттегімен коктегі көміртегі жанады, мына реакция бойынша:

$$C+O_2=CO_2+Q_1(393,5кДж)$$

Көміртегі газы ошақтың ішіндегі шихтаны аралап жоғары көтеріледі жоғары температурада кокстың көміртегімен реакцияға түседі.

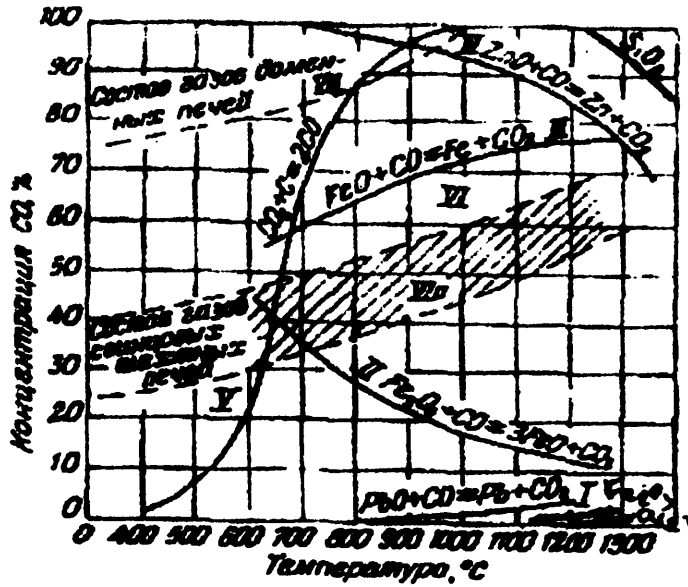
$$CO_2+C=2CO+Q_2(172,7кДж)$$

Бұл реакция алмағайып, оның тепе-теңдігі оңға немесе солға жүруі мүмкін температураға байланысты (сурет 8).

Газдың шихтаны аралауы жалғасып жоғары көтерілген сайын ошақтың температурасы төмендейді, онда көміртегі газы (CO) төмендейді, ал көміртегінің қос тотығы (CO_2) көбейеді. Металл тотықтарының толықтырылуынан және көміртегі газы мен карбонаттардың ыдырауынан.

Газдың қозғалғандығы жылдамдығы жоғары болғандықтан ошақтың шихтасында қарастырылған реакцияның тепе-теңдігі орнамайды, сондықтан іс жүзінде газ құрамы ошақ ішіндегі теориялық газ құрамынан айырмашылық бар. (Сурет 8) Ошақдың газының алатын аумағы көрсетілген, ондағы $CO+CO_2$

қосындысын 100% етіп қабылданған, олардың іс жүзінде мазмұны 10% және 16% жоғарғы жазылуына сәйкес. Бұдан графикте шахт ошағының колошниктеи газ құрамы CO=23-40%,CO_2=77-60%



Сурет 8
Толықтырылатын металл тотықтарының тепе-теңдік қисық сызықтары

Сонымен шахт ошағында көміртегі тотыққанда екі үрдіс жүреді:

1)көміртегінің тотығуы қос тотыққа дейін

2)газ өндіруші үрдіс, бұл үрдіс көмір тотығының жиналуымен шектеледі.

Металл тотығының толықтырылуын көптеген көрнекті ғалымдар зерттеді. Қатты металл тотығын көміртегі тотығымен толықтыру үрдісімен кәзіргі механизмінің негізі адсорбциялы - каталиттік теория деп аталады. Металл тотығының толықтыруының қарапайым реакциясы — оның ыдырауы.

$2MeO=2Me+O_2$;

Металл тотықтары өз алдына бір жүйе - қалыпты жағдайда ыдырайтын күйде, оның өміршеңдігі сыртқы жағдайға байланысты. Металл тотығы қалыпты күйін сақтау үшін оны қоршаған атмосферада бос оттегі болу керек.

Металл тотығының табиғатын дұрыс көрсету үшін мына формуланы MeO+CO бұл диалектика жағынан тотықтардың өміршеңдік шартын көрсетеді.

Металл тотықтары мына теңдеу бойынша ыдырайды MeO және Me отырғызылған фазада

$$2MeO = 2Me + O_2 \text{ газ}$$

Бұл реакцияның ыдырау константысы оттегінің меншікті қысымымен анықталады $Kp = CO_2$;

Егер тұйықталған кеңістікте оттегі болмаса оған металл тотығын енгізсе, онда ол ыдырай бастайды, ол үрдіс сол уақытқа дейін жүреді, ондағы оттегінің қысымы ыдырау қысымына теңескенше. Бұдан кез келген металл тотығының толықтырылу үрдісі екі кезеңнен тұрады.

1)тотық ыдырайды нәтижесінде оттегі бөлінеді.

2)тотықтың ыдырауынан алынған оттегі толықтырушы көмір тотық газы (CO) мен қосылады.

$$MeO=Me+0,5O_2$$
$$\underline{0,5O_2+CO=CO_2}$$
$$MeO+CO=Me+CO_2$$

Бұл өзгерістің әрқайсысы бір-біріне тәуелді емес әрі әрқайсысы жеке өзінше теңесуге тырысады. Металл тотығы ыдырайды, көмір тотығы оттегімен байланысады, осының өзімен ыдырау теңдігіне нұқсан келтіреді, көмір тотығы оттегімен байланысу қызметін атқарады және өзінің меншікті қысымы азаяды.

Жоғарғы температура керекті шарт болса, ол бір жағынан химиялық реакциялардың жылдамдығын арттырса, екінші жағынан металл тотығының ыдырау кедергісін арттырады.

Металл тотықтарының ыдырау кедергісін кейбір жәйттерді ескермегеннін өзінде жоғарғы температура болғанда соншалықты аз оны көрудің өзі өте қиын. Кәзіргі кезде терең ауасыз қуыс (вакуум) жасау бүгінгі техника жетістігінің өзінде мүмкін емес. Сондықтан температураны бірден жоғарлату жолымен жүруге болады. Бұл мәселемен плазменді металлургия айналысады, бағыт әрине көп үміт арттырады, бірақ өте қымбат.

Металл тотықтарының толықтырылуы жұмсақ тотықтар үшін ыдырау сатысынан өтеді (PbO_2, MnO_2, CuO, Ag_2O_5, HgO). Бұл жерде көміртегі ыдыраудан пайда болған оттегі байланыстырады, яғни толықтырылу екі сатыдан тұрады.

Кәзіргі кезде ең дұрысы адсорбционды - каталиттік металл тотықтарының толықтырылу теориясын мойындау керек, металл тотықтарының толықтырылу кинетикасы эксперимент метериалға негізделген. Бұл теория бойынша металл тотықтарын толықтыру үш сатыдан тұрады.

1)металл тотығының бетінде толықтырушы газдың адсорбциясы жүреді

2)металл тотығынан оттегі бөлінеді және оның адсорбциаланған көміртегі тотығының бетіне өтуі нәтижесінде көміртегінің қос тотығы және фаза-металл түзіледі.

3)толықтыру өнімін ыластануы (десорбция) — көміртегінің қос тотығы - реакция жүрген беттен.

$$MeO_{кат} + CO_{газ} = MeO_{кат} \bullet CO_{адс}$$
$$Me_{кат} \bullet CO = Me_{кат} \bullet CO_{2\ адс}$$
$$\underline{Me_{кат} \bullet CO_{2адс} = Me_{кат} + CO_{2\ газ}}$$
$$MeO_{кат} + CO_{газ} = Me_{кат} + CO_{2\ газ}$$

———————

Қосынды реакцияның теп-теңдік константасы, металл және металл тотығы бұдан отырғызылған фазада болуы және қатты ерітінді түзбеген кезде, былай анықталады.

$$Кр = \frac{PCO}{PCO_2}$$

Металл тотықтарының толықтырылуы автокаталиттік реакция тәртібінде жүреді, басында реакция жылдамдығы белгілі бір максимумға дейін көтеріледі, сонан соң төмендейді. Ол былай түсіндіріледі.

1)алғашқы кезде реакцияның жылдамдығының аз болуы бірінші период жаңа фазаны құрастыру қиынға түседі.

2)екінші периодта толықтырылуды екпіндеуі-кристализацияның орталығы пайда болып жаңа фаза көбейеді.

3)үшінші периодта реакцияның жылдамдығы азаяды - реакция бағыты орта мөлшерге ауысады - көптеген реакцнялық бөлшектер бір арнаға құйылады, нәтижесінде оның беті үздіксіз азаяды.

Агломерат құрамындағы металл тотықтарының толық толықтырылуы және жылдамдығы мыналарға тәуелді;

1) реакция маңына алып келінетін толықтырғыш газдың жылдамдығына және одан алынып кететін өнімге.

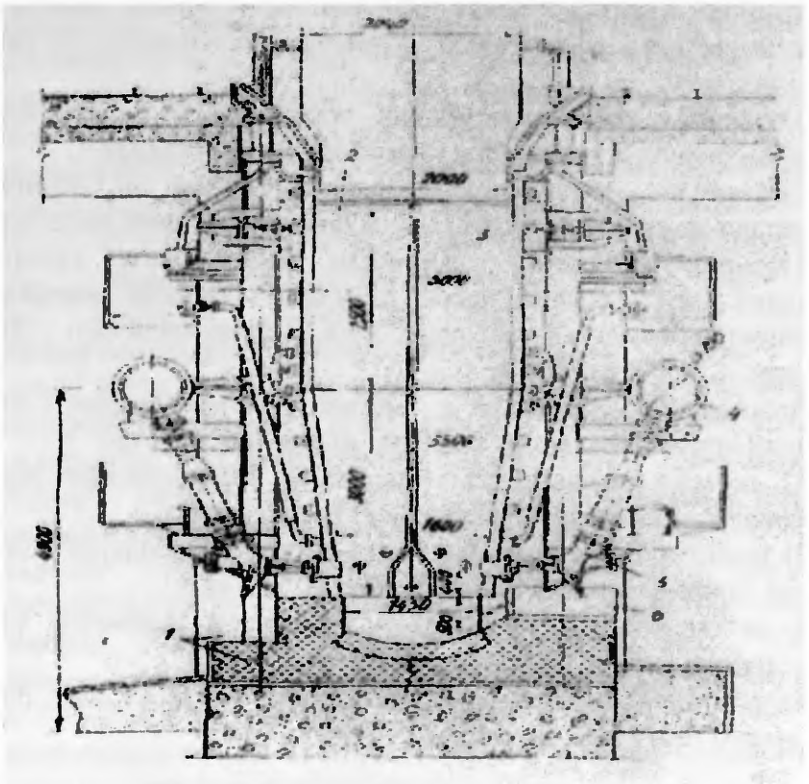
2) үрдістің температурасы — неғұрлым температура жоғары болса, соғұрлым толықтырылу қабылеті жоғары.

3) агломерат кесегінің беті — неғұрлым агломерат үлкен болса, соғұрлым жанысатын бет азаяды.

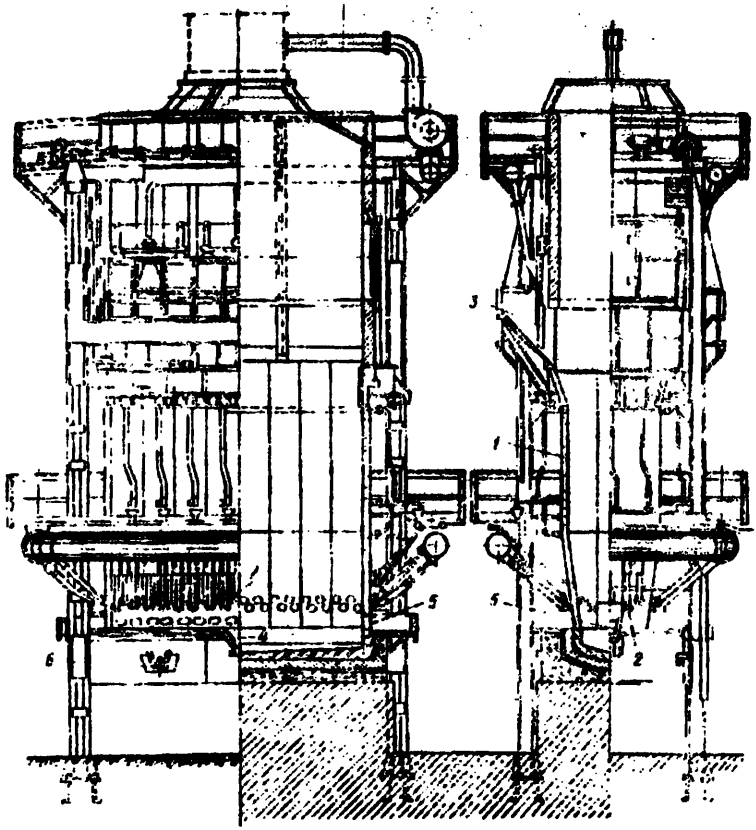
4) агломерат тесіктері — неғұрлым тесіктері коп болса, соғұрлым реакцияға түсетін бет көбейеді.

3.2. Толықтыру балқымасында агломерат құрамындағы компоненттердің өзгеру сипаты

Қорғасын: Шахт ошағына тиелген агломерат жоғары котерілген газ оны қыздырып температура 327°С жеткенде толықтырылған қорғасын төмен қарай ағып ваннаға жиналады.



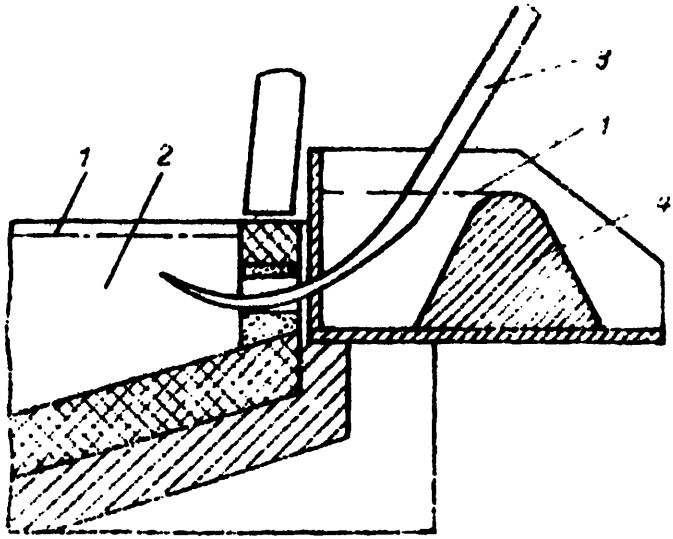
Сурет 9
Қорғасын балқытатын шахт ошағы.
1 - горн. 2 - қысқа бүйіріндегі кессондар. 3 - ұзын бүйіріндегі кессондар. 4 ауа жүретін коллектор. 5 - фурма. 6 - сифон табағы.



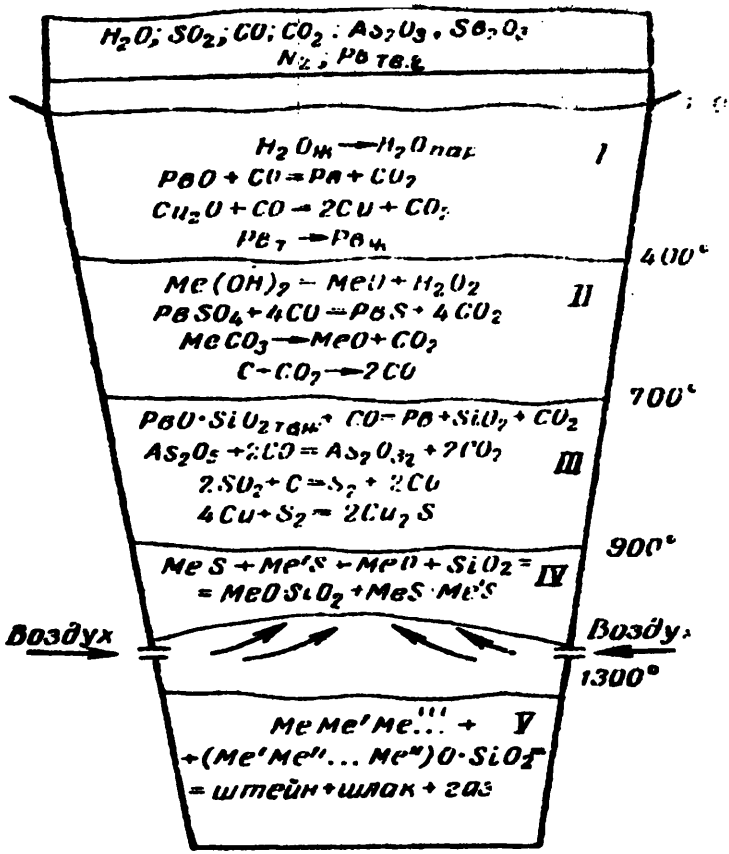
Сурет 10

Қорғасынды балқытуға арналған шахт ошағы.

1 - кессондар. 2 - фурмалар (екі қатар). 3 - тиейтін есігі мен люк. 4 - сифон. 5 - шлак шығаратын летка. 6 - қорғасын шығаратын летка.



Сурет 11
Шахт ошағының сифон жұмысының нобайы.
1 - қорғасын деңгейі. 2 - горн. 3 - лот. 4 - ылайдан жасалған табалдырық



Сурет 12

Қорғасынға арналған ошақтың температуралық зоналары және онда жүретін

кейбір реакциялар.

Ошақтың температуралық зоналары

Шахтаның өзгеруіне байланысты ошақтың ішінде жүретін үрдістердің басымдылығына байланысты қорғасын балқымасының шахт шартты түрде биіктігі бойынша бес бөлікке бөлінеді.

I - Зона шахтаны жылыту деп аталады. Онда температура 400 дейін. Бұл зонада шахта кептіріледі, астынан көтеретін ашық газымен, ол алдымен гигроскопиялық сонан соң химиялық ылғалын оларға береді. Онда сонымен қоса бос қорғасын тотығы, мыс және темір тотығы көміртегі тотығымен толықтырылады және онда ашық газының кейбір булары конденсацияға отырады, себебі астынан көтерілген газ бірден суық зонаға тап болады.

II - зона жоғары толықтырылатын зона мынадай температуралармен шектелген 400-700 °С. Мұнда гидраттардың ыдырауы жалғасады, карбонаттармен кейбір сульфаттардың ыдырауы басталады. Бұл зонада толықтыру үрдісі кеңінен жүргізіледі, бос тотықтардан басқа, сульфаттардың толықтыру үрдісі басталады, мысалы $Pb\ SO_4$

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

Бұл зонада сонымен қоса көміртегінің тотығуы екпінді жүреді көміртекті газбен. Толықтырылған қорғасын жиналады нетижес1нде тамшы одан арын пайда болады, ол шахтаны аралап темен кетедь

III - зона төменгі толықтырылатын зона мынадай температура аралығында 700-900 °С. Бұл зонада екінші зонада басталған реакциялар аяқталады. Көмір тотығының әсері ұлғаяды: арсенаттар, магнетиттар, гибстер, күкірт ангидриді толықтырылады. Тағы бұл зонада қорғасын силикаты балқыған күйге ауысады, олай болса бұл қосындылар толықтырылады.

Үшінші зонада кальцийдің, магнийдің карбонаттары, мырыш сульфаты ыдырайды, силикаттар түзіледі, бос металлдар және олардың тотықтары күкірт буымен сульфинденеді. Онда жүретін кейбір реакциялардың түрі мынадай.

$$As_2\ O_5 + 2CO = As_2\ O_3 \uparrow + 2CO_2;$$
$$As_2\ O_3 + 3CO = 2As \uparrow + 3CO_2;$$
$$2SO_3 + 4CO = S_2 \uparrow + 4CO_2;$$
$$4Cu + S_2 = 2\ Cu_2S;$$
$$Sn\ O_2 + 2CO = Sn + 2CO_2\ (850\ °C);$$

Бұл зонада штейін ағыны пайда болады.

IV - зона - балқу зонасы, мынадай температураларда 900-1300 °С. Бұл зонада барлық бұрынғы сипатталған реакциялар аяқталады. Ең екпінді жүретін тотықтардың шлак түзілу реакциялары, олар SiO_2 әсерінен және шлактың балқуы.

Бұл зонаның ең негізгі үрдісі кокстағы көміртегі жанады.

Ошақтың жоғарғы горизонтынан аққан қара қорғасын және штейін бұл зонада бірітіндей жуылған металдар, сульфидттер және силикаттар бұрынғыдан қиын балқитын массаға айналады. Бұл зонада шахтаның құрамындағы барлық компоненттер қорытпаға ауысады және газдар немесе бұл зонадан шығарылған өте майда бөлшектер қорытпамен бірге шығарылады. Егер бұл үрдіс жүрмесе ошақтың іші шахтаның қалдығымен ыластанып, ошақ тоқтап қалады.

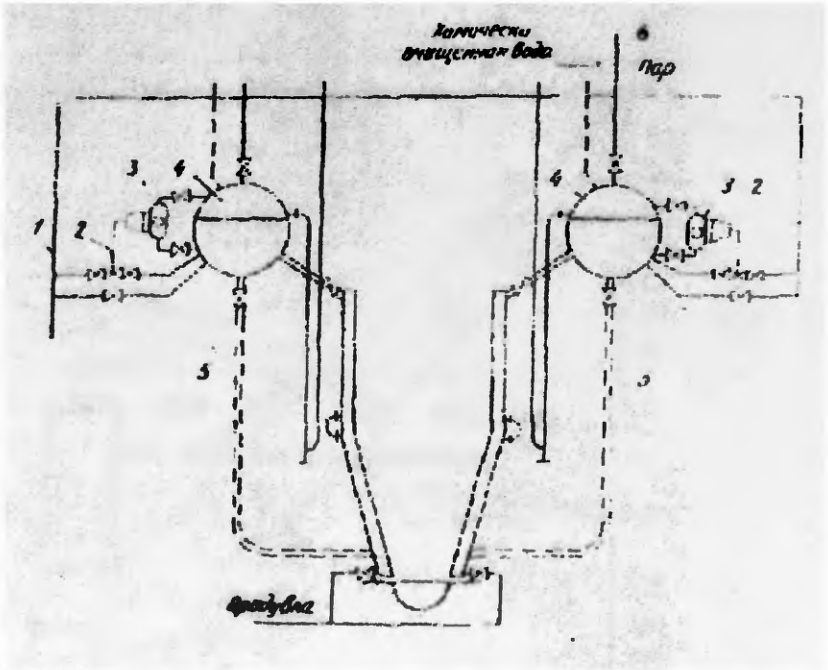
V - зона - ошақтың горны. Жоғарыда түзілген қорытпа горнға түседі. Оның құрамында сұйық фазадан басқа, айтарлықтай мөлшерде пайдаланған қатты бөлшек қорытпайды ілінген күйде және онда еріген газдар бар. Жоғарғы жағын ол үрлейтін ауамен жанасады.

Бұл зонада қорытпа құрамындағы реакциялар аяқталады, фазалар түзіледі, олар меншікті салмақ бойынша бөлінеді: қара қорғасынның меншікті салмағы 10-ға жуық, Шпейза - 7-7,5; Штейн - 5,0 - 5,5 және шлак 3,2 - 3,5; Соңғы уақытта көптеген қорғасын зауыттары кессонды буландыру арқылы суыту әдісіне ауысуда (сурет 13). Бұл әдіс жылуды алуда кессонды суалтатын судың шығынын 15 есе қысқартты, одан алынатын будың қысымы (4-5 10 Па) оны өндірістің керек қасиетіне жұмсайды - Шахталы қорғасын балқымасындағы Т1- кедей қорғасынның шығыны 90-93 %, жалпы шығын шлакты шаңды және басқа жартылай өнімді өңдегенде 97-98 % жетеді. Штейн алғанда мыс 70-80 % штейінге ауысады, ал штейн алмағанда мыстың 85% қара қорғасынға ауысады. Мырыштың 90% шлакқа ауысады, Асыл металдардың 98-99 % қара қорғасыннан өндіріледі. Шахт ошағының жұмысын екпіндетудің ең тиімді әдістері: оттегімен байытылған ауаны беру, қыздырылған ауаны беру, қоқысты

табиғи газбен ауыстыру болса, сондай екпіндетуші роль атқаратын тәсіл берілетін ауаға акустикалы энергиямен әсер ету.

Авторлардың көрсеткіші бойынша ошақтан шығатын газдың құрамы (сурет 14) фурма деңгейінде көміртегінің тотығы және қос тотығы қабырғадан бірден қашықтығы жоғарлайды және оттегі төмендейді. Көміртегі тотығы бірден еседі шоғырланған CO_2 деңгейінен жоғары. Жұмыс істегенде фурма жағдайы жақсарады, берілетін ауаға дыбыстың әсерінен, оған дәлел фурма деңгейінде температура 110-130 С жоғарлайды, осының әсерінен жоғарғы температура зонасы қабырғаға жақындап түседі, оның әсері қабырғаға қатқан қалыңдығы 50-60 мм балқиды.

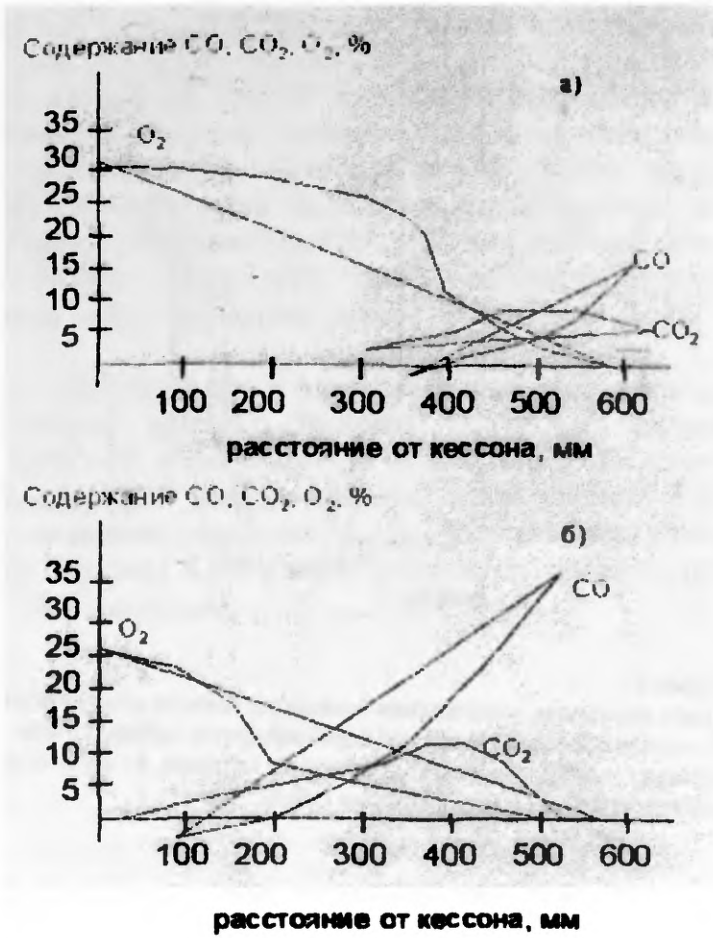
Берілетін ауаға дыбыстың әсерінен жалпы шахт ошағының жұмысы өзгерді: меншікті балқыма 11,6% өсті, балқыған веркблей 8,2% өсті, веркблейдегі 1т қорғасынға қоқыс шығыны 2,2% кеміді (арнайы тиейтін қоқысты есептемегеннің өзінде) шлак құрамындағы қорғасын 0,5%. Келетін қорғасынның веркблейдегі құрамы 4,5% өсті, колошниктегі температуралық өзгеріс 27,6% тұрақтанды.



Сурет 13

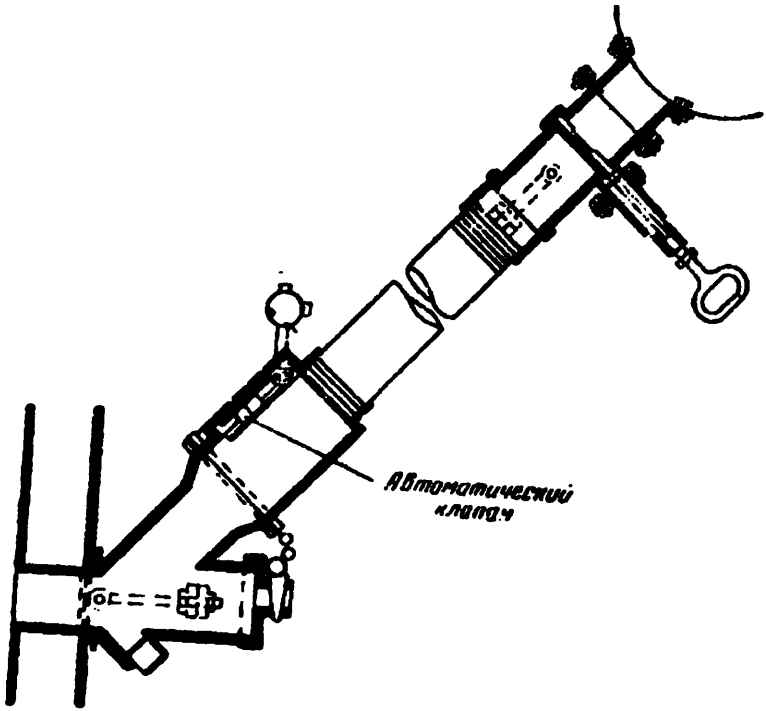
Шахт ошағының кессондарын буландыру арқылы суыту нобайы.

1 - химиялық таза судың бақті қоректендіретін құбыр. 2 - биік сепараторға су беретін құбыр. 3 - деңгейді реттейтін қалқыма. 4 - биік сепаратор. 5 жіберетін құбыр. 6 - бу алынатын құбыр.



Сурет 14

Берілетін ауаға дыбыстың әсері (б) және дыбыссыз болғанда (а) фурм деңгейінде шахт ошағы ішіндегі ені бойынша оттегінің, көмір тотығыны көмір қос тотығының шоғырлануының өзгеру көрінісі.



Сурет 15
Фурмалы жең автоматты клапонымен.

Бұл жерде Pb тотықпайды, себебі оған керекті атмосфера болмайды. Сұйық қорғасын шихта қабатынан сүзіліп өтіп онда күміс, алтын жақсы ериді, төмен қарай жылжып горнға жиналады. Қорғасын глеттен жеңіл толықтырылады, төменгі температурада - толықтырушы қатты көміртегі және көмір тотығы $PbO+CO=Pb+CO_2$;

Тек солдан оңға қарай жүреді, ал реакция тек 300°С басталады. Мұның жылдамдығы глет пен газдың кездесуіне байланысты.

$$PbO+C=Pb+CO$$

Реакция 530° басталады, бұл реакияның жылдам жүруіне шахт ошағының ішінде мүмкіндік жоқ. Біраз бөлігі глеттің 883°С көтерілгенге дейін көмір оттығымен толықтырылады.

Бір бөлшегі;$2PbO+PbS=3Pb+SO_2$

Бұл реакцияның жылдамдауы 800°С және одан жоғары. Қорғасынның силикаты және ферриты глетке қарағанда қиындау жүреді.

$$2PbO \cdot SiO_2+CaO+FeO+C=2Pb+CaO+FeO \cdot SiO_2+CO_2;$$

Бұл реакция бойынша сұйық қорғасын, известь-темірлі шлак және газ болады.

$$PbSO_4+4CO=PbS+4CO_2;$$
$$PbSO_4+4C=PbS+4CO;$$
$$PbSO_4+PbS=2Pb+2SO_2;$$

Бұл реакциялар 550-630°С жүреді. Мұның біріншісі жақсы жүреді, екіншісі, үшіншісі өте нашар, себебі бір-бірімен жанасуы өте қиын. Әдетте $PbSO_4$, PbS түгелдей штейнге ауысады, сонымен шахт ошағында сульфаттан қорғасын алынбайды, олай болса өртегенде сульфат алмауға тырысады. Сульфат $PbSO_4$ ыдырағанда PbO дейін, одан Pb толықтырылып үлгермейді, мұның басталуына дейін (800-950°) керек болады, сульфат PbS дейін толықтырылып үлгереді.

Қорғасын сульфиды агломератта аз мөлшерде болады, оның өзі түгелдей штейнге ауысады. Біраз болт PbO және $PbSO_4$ реакцияға түсіп қорғасын алынады.

Балқыма кезінде 20-40% S десульфуризация болады.

$$PbS+Fe=FeS+Pb$$

Бұл реакция жүру үшін сырттан темір жаңқасын ошаққа тиейді. Мыс: агломератта мынадай күйде кездеседі Cu_2O жартылай күкіртті балқу кезінде өзгерместен түгелдей штейнге ауысады. Кедей штейн (10-15% Cu) Cu_2O басқа металдардың сульфидтері мен реакцияға түседі.

$Cu_2O+FeS=Cu_2S+FeO$;

Бұл реакцияда мыс темірге қарағанда күкіртке бейім. Мыс тотығы жеңіл толықтырылады.

$Cu_2O+CO=2Cu+CO_2$;
$Cu_2O+C=2Cu+CO$;
$2Cu+FeS=Cu_2S+FeO$;

Толықтырылған Cu қара қорғасында жақсы ериді сөйтіп оның балқу температурасын жоғарлатады, соның өзімен балқыту кезінде қиындық туғызады. Мыс силикатының бір бөлігі толықтырылып үлгермей шлакқа ауысады, бұл мыстың ысырабына әкеп соқтырады. Тәжірибеде күкірттің бір бөлігін әдейі қалдырады, ондағы мақсат мысты сульфид күйінде штейнге аудару. Мырыш: агломератта мырыш негізінен мынадай күйде кездеседі ZnO; ZnS; $ZnSO_4$; мырыш сульфаты шахт балқымасында арықідік ыдырау реакциясы жүреді.

$2ZnSO_4=2ZnO+2SO_2+O_2$;

Оның қасында аракідік толықтырылу реакциясы жүреді

$ZnSO_4+4CO=ZnS+4CO_2$;

Сонымен шахт балқымасында сульфат ыдырағанда ZnO және ZnS түзеді.

Мырыш сульфиды шихтаның зиянды қоспасы болып табылады, балқыған кезде шлакқа, штейнге ауысады. Мырыш сульфиды ZnS шлакқа ауысып, оны ыластайды, меншікті салмағын үлкейтеді және балқу температурасын ұлғайтады. Ол штейнге ауысып, оның меншікті салмағын кішірейтеді және балқу температурасын жоғарлатады. Мұндай жағдай шлак пен штейнді бір-бірінен айыруды қиындатады. Егер агломераттың құрамында ZnS көп болса, ошақтың горынында өз алдына көбікті мырышты штейн түзіп, өнімді бір-бірінен айыруға

кедергі жасайды. Мұндай штейн горн қабырғасын, сұйық қорғасын бетін қатырады, Көрсетілген құбылыс ошақ жұмысын бұзып, оның жұмысын тоқтатуға себепші болады.

$ZnS+Fe=Zn+FeS;$

Мырыш 419°С балқиды және 906°С қайнайды. Мырыш буы ZnS толықтырудан алынған газбен жоғары көтеріліп O_2, H_2O, CO_2 әсерінен тотығады. Тек аз мөлшері қорғасында ериді. Мырыш буы былай тотығады.

$Zn+CO_2=ZnO+CO;$
$2Zn+O_2=2ZnO;$
$Zn+H_2O=ZnO+H_2;$

Мырыш тотығы шахт ошағының қабырғасында қатты тотық болып жабысады. Оның толықтырылуы өте қиын, толықтыру үшін күшті толықтыру атмосфера болу керек және температура 1000°С жоғары болуға тиіс, қорғасында аз мөлшері толықтырылады.

$ZnO+CO=Zn+CO_2;$
$ZnO+C=Zn+CO;$

Мырыш буы өзімен бірге қорғасыннын, күмістің буларын ілестіріп алып кетеді.

Мырыш агломератта онша қауіпті емес, егер ол ZnO күйінде болса, онда оны шлакқа аударуға тырысады, ол үшін шихтаның құрамына известь, кварц, темір кенін қосады. Мырыш тотығы құммен мырыш силикаты 1500°С жоғары болғанда түзеді, сондықтан оны известь темір силикатында ерітеді. Егер шлак құрамында FeO көп болса және SiO мен CaO азайса ZnO шлакта жақсы еритіні анықталған, сондықтанда балқытқанда күшті темір шлагын алуға тырысады.

Темір: агломератта негізінен Fe_2O_3 және аз мөлшерде Fe_3O4 күйінде болады. Бір бөлігі басқа тотықтармен қосылып Pb, Cu,

Zn ферритін түзеді, толықтыру атмосферасында тек екі тотығы қатысады Fe_3O4; FeO; ал Fe_2O_3 тез ыдырайды.

$$3Fe_2O_3+CO=2Fe_3O4+CO;$$

Бұл төменгі температурада жүреді кері қайтпайды.

$$Fe_3O_4+CO=3FeO+CO_3$$

Күшті толықтыру атмосферасы болу керек. FeO-ның Fe дейін толығуына мүмкіндік жоқ

$$2\ FeO+SiO_2=2FeO \bullet SiO_2;$$

Бұл шлакқа кетеді, балқыманың сұйық болуын қамтамасыз етеді, оның меншікті салмағын ұлғайтады, сонымен қатар басқа сульфидтердің шлакқа еруіне ықпал жасайды. Егер шлакта FeO көп болса, онда мырышты шлак жасауға мүмкіндік береді. Мышьяк: бұл қорғасын кенінде әр уақытта бола бермейді, кейде бірнеше процентке жетіп қалады. Агломератта As_2O_3 күйінде кездесіп газбен бірге тысқа шығарылады, ол шаң ұстағыш қондырғыларда ұсталады. Бірақ оның бір бөлігі агломераттың құрамында As_2O_5 күйінде болады. Шахт балқымасында аракідік As_2O_3 күйінде газбен ілеседі, тіпті металл күйінде ол қорғасында кедергісіз көп ериді, тәжірибеде қорғасында бірнеше процентке жетеді. Сонымен қатар мышьяк өз алдына қорытпа түзеді — шпейза деп аталады. Оның құрамында Fe_2As, Fe_3As, Fe_5As, NiAs, CAs т.б. Шпейза алу сол кезде тиімді, егер шихтаның құрамында Ni, Co болса, сонда ол металдар шпейзада жиналады. Бұл болмағанда олар штейнде, қара қорғасында жиналып оның балқу температурасын жоғарлатады. Шпейзада көптеген асыл металдар жақсы ериді, егер шихта құрамында Ni,Co болмаса оны тотыққа айналдыруға тырысады.

Сурьма: бұл балқыту кезінде өзін As ұқсас ұстайды, бірақ оған қарағанда зиянсыздау Sb_2O_5 толықтыру барысында Sb_2O_3 алынады, газбен қосылып сыртқа шығады, бір бөлігі металға дейін толықтырылады, көп бөлігі қара қорғасында және шлакта

ериді. Егер шихтада Ni, Co болса, мұнда шпейза түзеді - антимонаттар қорытпасы.

Қалайы: агломератта SnO күйінде болады, балқыған кезде Sn дейін толықтырылады. Біраз мөлшері ұшқанменен көп бөлігі қара қорғасында ериді, қалғаны шлак пен штейнде ериді. Оның бағасы жоғары болғандықтан оны қара қорғасынан өндіреді.

Алтын және күміс балқыған кезде негізінен қара қорғасында жиналады Au, Ag, Ag_2S, Ag_2SO_4, бір бөлігі штейн мен шпейзадан жиналады. Күміс сульфаты 925°С ыдырайды таза күміске дейін, ара кідік сульфидке дейін.

$$Ag_2S+2PbO=2(Pb \bullet Ag)+SO_2;$$

Мұндай жағдайда қара қорғасын құрамында болады.

$$2Ag_2S+2Pb=Ag_2Pb+Ag_2S \bullet PbS$$

Мұндай жағдайда күміс қорғасын мен штейнге бөлінеді. Асыл металлдардың өнімдерге қалай бөлінетінін алдын ала білу әзірге мүмкін емес, ол көптеген дәлелдерге байланысты. Төменде көрсетілген тотықтар SiO_2, CaO, MgO, MnO, Al_2O_3 балқыту кезінде шлактың құрамында болады.

Асыл металдарды іріктеп толықтыру үшін толықтыру атмосферасы төмен болу керек.

3.3 Шахт балқымасының өнімдері

Шлактар

Шлак дегеніміз түрлі металдардың, металлойдтардың тотықтардың қорытпасы, олар бір-бірімен түрлі химиялық қоспалар түзеді және қатты-сұйық ерітінділер, эвтектикалық қосындылар құрайды.

Көп уақытқа дейін шлакты негізгі қышқыл тотықтардың қоспасы деп қарастырылады, бір бөлігі өзара реакцияға түсіп

күрделі комплекс құрайды, ал енді бір бөлігі ешқандай байланысқа түспей бос күйінде қалады.

Бұл теория негізі мынадай қағидаға негізделген сұйық шлактар — бұл ертінді, құрамында ешқандай байланысқа түспеген жеке тотықтар, молекулалары және тотықтардың байланысқа түскен химиялық қосындылары. Бос және байланысқа түскен тотықтар қозғалысқа түсіп тепе-теңдік жағдайда болуы қабылданған ұғым. Соның өзінде тек бос байланысқа түспеген тотықтардың молекулалары белсенділік танытады. Бұл деген молекулярлық теория, түгелдей қатқан шлактардың көрсеткішіне негізделген. Сұйық шлакта химиялық қосындының болуы былай түсіндіріледі: қатқан шлакта мынадай химиялық қосындының болуы - мысалы фаялит ($2FeO \bullet SiO_2$), велостонит ($CaO \bullet SiO_2$) т.с.с.

Яғни сұйық шлакта химиялық қосындының болуын қатқан шлактың анализін зерделенгендіктен деп түсіндіріледі.

Шлактың құрылымы туралы жиналған эксперименттік материал және осыған ұқсас системаның материалдары шлактың ионды теориясын құруға негіз болды.

Алғашқы болып шлак молекулаларының сұйық штейн молекулаларымен байланысын иондық деп айтқан, В.А.Ванюков соңынан қосылғандар О.А.Есин, М.И.Тенкин, А.М.Самарин және басқалар. Олардың ойынша сұйық шлактар тек қана катиондар мен аниондар. Сұйық шлакта катиондар мынадай иондалған атомдар: Ca^{+2}, Mq^{+2}, Zn^{+2}, Fe^{+2}, $'Al^{+3}$, Si^{+4} және басқалар, ал қарапайым аниондар S^{-2}, O^{-2};

Түрлі атомдардың өзара байланысы әртүрлі, сондықтан О.А. Есин оларды екі топқа бөледі:

1. катиондардың бірінші байланысы (Ca^{+2}, Mq^{+2}, Fe^{+2}, Zn^{+2}) оттегі анионымен гетерополярлы байланыста.

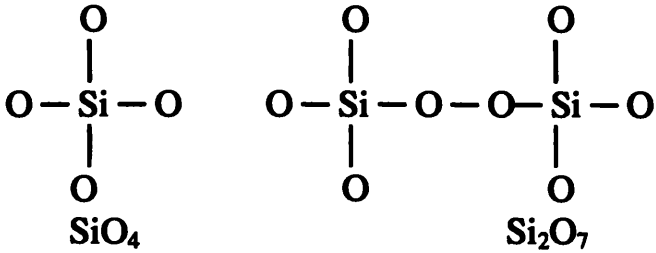
2. екінші — аралас ($A1^{+3}$, Ba^{+3}, Si^{+4} және басқалар).

Бірінші топтағы екінші топқа қарағанда жылдамдырақ қозғалады.

Электр зарядын тек бірінші топтағы катиондар алып жүреді, екінші топтағы катиондар тіпті электр зарядының көп мөлшерін шоғырландырса да және электр зарядының сыртқы өрісінің

әсерінен қозғалмайды, керісінше бірінші катиондарға кедергі жасайды. Катиондар түрлі комплекс жасауға бейім тұрады.

Шлак системасында негізгі құрылым комплекс жасаушы мынау кремнеоттекті тетроэдр $[SiO4]^{-4}$ оның ортасында катион Si^{+4}, ал төбелерінде $4O^{-2}$



SiO_4 Si_2O_7

Бұл $[SiO_4]^{-4}$ жалғыз болуы мүмкін және қабаттасқан $[SiO_2O_7]^{-6}$ және шексіз болуы мүмкін $[SixOy]^{-7}$.Тағы бір белгілі жәйт шлакта кремнеоттекті комплекстен басқа CaO, MqO т.с.с. Сондықтанда кремнеоттекті комплексті кристалды решетканың аниондары бір-бірімен катиондары мынадай Ca^{+2}, Mq^{+2}, Mn^{+2}, Fe^{+2} және т.с.с. барлық катиондар (оның ішінде Si^{+4}) тікелей оттегі ионымен байланысты.

Анион O_2^{-2} өлшемі үлкен (1,32A°) сондықтанда шлак құрамында негізгі компонент осылай болғандықтан силикаттың кристалдық решаткасы (шлак) былай құрылған қорапты оттегі анионымен нығыздап толтырылған, олардың арасына өлшемдері кіші катиондар Si^{+4}, Ca^{+2}, Fe^{+2}.

Мұндай нығыздалған кристалдық решатканың мықтылығы ион байланыс күшімен анықталады, ол шлак құрамына және температураға байланысты.

Сонымен шлак құрамын кәзіргі кезде елестету ион теориясымен байланысты, бұл шлак балқымаларының табиғатын сенімді түрде құпиясын ашуға мүмкіндік береді, шлак құрамы, оның физико-химиялық қасиетін түсіндіруге және күн бұрын болжауға мүмкіндік береді.

Силикат балқымаларының құрылымын ион теориясы бойынша тотықтарды екіге бөледі:

а) комплекс құрушылар (SiO_2, $A1_2O_3$, Cr_2O_5)

б) комплекс құрмайтындар: CaO, MqO, MnO, FeO, Na_2O, K_2O, TiO_2 т.с.с.

Шихтаға CuO, MqO, NaO т.с.с. қоссақ оның қоюлығы төмендейді, тез балқиды және т.с.с.

Қалыптасқан жағдай бойынша металдың шлакпен бірге кететін ысырабын үшке бөлуге болады:

1. химиялық ысырап өзінің пайда болуы толықтыру реакциясының оңға немесе солға қарай жүруіне байланысты.

$(MeO)+CO \rightleftharpoons Me+CO_2$;
$(MeO)+H2 \rightleftharpoons Me+H_2O$
$(MeO)+[FeS] \rightleftharpoons [MeS]+(FeO)$ т.с.с

2. механикалық ысырап - әдетте былай фазаның толық бөлінбегендігінен, соның әсерінен шлакпен бірге штейіннің өте майда бөлшектері және негізгі металл бірге ілесіп сыртқа шығады.

3. физикалық ысырап - бұл мынаған байланысты сульфидтер мен металдың шлакта еруіне байланысты, әдетте ол бөліну заңына байланысты.

Шлактың ион теориясы бойынша бірінші және үшінші ысырап түрі бір-бірінен айырмашылығы металдың фаза шегарасынан өту механизміне байланысты.

Жалпы алғанда шлактағы металл еріген күйде, бұл туралы ғалымдардың айтысы, пікірлері көп. Жалпы қорытып айтқанда барлық ысырапты бір сөзбен электрохимиялық ысырап деуге болады.

Шлактың құрамын дұрыс іріктеу, оның жақсы қасиеттері, балқыманың жақсы жүруіне негіз болады. Жақсы шлак (сұйық және ыстық) ошақтағы үрдістің жақсы жүруінің көрсеткіші, керісінше шлактың құрамы дұрыс іріктелмесе (қоюлығы артып және суық) болған жағдайда ошақтың жұмысының жамандығының белгісі.

Балқымада толықтыру көрсеткіші шлактың балқу температурасына байланысты. Тез толықтырылатын тотықтарға төмен температура қажет, онда балқыма тез балқитын шлакпен жүргізілуі мүмкін. Керісінше қиын толықтырылатын тотықтар

температураның жоғары болуын қажет етеді, онда шлак жоғары температурада балқитын болу керек. Шихтаның құрамын өзгерткенше, шлактың қандай температурада балқитындығын өзгертеміз, соның өзімен біз ошақтың толықтыру қабылетін өзгертеміз.

Металдың ысырабы шлактың балқу қабылетіне байланысты. Тез балқитын шлакта балқу жылдамдығы толықтыру жылдамдығын басып озады, соның нәтижесінде көп металл шлакқа кетіп ысырап болады. Шлактың балқуы оның химиялық құрамына ең бастысы кремнезем мөлшеріне және негізгі шлакқа, оның қасиеттеріне байланысты.

Агломераттағы негізгі шлак түзушілер: кремнезем, известь, темір тотығы. Осы үшеуінің шлактағы қосындысы 95% (таза кенде). Басқа қоспалар болған жағдайда 65%-ға дейін.

Көптеген жағдайда түрлі шлактарды салыстыру үшін шартты сипатты пайдаланады, ол қышқылдық дәреже:

қышқылдық дәреже К- қышқыл тотықтардағы оттегінің массасының негізгі тотықтағы оттегінің массасына қатынасы бар

$$К = \frac{O_2 \text{ қышқыл тотық } (SiO_2 \text{ және т.б.})}{O_2 \text{ негізгі тотық } (RO \bullet FeO,\ CaO \bullet MqO,\ BaO,\ MnO \text{ ж.б.}}$$

Негізгі тотық К<1-2, қышқыл тотық тотықта К>2
Субсиликат К=0,5
Моносиликат К=1
Жартылай силикат К=1,5
Бисиликат К=2
Трисиликат К=3

Сұйық завод шлактарында, қатты бөлшектерден басқа газ көпіршігі, кейбір еріген қосындылар және металдар болады. Қорғасын шлагында газ күйінде және еріген күйде күкірт ангидриды, элемент күйдегі күкірт, қорғасын, мырыш және басқа заттар кездеседі. Неғұрлым ошақтан жіберілетін шлактың температурасы жоғары болса, соғұрлым ол күкірт газымен, күкірт буымен, қорғасын және мырышпен тойынған (байыған). Алдыңғы шлакты жібергенде одан будан, газдан көп бөлінуі,

шлактың қайнауынан білінеді. Шлакта басқа қоспалардың болуы оның қату температурасын 100-150°С төмендетеді, кәзіргі қорғасын заводтарында шлактың құрамында 0,8-2% және оның 0,5% жетуі өте сирек.

Кесте 2

Қорғасын балқымасындағы мырыш тотығының өзгеруіне қарай шлак құрамының өзгеруі.

Zn	SiO_2	FeO	CaO	ZnO	SiO_2	FeO	CaO
0	34,20	37,80	18,00	25,0	16,31	40,10	8,59
5,0	30,02	38,26	16,2	30,0	12,73	40,57	6,70
10,0	27,05	38,72	14,23	35,0	9,16	41,02	4,82
15,0	23,47	39,18	12,35	40,0	5,58	41,48	2,94
20,0	19,89	39,64	10,47				

Егер шлак құрамында ZnO мөлшері өссе, онда шлактануға қолайлы жағдай жасау үшін оған сәйкес пропорционал мөлшерде CaO және SiO_2 төмендету керек, ал FeO жоғарлату керек.

Кесте 3

Қорғасын шахт балқымасының шлак құрамындағы қорғасынның фазаға кіретін құрамаға бөлінуі

Шлактағы жалпы қорғасын мөлшері, %	Фаза құрамасындағы қорғасын мөлшері, жалпы шлак құрамынан есептегенде, %			
	Металл	Сульфидтер	Силикаттар	Бос және байланысты тотықтар
0,8	23-27	32-63	5-30	0-15
1,2-1,5	11-16	60-75	2-18	0-13
1,6-2,0	0-13	29-60	7-74	0-12

Шлактың құрамына кіретін түрлі металл тотықтары, оның сипатына әртүрлі әсер етеді:

1) кремни тотығы (SiO_2) қышқылдылығын жоғарлатады, неғұрлым қышқылдылығы жоғары болса, соғұрлым сұйық болу үшін температураны жоғарлатады, меншікті салмағы төмендейді. Балқыту кезінде шлактың К= 1,0-1,3 алуға тырысады, ол моносиликат алуға жеткілікті Me_2SiO_4; ($2MeO \bullet SiO_2$)

2) темірдің жоғарғы тотығы шлактың балқу температурасын төмендетеді, балқыманың сұйылтуын жақсартады, мырыш тотығының еруін жақсартады және шлактың меншікті салмағын ұлғайтады.

3) кальций тотығы (CaO) шлактың меншікті салмағын төмендетеді, қоюлығын азайтады, көп болған жағдайда шлактың қоюлығы артиды.

4) мырыш тотығы (ZnO) егер кремний, темір, кальций қарап дұрыс алынса, шлактың қоюлығымен температурасын жоғарлатпайды.

5) алюминий тотығы (Al_2O_3) шлактың қоюлығын күшті арттырады, сол сияқты MqO да солай.

6) баридің тотығы (BaO) шлакты сұйықандырады.

Шлактың құрамын өңдейтін қорғасын шоғырымен флюстың құрамына қарай таңдап алады. Таңдағанда әрине тәжірибеден өткен ошақтың жұмысы ескеріледі. Завод шлактарының құрамы: SiO_2-25-35%, Fe_2O_3-20-50%, CaO-5-20% басқалары 10-15%. Егер мырыш көп болса онда мына шарт орындалуға тиіс: $\Sigma ZnO+SiO_2 \leq 41 \div 42\%$; $\Sigma ZnO+CaO \leq 29 \div 30\%$ кальций, темір, кремний және мырыш тотықтарының немесе кальций, темір және кремний тотықтарының қосындысы 85-90% шлактың салмағынан есептегенде.

Түсті металдар шлактары негізінен тотықтар қорытпасынан тұрады SiO_2, FeO және CaO. Осы үш тотықтардың шлактардағы қосындысы 85-90%, қалғандары Al_2O_3, ZnO, MqO, BaO т.б. Осылардың әркайсысын жеке-жеке металлургиялық агрегатта балқытсақ бірде-бірі балқымайды.

SiO_2-1710°C жұмсарады, Fe_2O_3=1600°C, CaO-2570°, Al_2O_3-2050°C, BaO-1923°C, ZnO – балқымайды.

Қорғасын балқымасының шлағында К= 1-1,3 глиноземды қышқылға жатқызбай негізге жатқызсақ.

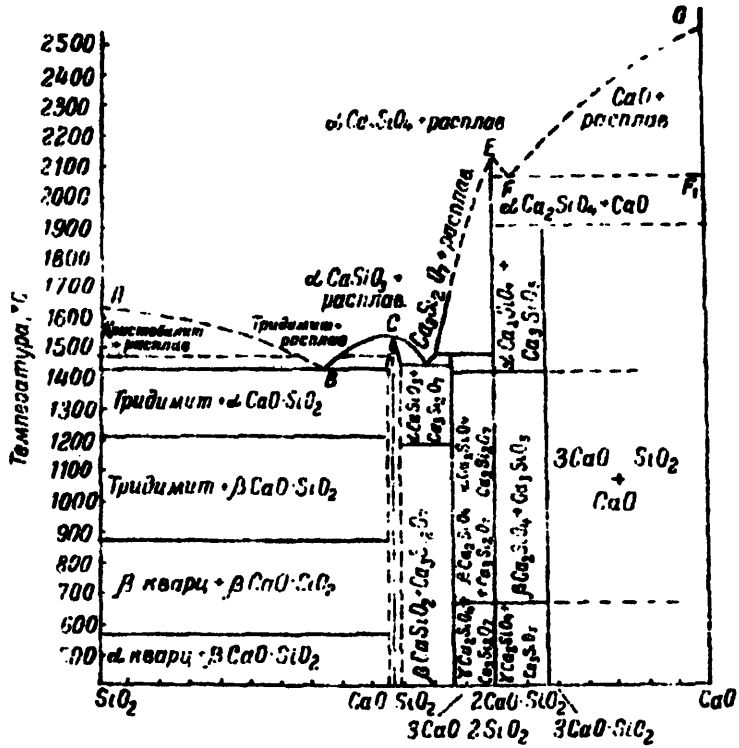
Шлактың қоюлығы дегеніміз өз бөлігінің қозғалуына жасалған кедергі. Абсолюттік қоюлық өлшеміне шлактың (пуаз) алынады. Ол 1 дина күштің шлак бөлшегін 1 см, басқа бір сондай бөлшекке қарағанда бірінші бөлшектен 1см қашықтықта, 1 см/сек жылдамдықпен қозғалу керек.

Балқытылған кремнезем -1720°С, 3 млн. пуаз, егер 2000°С болғанда 28250 пуаз. Темір қос тотығы сұйық тотық 1400°С — 0,2 пуаз, оның силикаты -1300°С-1 пуаз, кальций силикаты 1400°С — 3-11 пуаз. Қорғасын шлагы сұйық ағады, оның қоюлығы 1200°С - < 5 пуаз.

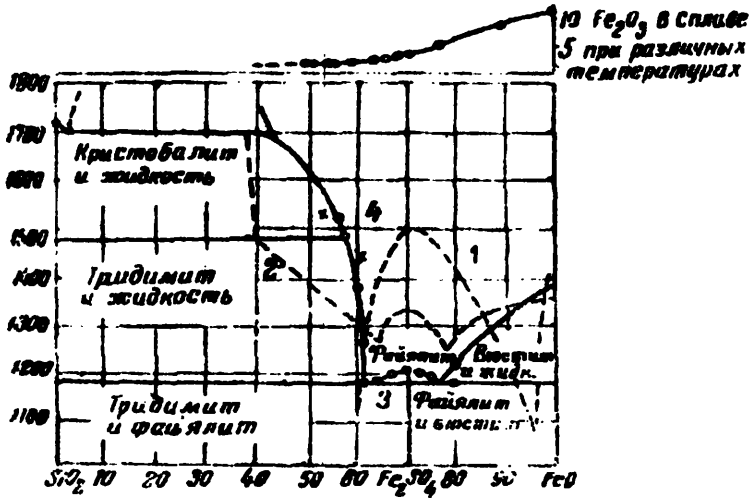
Бай шлакта (1,6-2,0Pb) қорғасын көбінесе силикат түрінде кездеседі. Бірінші жағдайда, қорғасынның шығымы шлактағы, оны былай түсіндіруге болады — шлакпен, қорғасынды штейіннің бөлінуі жеткіліксіз болғандықтан. Екінші жағдайда агломератқа жүргізілген толықтыру үрдісі көңілді қанағаттандырмайды.

Асыл металдардың ысырабын зерттегенде мынадай тұжырымға келеді, олар негізінен қара қорғасынмен штейнге шоғырланады, ал олардың шлакта аз мөлшерде кездесуі, шлактың бөлінуі кезінде механикалық жолмен ілесіп кеткендігімен түсіндіріледі.

Шлак құрамын дұрыс таңдай алу, әсіресе оның қоюлығын, меншікті салмағын, температурасын, сұйық балқитындығын, оның құрамына кіретін компоненттердің кристалдану кезегін дәл табу қорғасынды толықтыру балқымасының ақырына дейін жүруіне шешуші роль атқарады, бұл деген жалпы балқыманы жүргізудің жетістігі болады. Жақсы нәтижеге жетудің бір жолы



Сурет 16
CuO - SiO_2 жүйесінің диаграммалық жағдайы.



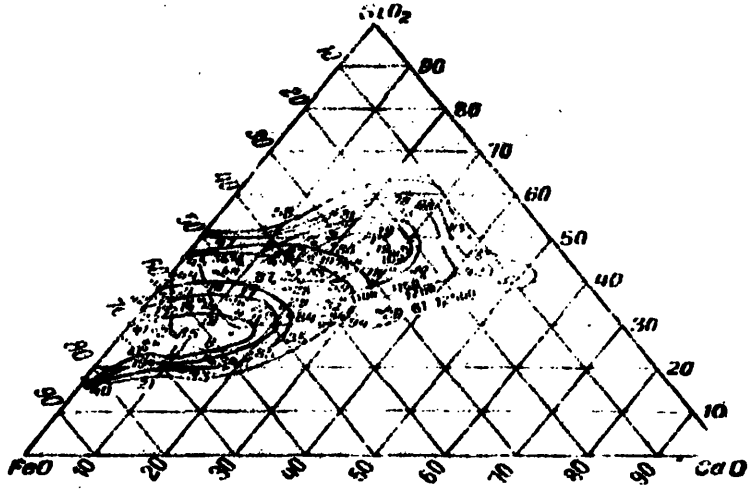
Сурет 17
FeO - Si O_2 жүйесінің әртүрлі зерттеулердің салыстырмалы диаграммасы (1, 2, 3, 4)

негізгі моносиликат шлакта, CaO мөлшері 13-15% болуға тиіс. Қорғасын балқымасының шлак құрамын таңдағанда, сонымен қоса басқа түсті металдарды балқытқанда сұйық балқытудың температурасын шама мөлшерін анықтағанда және оның қоюлығын анықтағанда диаграмма күйін және қоюлық диаграммасын пайдаланады, олар екі жүйелік CaO-SiO_2, FeO-SiO_2, ZnO-SiO_2 және үш жүйелік CaO-FeO-SiO_2 сонымен қоса завод жұмысының тәжірибесін қолданады. 0-13%. (сурет 17, 18)

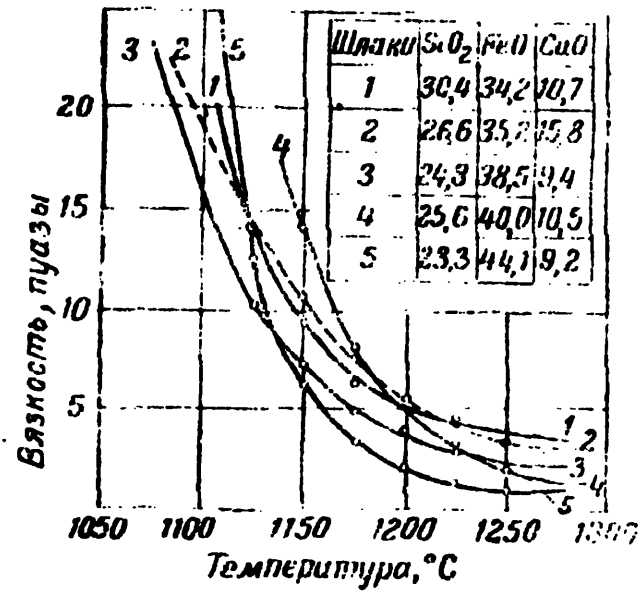
Әдетте балқыту үшін шлак құрамын таңдағанда өндейтін шикізаттың құрамына жақын мөлшерде флюс құрамын алады, олар шамамен мынадай шартты қанағаттандыру керек.

1. Шамамен моносиликат құрамында 10-15% CaO болуға тиіс.
2. Сұйық балқытудың температурасы 1100-1150°C.
3. Қоюлығы 1200°C болғанда шамамен 5 пуаз.
4. Шлактың меншікті салмағы 3,5-3,8.

Система CaO - SiO_2. (сурет 16)



Сурет 18
SiO - FeO - CuO жүйесінің 1300 °С қоюлық диаграммасы.



Сурет 19
Қорғасын шахт балқымасының шлак қоюлығы.

Система CaO - FeO - SiO2
Сурет 18, 19

Кесте 4

Шлагты	Шлактың химиялық құрамы, %									Температура байланысты			Шлактың меншікті салмағы
	SiO_2	FeO	CaO	MqO	Al_2O_3	ZnO	Pb	Си	S	1150	1200	1250	
1	26,4	37,2	10,9	4,0	6,9	6,4	2,2	-	1,2	14.0	5.0	2,0	3,54
2	24,0	41,2	9,5	3,8	6,6	7,7	2,5	0,3	1,2	6,2	2,0	1,0	3,74
3	30,6	33,6	10,8	3.9	5,9	9,0	1,9	-	2,0	9,2	5,0	-	3,46
4	27,6	32,3	16.3	1.3	-	10,7	1.5	0,3	1,6	10,6	5,5	3,5	3,46
5	26.8	28,5	19.3	0,2	6,0	16,1	1,3	0,1	1,0	50,0	13,0	3,0	3,6
6	17,6	39,8	6,0	0,7	2,6	17,4	1,5	0,9	5,2	13,0	4,0	2,2	4,3

Штейндер

Штейн дегеніміз металл сульфидтерінің қорытпасы. Оның негізі темір сульфиды болып табылады. Қорғасын балқымасында штейн алу деген мынадай мақсатты көздейді, үрдістен мысты шығару, онда да мыстың күкіртпен қосындысы ретінде. Қорғасын балқымасында бір уақытта мынадай сульфидтер болады — мыстың, қорғасынның, мырыштың және күміс пен сурьманың. Штейнде тағы да еріген металдар болады — темір, мыс, қорғасын және алтын. Штейндегі қорғасын мөлшері, ондағы мыс пен темір сульфидтеріне байланысты. Штейнде қорғасын соғұрлым көп, онда мыс сульфиды аз, ал темір сульфиды көп болса, яғни қорғасын сульфиды темір сульфидында жақсы ериді мыс сульфидымен салыстырғанда.

Мырыш штейнде көбінесе сульфид күйінде кездеседі, оның мыс пен темір сульфидтерінде еритіндігі шектеулі, ал егер штейнді суытсақ ерітіндіден тұнбаға түседі.

Завод штейінінің құрамы былай, %: мыс 5-40, қорғасын 10-35, мырыш 2-8, темір 15-50, күкірт 15-26 (орташа 20) мысты

штейнге көбірек аудару үшін, балқымада кедей штейн алуға тырысады (штейнде 10% Cu болғанда агломераттан 80% мыс ауысады, ал штейнде 30% Cu болғанда 70% мыс ауысады).

Сульфид қорытпасының балқу температурасы және құрамы туралы тұжырымды балқу диаграммасын талдау арқылы келуге болады.

FeS—PbS қарапайым эвтетика түзеді 74,2 PbS балқу температурасы 863°C: CU_2S — PbS эвтетика түзуі 49% PbS балқу температурасы 540°C.

Көптеген зерттеушілер PbS-FeS-Cu_2S жүйесін зерттеумен айналысты, әсіресе тиянақты зерттеген академиктер Г.Г.Уразов және Н.Н.Новиков. Олар 8 қимасын жасады, алынған диаграмманың жалпы көрінісі мына сур. Көрсетілген жүйенің диаграмма күйі төрт ауданмен суреттеледі.

Цифр 1 белгіленген аудан, алғашқы бөлінген пирротин проекциясына сәйкес келеді. Ол Cu_2S-FeS жағынан қосарланған қорытпамен шектелген құрамы 100% FeS-тен 50%, FeS+50% Cu_2S дейін және PbS — FeS жағынан қос қорытпа құрамы 100% FeS-тен 30% FeS +70% PbS дейін. Шоғыр үшбұрышының ішінде пирротин ауданы ВЕДА қисық сызығымен шектелген.

Цифр 2 белгіленген аудан, алғашқы бөлінген борнит қатты ерітінің беттік проекциясына сәйкес құрамы (Cu_2,Fe) S, онда Z>1. Бұл аудан Cu_2S — FeS жағынан қорытпа құрамы 100% Cu_2S-тен 50%,Cu_2S+50% FeS дейін, ал Cu_2S - PbS - жағынан қорытпа құрамы 100% Cu_2S-тен 51%, Cu_2S+49%, PbS дейін шектелген. Үшбұрыштың ішінде ВЕРС қисық сызығымен шектелген.

Аудан 3 алғашқы бөлінген күкіртті қорғасын көрсетеді. Cu2S — PbS — жағынан ол қорытпа құрамы 51% Cu_2S+49% PbS дейін, ал FeS — PbS — жағынан қорытпа 30% FeS және 70% PbS. Үшбұрыштың ортасына жуық 4 аудан орналасқан, Cu_2S - FeS — жағынан таралған және күкіртті қорғасын ауданы бағытында кеңейтілген. Ол алғашқы бөлінген мыс калчеданының бет проекциясы болып табылады. Алғашқы бөлінудің ішінде мыс колчеданының пайда болуы, оның алып жатқан ауданы шарттасқан түрде орналасуы оның қатты күйде пайда болу температурасынан төмен жатыр. Мыс-қорғасын

штейннің балқу температурасы олардың құрамына байланысты 850°С-дан 1050-дейін, егер онда мырыш сульфиды болса, онда штейннің балқу температурасы айтарлықтай жоғары болады.

Штейндер жақсы электр еөткізгіш, балқытылған штейн — бұл жүйе түгелдей немесе жартылай ионды диссоциация күйінде болады.

Штейндер асыл металдарды жинаушы. Күміс штейнде Aq күйінде, ал алтын — металл күйінде. Ag_2S және PbS эвтетика түзеді 23% Ag_2S, оның балқу температурасы 630°С. Ag_2S және Cu_2S қатты ерітінді түзеді, балқу температурасы 677°С оған сәйкес қорытпа 30% Cu_2S және 70%Ag_2S. Жартылай күкіртті мыс алтынмен күмісті жақсы ерітеді, сұйық және қатты күйінде.

Күкіртті темір, алтын мен күмісті жақсы ерітеді. Алтынның штейндегі мөлшері көп емес (бірнеше г/т), ал қара қорғасында негізінен алтын жиналады. Асыл металдар іс жүзінде шлакта ерімейді, өнім бөлінгенде меншікті салмағы бойынша тұндырудың жеткіліксіздігінен күміс мөлшері шлакты кейде 5-10 г/т, тіпті одан да көп болуы мүмкін (қорғасынға бай шлакта). Штейн құрамы, %: 5-30 Cu, 10-35 Pb, 2-10 Zn, 17-25 S, 0-1,0 As, 2-3,0 Sb, 4,0-5,0 г/т Au, 3,0-4,0 кг/т Aq.

Шпейза

Шпейза дегеніміз мышьяк пен сурьманың металдардың қорытпасы немесе металдардың арсенидтері мен антимонаттар қорытпасы Me_xAs_y, Me_xSb_y. Шпейзаның негізі мышьяк пен сурьманың темір мен қосындысы. Шпейза штейннен ауыр, қорғасыннан жеңіл. Шпейзаны сол кезде алуға тырысады, егер шикізаттың құрамында никель және кобальт болса. Онда қорғасынның, мыстың және асыл металдардың арсениттеры, антимонаттары болады. Шпейзаны шахт балқымасында мүмкіндігінше алмауға тырысады, себебі өнімдердің бір-бірінен бөлгенде ыластайды, екіншіден ошақ материалының жемірі және оны өндеудің өзі айтарлықтай қиындық туғызады. Завод шпейзасының құрамы, %; 15,6-35,06 As, 0-5,9 Sb, 71,6-43,3 Fe, 3,5-4,6 Pb, 0,36-7,8 Cu, 0,00-5,10 Ni, 0,0-5,10 Ca, 0,0-0,007 Au, 0,049-0,134 Aq, 3,0-5,82 S;

Шпейза штейнге қарағанда жоғары температурада балқиды және штейннен ауыр (1100-1150°С тығыздығы 5,0-6,0 г/см3).

Шаң

Қорғасын агломератын шахт ошағында балқытқаннан кейінгі алынатын шаңда, басқа металлургиялық ошақтардағы сияқты өте бағалы шикізат болып табылады, оның өзін балқытуға арналған шикізатқа қарағанда анағұрлым байытылған.

Шаңның құрамы айтарлықтай ошақтағы балқыманың шартына және шикізаттың құрамына байланысты.

Кесте 5

Қорғасын агломератын шахт ошағында балқытқаннан кейінгі алынатын шаң құрамы, %.

F	Заводтар	Pb	Zn	Cd	Fe	As	S	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Aq
1	Элетроцинк	77,9	2,5	0,4	0,1	0,1	3,4	0,2	0,2	0,3	-
2	Лениногор	63,8	13,2	1,6	0,5	0,3	8,2	-	-	-	-
3	Шымкент	57,6	8,8	2,3	1,5	0,5	7,7	1,8	од	0,3	-
4	Трейл	50,0	13,8	2,4	0,01	-	10,5	-	-	-	0,002

Шаңның ірі бөлшектері циклонда және камерада ұсталады. Құрамы жөнінен алғашқы шихта құрамынан айырмашылығы шамалы, оның құрамы, %; 55-65 Pb, 17-20 Zn, 6-8 S, 0,1-1,5 Fe, 0,1-0,5 As. Мұны айналымға жібереді, яғни агломерация шихтасына қосады.

Өте майда шаңды жеңіл фильтрде және электрофильтрде ұсталады, оның құрамында айтарлықтай булану үрдісінің әсерінен сирек және шашыранды элементтер болады, оның құрамы былай, %; 50-60 Pb, 2-20 Zn, 0,3-4,5 Cd, 0,005-0,13 Ta, 0,002-0,1 Jn, 0,03-1,3Se, 0,015 Te, 0,3-7,0 As. Бұл шикізат сирек және шашылған элементтерді алуда алғашқы шикізат болып есептеледі, сондықтан оны арнайы өңдейтін бөлімге жібереді.

Газдар

Қорғасынды толықтыру балқыма ошағының газ құрамы (тиеу деңгейінде) ошақтың жұмыс істеу тәсіліне байланысты. Оның құрамы шихта құрамына, отын түріне, берілетін ауа оттегімен байытылған немесе байытылмағандығына тәуелді. Ошақ ішіндегі әр деңгейдегі шихтада газ құрамы әртүрлі, мысалы – көмір тотығы 15-21%, көмірдің қос тотығы 12-18%, оттегі 0-4%. Кейбір газдардың құрамында метан және сутегі болады.

Қара қорғасын

Қара қорғасында 93-98% негізгі металл. Ондағы қоспа мөлшері былай, %; мыс 1-5, сурьма 0,5-2,0 мышьяк 0,2-2,0, қалайы 0,1-0,2, висмут 0,05-0,4, теллур 0,005-0,1. Бұдан басқа қара қорғасында күміс (1-5 кг/т), алтын (1-3,0 г/м^3), шлак құраушы компоненттер (0,3-0,8%) және күкірт (0,1-0,3% шахт балқымасында, 3-5% автогенді үрдістерде).

Қара қорғасын стандарттың талабына сәйкес келмейді, ал өзінің физико-химиялық сипатымен бірде-бір қолданатын өндірісті қанағаттандырмайды.

3.4. Қорғасын агломератын шахт ошағында балқыту тәжірибесі

Шахт ошағының жұмысы және құрылымы.

Кәзіргі шахт ошағын қиғанда төртбұрышты болып келеді, бірақ бірен-саран дөңгелекте болып кездеседі. Бұл ошақтың айырықша ерекшеленетіндігі, онда ішкі құрылысы шахта тәрізді, оған жоғарыдан арнайы дайындалған шихтамен отын тиеледі, ал төменгі жағынан фурма арқылы ауа беріледі, нәтижесінде алынған газбен тиелетін шихта қарама-қарсы ағын құрайды. Шахта ішінде шихта жылынады және балқиды, нәтижесінде қара қорғасын, шлак, штейн және газ түзіледі. Шахт ошағы негізінен мынадай бөліктерден тұрады: ішкі горн сифонымен бірге, шахты фурмалармен бірге, колошник тиейтін

қондырғымен, тұндырғыш (алдыңғы горннан). Ошақ түгелдей кессондалған (сурет 9).

Онда кессондар төрт қатардан тұрады: фурмалық, фурма үстіндегі, колошниктік және газоходтық. Кессондар котельды темірден сваркамен жасалған, ішкі қабырғасының қалыңдығы 10-14 мм және сыртқысы 6-8 мм. Қабырғалардың арақашықтығы 100-150 мм. Ішкі (отпенен) қабырғасын қалыңдау жасайды, себебі оған жиі механикалық әсерге қарсы тұруға тура келеді (шихтаның салмағы және еркін түскендегі үдеуі). Кессонның ені 0,6-0,9 м, биіктігі 2-3 м. Оның төменгі жағынан суық су беріледі, ал жоғарғы жағынан 60-70°С ыстық су алынады. Шахтының ұзын қабырғасына кессондар вертикальдан 6-7°С бұрышпен орналастырылады. Шахтаның жоғарғы жағының кеңеюі шығатын газдың жылдамдығының азаюына, шығатын шаңның төмендеуіне ықпал жасайды. Ошақтың қысқа қабырғасындағы (ені) кессондар, әр уақытта вертикал орналасады, ошақ жұмыс істегенде жоғарғы температура деңгейінде кессонның ішкі қабырға жағынан балқыманың суыған өнімдерінен қатқан қабық пайда болады-горнисаж, ол қабырғаны металлургиялық қорытпаның жеміргіштігінен сақтайды. Кейде ондай ошақты горнисажды деп атайды.

Ошақтың тұғырын терендігі бір метрден кем болмау керек, оның өзі бетоннан немесе тастан жасалады, оған арналған шұқырды сұйық шлак құйылады. Тұғырдың үстіне болат плита төселеді қалыңдығы 20 мм, ол тұғырды сұйық қорғасынның сіңуінен сақтайды. Плитаның үстіне горнды және тұғырдан басталып кессонға дейінгі ошақ бөлімі орналасады. Қабығы қалыңдығы 1,5-2 кірпіш (шамот). Горнның сырты котельды темірмен қапталып тартылған. Горнның терендігі 0,5-0,750 м, ол өндейтін шихта құрамындағы қорғасынға байланысты.

Горн әр уақытта қорытпаға толы. Оның төменгі жағына қорғасын, ол одан жоғары шпейза, штейн, шлак жайғасады. Қорғасынды горннан әдетте сифон арқылы сыртқа шығарады, тәжірибеде көбінесе сифон үздіксіз жұмыс істейді, одан кейін қорғасын арнайы ковшқа құйылады. Штейнмен шлак вертикал қабырғаға орналасқан тесіктен

шығарылып науа арқылы арнайы тұндырғышқа (электротұндырғыш) құйылады, одан меншікті салмағы арқылы жеке фазаға бөлінгеннен соң арнайы тесіктерден жеке-жеке ковштарға құйылады. Шлакпен штейнді сыртқа шығару периодты түрде.

Ауаны арнайы жасалған құрылымнан береді - фурма. Фурма тесігін кессонның төменгі шетінен есептегенде 300-500 мм биіктікке орналасқан. Фурманың диаметрі әртүрлі 0,06-0,125 м. Олардың орналасуы бір немесе екі қатар болуы мүмкін, ал соңғы шахмат ретімен орналасады. Жалпы фурмалардың қиығын қосып есептегенде фурма деңгейіндегі ошақ кесіндісінің 3-5%. Ауаны айналма коллектрмен яғни одан фурмаға жұмсақ жең арқылы береді. Ауаның шығыны 25-30 $м^3$/мин. 1 $м^2$ фурма деңгейіндегі ошақ қиынды ауданына есептегенде. Өңдейтін материалға байланысты берілетін ауа қысымы 13-26 кПа (материалдың тесігі, кесектігі).

Фурмаларды екі қатар орналастырудың жетістігі (ошаққа ауа бір келкі таралады, барлығы бірдей шлакпен бітеліп қалуы мүмкін еместігі) және кемшілігі (фурмаларда ауа шығынының көптігі, тазалау қиындығы, үрілген ауаның жылдамдығын жоғалтатындығы, ошақ фокусы, фурма деңгейінен 0,5-0,75 м созылады).

Ошаққа шихтаны тиеу колошник терезесінен жүргізіледі, оның орналасуы ошақтың ұзын қабырғасында (екі жағында 3-4 тең) Ошақ кеңістігінен газ сыртқа шықпау үшін тиелетін терезе қосарланған, шибермен жабдықталған. Шахт ошағына кесектенген материал тиеледі. Агломерат кесегінің өлшемі 20-100 мм. Тиесілі майда бөлшек (20 мм төмен) агломерат массасының 15% аспау керек. Коксты тиегенде кесегінің өлшемі 50-100 мм, оның тесіктігі 37-57%, ылғалдылығы 5-8%. Шихтаны ошақтың берген уақытына үлкен кесектер ошақтың ортасына жиылады, ал кіші майда бөлшектері қабырғаға жиылады. Бұл ошақтың ортасында газ өткізгіштіктің ұлғайтуына ықпал жасайды, онда ошақ газының қысымы аз, қабырғаға қарағанда, нәтижесінде ошақ қимасында газ ағыны біркелкі болады.

Колошник шатырының бүйір жағында арнайы ашылып жабылатын есік немесе терезе орналасқан, ол негізінен ошақтың

ішкі құрылысын қарауға, темір жаңқасын тиеуге, қатқан материалды бұзып тазалауға қызмет етеді.

Шахт ошағында балқыманы негізгі екі тәртіппен жүргізеді, төгу биіктігі (4-6 м) және төгу биіктігі (2,5-3 м). Ошақтың төгу биіктігі фурма деңгейінен колошникке дейін аралықты атайды, яғни ол кеңістік шихтамен толтырылады.

Төгу биіктігі	4-6	2,5-3
Шихта бойынша меншікті өнімділігі т($м^2$/тәул)	45-70	60-100
Кокс шығыны, % шихта массасынан	10-13	7,5-10
1 т. шихтаға ауа шығыны, $м^3$	900	1440
Шлактағы қорғасын шығыны, %	≤1,0	2-3,5
Колошниктегі газ температурасы, °С	100-250	≤ 600
Шаң шығымы, % шихта массасынан	0,5-2	3-5

Кәзіргі қорғасын металлургиясында кеңінен қолдау тапқан балқыма түрі төгу биіктігі жоғарғы түрі. Мұнда қорғасынның шығыны жоғары, шаңның көтерілуі төмен болса қорғасын шығыны төмен, ошақтың қызмет ететін уақыты жоғары, еңбек ететін адамдарға санитарлық жағдайы жақсы. Кемшілігіне меншікті балқымасының төмендігін, кокс шығынының жоғарлылығын жатқызуға болады.

Ошақтың меншікті өнімділігі (меншікті балқыма) дегеніміз бір тәулік ішінде тиімді қимасының 1$м^2$ алынатын өнім. Тиімді қима дегеніміз фурма деңгейінде ошақтың горизонталь жазықтықпен қиғандағы аудан. Ошақтың фурма деңгейінде ені 1,0-1,0м одан кеңірек жасау тиімсіз, себебі ортасында ауа жетпейтін орын қалады, ол ошақтың өнімділігін төмендетеді. Ошақтың ұзындығы 5,5-7,5м, тиімді қима ауданы 10-14$м^2$ (сурет 10, 11, 15).

Шахт ошағының өнімділігі басқа көрсеткіштері бірдей болған жағдайда жағылатын кокстың бірлік уақыт ішіндегі мөлшерге байланысты, соңғысы ошаққа берілетін ауа мөлшеріне тәуелді, сондықтан мүмкіндігінше мол ауа беруге тырысады. Осындай

болған жағдайда ошақ бір қалыпта және ыстық болып жұмыс істейді, ал өнімдері қатты қызады. Ошақтың өнімділігіне ғылыми жетістіктерді енгізіп көп әсер етеді. Мысалы ошақты үрлеуге берілетін ауа оттегімен 30% байытса, меншікті балқыма артады, тастанды шлакта, қорғасын және асыл металдар шығыны азаяды, балқыма айтарлықтай қызу жүргізіледі. Үруге берілетін (400-500°С) ауа, кокс шығынын азайтады, ошақтың фокусындағы температура көтеріледі, сонымен шлактағы қорғасын шығыны азаяды, ошақтың өнімділігі артады. Ошақтың өнімділігіне дайындалған шихта сапасы, ошақтың құрылым өзгерісі — фурманың санын көбейту немесе екі қатар жасау тағы басқалар әсер етеді.

Шетелдерде айтарлықтай ошақтың құрылымын өзгертумен айналысады, атап айтсақ горизонталь қимасын биіктік деңгейіне қарай біресе тарылтып немесе кеңейтіп, сонымен қоса екі қатар фурма орналастырады. Оның негізі мынада, ошақтың тиімді ауданын көбейту. Ошақтың жұмыс істеуі сондай болу керек, ошақ ішіндегі шихтаға ауа жетуі барлық жағынан бірдей болуға тиіс, ауа жетіспеген шихта жаман балқиды (ошақтың өзегіндегі шихта), соны жою үшін ошақтың енін 1-1,6 м жасайды (бұл ошақтың төменгі жағының тарылуы). Мұндағы фурмалардан жалпы ауаның 60% береді. Шлак леткасынан есептегенде биіктік 1,5м ошақ кеңейеді 2,3-3,0 м. Кеңейген жердің төменгі жағында екінші қатар фурмалар орналастырылады, олардан қалған 40% ауа беріледі. Соның арқасында ошақтың ішінде ауа жетіспеген қуыс қалмайды. Бұдан басқа кеңейген жерде газдың жылдамдығы айтарлықтай төмендейді, ол деген толықтырғыш газдың ошақ ішінде барлық көлемді біркелкі қамтиды деген сөз, ол ошақтың толықтырғыш қабілетін арттырады. Меншікті балқыма 70-100т ($м^2$/тәулігінде), кокс шығыны 8,5-10% төмендеді, сыртқа шығатын газдың температурасы 100-200°С.

Соңғы кездері көптеген қорғасын заводтары кессонды буландырып суытатын тәсілге көшкен (сурет 13)

Бұл тәсілдің ерекшелігі сонда алынатын жылу жоғары мөлшерде кессонды суытуға кететін су шығыны 15 есе кемиді, алынатын будың қысымы (4-5)•10^5Па, ол өндірістің керегіне жаралады. Қорғасын шахт балқымасында тікелей қорғасынды

қара қорғасынға аудару 90-93%, қорғасынның жалпы шығымы: шлакты өңдегенде, шаңды және басқа қосалқы өнімдерді бірге қосып есептегенде 97-98% жетеді. Мыс штейн алатын балқымада 70-80% штейнге ауысады, ал штейнсіз балқымада 85% қара қорғасынға аударылады. Мырыштың 90% шлакқа ауысады. Асыл металдардың 98-99% қара қорғасынға аударылады.

Шахт ошағының жұмысын ұйымдастыру

Шахт ошағы жұмыс істеп тұрғанда периодты түрде оған отын және шихта тиеледі, сол сияқты, периодты түрде одан қорғасын, шлак және штейн сыртқа шығарылады. Онда жұмыс істеуші ауаның жеткілікті берілуін, судың кессонға берілуін, газдың дұрыс сыртқа шығуын қадағалайды.

Шихта мен отынды тиеу: шихта құрамында агломерат қайтармалы шлак, аз мөлшерде флюс және темір жаңқасы болады.

Флюстерді ошаққа өте сирек тиейді, әдетте оны пісіріп өртеу шихтасына қосады.

Қайтармалы шлакты мүмкіндігінше аз қосуға тырысады, себебі шихта қорғасынмен кедейлене түседі. Майдаланған немесе қырланған қайтарма шлакты пісіріп өртеу, шихтасына қосу барлық жерде қабылданған тәсіл. Осылай жұмыс істегенде кейде флюсты үнемдеуге әкеліп соқтырады (з-д электроцинк) және өртегенде пісірілу жақсарады. Осының барлығын ескере отырып шихта құрамындағы агломератта 90-95% жеткізеді.

Темірді қолданғанда жаман күйдірілген агломераттан қорғасынды толық өндіру үшін пайдаланады (қорғасынды отырғызу үшін), оны қосқанда жаңқа кійінде немесе майда кесектенген күйде. Темірдің шығыны шихта салмағынан есептегенде 1-2 кейде 3% жетеді (агломераттың құрамындағы күкіртке байланысты.

Шихтаны ошаққа тиегенде жеке өлшем — колоштар ретінде периодты түрде, алдын ала тиелген кокстың үстіне тиеледі. Отында және шихтада тиер алдында таразыға тартылады.

Шихтаны тиеуге арнайы жасалған вагон-таразыны пайдаланады. Вагон бункердің астына келеді, вагонға

орналасқан таразымен кокты және балқыма материалдарын өлшеп, колоша құрамын жасайды. Таразы-вагонды жүргізуді, шихтаны тасымалдауды, оны ошаққа тиеуді бір жұмысшы атқарады.

Колошник қондырғысының бітеу керексіз тесіктердің болмауы тек ұшатын шаң, газдан сақтамайды, сонымен қоса онда еңбек ететін жұмысшылардың денсаулығын сақтауға көмектеседі.

Колошник алаңында тазалықты сақтау өте маңызды, бұл қағида қорғасын – өндірісінің кез келген жұмыс орнында сақталады. Цех ішіндегі шаңды әсіресе еденді сулап тазартып жиналған шаңды аластатады, бұл әрбір жұмыс кезегі аяқталғанда атқарылатын іс.

Шаңнан сақтану үшін жұмысшылар бункердің астында шихтаны құрастырғанда және вагонетканы аударғанда респиратор және көзілдірік кию керек.

Жұмыс орнында барлық жабдықтарды және техникалық қондырғыларды қатаң техникалық қадағалау және техникалық, санитарлық ережені сақтау - қорғасынмен уланудан сақтандырудың алдыңғы сенімді шаралары.

Шлакпен штейннен арылу:

Шлакпен штейнді шахт ошағынан периодты түрде жібереді. Ошақтағы шлак фурма деңгейіне жеткенде шпурдағы ломды қағып түсіріп шпур тесігінен сұйық өнімді алдыңғы горн немесе тұндырғышқа жібереді. Шлак одан ковшқа құйылып келесі өңдеуге немесе сыртқа шығарылады, ал штейн жайылып тұндырғышта жинала береді, ал тұндырғыш штейн суымау үшін арнайы электродтармен қыздырылады, штейн керекті деңгейге жеткенде шпур тесігімен жіберіліп ковшқа құйылып келесі өңдеуге жіберіледі.

Шлакты қырландыру (немесе грануляция) былай жүргізіледі, судың ағынына ковштан сұйық шлак ағыны құйылады, нәтижесінде сұйық келе қырланған майдалап шлак пайда болады. Жиналған, қырланған шлакты, ковшты элеватормен немесе грейферлі кранмен вагонға тиеп, тастанды шлак алаңына жіберіледі.

Шлак құрамында мырыш көп болса (12-14% Zn және одан да көп) онда арнайы тәсілмен (фьюмингование) өңдеп мырышты бөліп алып қалғанын тастанды шлак қоймасына жеткізіледі.

Қорғасынды, шлакты, штейнді ошақтан шығарғанда көптеген қорғасын буы пайда болады. Балқыма өнімінен қауіпсіздік ережені сақтау керек, әйтпесе күйіп немесе уланып қалуы әбден мүмкін. Уланбау үшін ағын науасының үстіне арнайы буды соратын қондырғы орналасқан, ол эксгаустрмен жалғасқан.

Күюден сақтану үшін шпур тесігін, сифонды ашатынды немесе тазалайтын ломды алдын ала қыздыру арқылы жылытып қояды. Шпур тесігін жабуға арналған отқа төзгіш ылайды, алдын ала кептіреді.

Әсіресе штейнді жібергенде өте сақтықпен қауіпсіздік ережені сақтау керек. Көбінесе сұйық штейнді қалыптарға құяды. Оларды штейн құярдың алдында кептіреді, әйтпесе қопарылыс болады. Суыған соң қалыптағы штейнді суырып алып, келесі өңдеуге жібереді.

Кессондарды қадағалау:

Кессонды суыту үшін оған берілетін су құбыры арқылы насостан немесе қысым башнясынан алынады. Берілетін судың температурасы 15-25°С, ал одан шығатын судың 70-80°С, кессонды суытуға берілетін су таза және жұмсақ болуға тиіс, ол ысыған кезде қабырғаға мейлінше аз қақталған тұз болуға тиіс. Кессонның қабырғасында қақталған тұз көп болса, ол жаман суытылады, нәтижесінде оның күйіп кетуіне себепші болады.

Қалыпты жағдайда шахт ошағының жұмысы:

Балқыту үрдісі барысында ошақтың колошнигі мен горнның жұмысы өте сергек қадағалануы керек, ошақ қалыпты жағдайда жұмыс істегенде шығатын газдың температурасы 100-200°С аспайды. Егер колошник қызған (шығатын газ өте ыстық кейде жалын шығатын жағдайда) онда колошниктен шихта деңгейіне дейін өлшеу керек. Колошник ошаққа тиелген шихтаның аздығынан қызады. Мұндай жағдайда ошақты қалыпты деңгейге дейін шихтаны тиеу керек.

Ошақ жұмыс істегенде оның қабырғасында қатқан қорытпа (настыл) бар жоғын білу үшін, оны былай қадағалайды, бүкіл ошақтың горизонтал қимасы бойынша колош біркелкі төмен

түсу керек, себебі қатқан қорытпа (настыл) шихтаның төмен түсуіне кедергі жасайды. Төгілген шихтаның төмен түсуі біркелкілігіне көз жеткізген соң, колоштың төмен түсу жылдамдығын кадағалау керек, бұл ошақ жұмысының нәтижесін көрсетеді, яғни бір өлшем уақыт ішіндегі балқыма (проплав).

Қалыпты жағдайда ошақ өнімділігін, соған сәйкес оның өлшемдерін біле тұра, оның өнімділігін төмендегенін немесе қалыпты жағдайда жұмыс істегендігін байқау қиын емес.

Барлық шарттары бірдей болған жағдайда ошақтың меншікті өнімділігі артады, егер ошаққа берілетін ауа мөлшері артса, оған сәйкес төгу биіктігі бірдей шихтаның үлкендігі бірдей болғанда үрілетін ауа қысымының ұлғаюына әкеп соқтырады.

Үрілетін ауа қысымының ұлғаюы фурманың бітелуінен болуы мүмкін, онда оны тазалау керек, ауа жіберетін қимасын кеңейту керек.

Қалыпты жұмыс кезінде (толықтыру балқымасында) фурмалар жарық болуға тиіс, олар арқылы аққа дейін қыздырылған кокс төсегі көрінуге тиіс. Егер фурмалар қараңғы болса, қалқыған шлакпен бітелсе онда ошақтың жұмысы дұрыс емес. Ошақ жұмысының ең сенімді көрсеткіші балқыма өнімдері, бірінші кезекте шлак. Шлак сұйық балқитын және жақсы қыздырылған, ошақтан жеңіл ағып шығатын және алдын ала есептелген құрамға сәйкес болуға тиіс, шлактың құрамы әрбір жұмыс кезегінде экспресс анализбен тексеріледі.

Металлург шлактың сыртқы көрінісінен, оның құрамын зерделеп анықтауға тиіс. Оны анықтау тәжірибеменен келеді, бірақ шамамен мынадай көрсеткіштерге суйенуге болады. Қышқыл шлак жіңішке жіп сықылды созылады, суынардың алдында қамыр сықылды жұмсақ күйге түседі. Негізгі шлак темірге жабысады, үзілерде қысқа, жуан кесектеніп үзіледі, жіп сықылды созылмайды. Сұйық ағатын қызған шлак, ыстық қызыл қорғасын, жақсы меншікті балқыма, суық колошник, ошақ өнімдері жақсы тұндырылады. Бұл ошақтың жақсы қалыпты жұмысын көрсетеді.

Шахт ошағы жұмыс істегенде кездесетін кедергілер және одан құтылу жолдары

Ошақтың қалыпты жағдайда жұмыс істеуі жиі қабырғасына қатқан қорытпаның кесірінен бұзыла бастайды.

Қатқан қорытпаның түрі әртүрлі, оның пайда болу себебі де әртүрлі. Ошақтың жоғарғы жағында колошниктен қатқан қорытпа пайда болу себебі, шихтаның құрамы дұрыс болмауы, яғни онда майда бөлшектердің көп болуы, оның әсерінен ошақтың ішінде біркелкі емес газ өткізгіштік өзектер пайда болуынан. Қай жерде газ көп өтетін болса, онда майда бөлшектер тез қызып балқиды, қабырғаға жабысады. Одан құтылу үшін шихта құрамындағы майда бөлшектерді күрт азайту керек.

Күкіртті қорғасын бу күйінде жоғары көтеріліп шихта бөлшектеріне отырады және ол да қатқан қорытпа жасалуына ықпал жасайды. Сондықтан қатқан қортпа жасалуын алдын ала ескерту үшін шихтаны толық өртеу керек және онда майда бөлшектер аз болуға тиіс.

Егер жоғарғы қатқан қорытпа жасалған күнде, оны ломмен немесе рельспен бұзып қабырғадан алыстатып, ошаққа кокс тиеп, кокстен жасалған төсекке қатқан қорытпаны қояды. Оның үстіне бірнеше жеңілденген шлак колошын тиейді. Әдетте мұндай жағдайда қатқан қорытпа балқиды, сонан соң ошақтың жұмысы қалыпты жағдайға түседі.

Қатқан қорытпа ошақтың орта және төменгі жағында жасалуы мүмкін. Мұндай жағдайда қатқан қорытпаны бұзу мүмкін емес, сондықтан шихтаға кокс және шлак колоштарын қосады. Қызған шлакта қатқан қорытпа ериді. Мұндай колоштар ошақ жұмысын қалыпты жағдайға түсіреді, бірақ меншікті балқыма мөлшерін төмендетеді.

Егер қатқан қорытпа фурмадан төменгі деңгейде жасалса, ол қауіпті ошақтың жұмыс істеуіне, себебі ондай жағдайда қорғасын суық болады, ошақтың қалыпты жұмысы бұзылады, кейде тіпті тоқтап қалады.

Горнда және ваннада кейде қатқан қорытпа болуы мүмкін қабық ошақтың бүкіл горнын жауып қалуы мүмкін, онда

қорғасын сифон арқылы емес, шлак пен штейнмен қосылып жіберіледі, мұны әрине біз қаламаймыз.

Ошақтың горнындағы қатқан қорытпаны немесе қабықты аластатуға болады, ол үшін шихта құрамындағы қорғасынды көбейтіп, аз мөлшерде отынды көбейту керек.

Қорғасын ошақтың шахтасы арқылы жүріп қазады, горнға түсп оны қыздырады. Қызған қорғасын өзіне әртүрлі қоспаны ерітуге қабылетті, ол горн қабырғасындағы қатқан қорытпаны ерітіп, оның сыртқа шығуына себебші болады. Нәтижесінде горн қатқан қорытпадан тазаланады.

Қызған колошник — технологиялық үрдісте тәртіптің бұзылуының ең үлкені болып есептеледі. Қандай жағдайда да ошақтың жұмыс барысында шығатын газдың өте қызғандығы қауіпті. Өте қызған газбен буланған қоргасын ілеседі, біріншіден өте көп қорғасын шығыны болса, екіншіден қорғасынмен улану мүмкіндігі мол. Жоғарғы температурада қызған газ, шаң ұстайтын цехта жеңді сүзгіштің (рукавный фильтр) жанып кетуіне себебші болады.

Колошниктің қызуына себептер көп. Шығарылатын газ әр уақытта ошаққа тиелетін агломераттан ыстық, ол ошақтың ішінде суиды, өзінің жылуын оған қарағанда суық шихтаға беру арқылы. Олай болса неғұрлым агломерат ыстық болса, соғұрлым газ ыстық.

Периодты түрде төгу биіктігін көбейтсе немесе шихта деңгейін төмен түсірсе колошникті қыздырады. Төгу биіктігін қалыпты жағдайға келтіргеннің өзінде көп уақытқа дейін колошник ыстық болады. Сондықтан технологиялық үрдістегі тәртіпті қатаң сақтау керек, бұл ошақтың қалыпты жағдайда жұмыс істеуінің кепілі. Балқымаға ауа беру тәртібін бұзу (әдеттен тыс ауаны көп беру) ошақтың "фокусын" созуы мүмкін, бұл да колошниктің қызуына себебші болады.

Шамадан тыс шихта үлкендігі біркелкі болмаса, онда өзектер (каналы) және иірім (воронки), солар арқылы газ жоғары көтеріледі, сөйтіп колошникті қыздырады.

Колошник қызған кезде алдымен оның себебін анықтау керек, сонан соң технологиялық тәртіпті сақтау үшін шара қолдану керек.

Көбінесе колошник температурасын төмендетуге болады, егер берілетін ауа мөлшерін азайтса, шихтыдан төмендетіп бірден бірнеше колош суық шихта тиесе, содан соң балқыманың қалыпты тәртібін сақтау керек.

Ошақтың фурмасы бітеліп қатып қалса, ол қауіпті, себебі ошаққа ауа бармай қалады. Фурмалар сол кезде қатады, егер оларға шлак құйылса немесе фурма деңгейіне қатқан қорытпа пайда болса немесе жоғарғы жақтан қатқан қорытпа құласа, сөйтіп фурмаларды бітеп тастаса оның қатуы заңды.

Осыларды болдырмау үшін оларды тым болмаса жұмыс кезек уақыт ішінде бір рет тазалау керек немесе одан да жиі.

Шлак шпурының қатып қалуы, оның қоюлығынан немесе шпур орналасқан кессонның суықтығынан шлактың қою болуынан көптеген себептері бар: 1) шихта құ рамының дұрыс еместігі. 2) ошақ жұмысының дұрыс еместігі. 3) шлак құрамында мырыштың көп болуы. 4) отын шығынының дұрыс жолға қойылмауы тағы басқалар.

Қатқан шлак шпурын ломмен тазалайды немесе оттегімен жандырып тазалайды, соңғы тәсілді қолданғанда көп қорғасын буы бөлінеді, шыққан газды аластату үшін вентиляция жұмысы жақсы жолға қойылу керек.

Сифонның қатуы мынадай себептермен болуы мүмкін:

1) қорғасын құрамында мыстың көп болуы

2) ошақ жұмысының суық жүруі

3) шихта құрамындағы қорғасынның аз болуы

4) мырыш қабығының болуы

Тәжірибеде сифонды ломмен шуровкамен тазалайды, оған болмаса оттегімен жандырады.

Ошақ жұмысының қызу жүруі, шихта құрамында қорғасынның көп болуы, мыстың аз болуы сифонның жақсы жұмыс істеуіне ықпал жасайды.

Балқыма нәтижесінде үлкен әсер ететін кокс мөлшерінің жұмсалуы. Кокстың жетіспеуі ошақ жұмысы суық жүреді, балқу баяу болады, нәтижесі горнда қатқан қорытпа жасалады және басқа кедергілер. Сондықтан ошақ жұмысын жақсарту үшін кокс мөлшерін көбейту керек.

Отынның көп болуы қалыпты ошақ жұмысын бұзады. Сондықтан кокс мөлшерін белгілі бір көрсеткіште ұстау тәртіптің дұрыстығын дәлелдейді. Тәжірибеде отын дұрыс жұмсалғандықтан болатын кедергі сирек болады.

Ошақ қалыпты жағдайда жұмыс істегенде белгілі бір мөлшерде отын артық болады, нәтижесінде фурма маңайында көміртекті газ пайда болады, ол CO-ға дейін толықтырылады. Неғұрлым отын шығыны көп болса, соғұрлым көміртекті толық,

толықтырылады, яғни бұл эндотермиялық үрдіс күшті жүреді. Сонымен неғұрлым ошаққа отын шығыны көбейсе, соғұрлым оның қолдануы арта түседі. Сондықтан балқыманы қалыпты жағдайына жүргізгенде, отын шығыны аз мөлшерде теориялық керектіліктен ауытқыса, ол заңды құбылыс.

Ошақты жұмысқа енгізу және тоқтату

Ошақты жүргізу (жұмысқа енгізу) — горнды қыздыру, онда қорғасын жинау және ошақты іске қосу. Горнды жайлап (3-4 тәулік) ағашты жағады, сонан соң коксты. Күлді сыртқа шығарады, коксты фурма деңгейіне сәл жоғары етіп тиейді,сонан соң 2-3 фурмадан ауа жібереді. Бұдан соң горнға қалыптан шыққан (чушка) қорғасын тиейді немесе балқыған қорғасын құяды, үстіндегі күлден тазалайды. Сифонды кокс шоғымен қыздырып үстін темір қаңылтырмен жауып қояды, бұл қорғасын тиер алдындағы жұмыс. Бұдан соң ошаққа қалыңдығы 0,75-1,0 м дейін кокс тиеледі. Барлық фурмалардан ауа беріледі, кокс 15-20 мин. ішінде жақсы қыздырылады. Сонан соң ауа беруді тоқтатады, фурмалармен тесіктерді ылаймен бітейді, енді ошаққа жоғары деңгейге дейін жіберетін колоштар тиейді, барлық фурмалардан ауа жіберіледі.

Алғашқы жіберілетін колоштар тек қана шлактан тұрады, сонан соң жайлап олар біртіндеп агломератпен ауыстырылады.

Бұдан соң қалыпты колоштар тиеледі, тек кокс мөлшері әдеттегіден көбірек.

Ошақ жұмысын тоқтату. Егер ошақ жұмысын бірнеше сағатқа тоқтату керек болса, ішіндегі біткенше ауа беру емес, бірден ауаны беруді тоқтатады. Кішкене ошақтар 8-10 сағат тоқтатуға шыдайды, ал үлкен ошақтар бір тәулікке дейін.

Егер ошақ жұмысын бірнеше тәулікке тоқтату керек болса онда ауа беруді сол уақытқа дейін жүргізеді, ошақ ішіндегі шихта түгел балқып біткенше. Ол үшін колоштағы шихтаны біртіндеп шлакқа ауыстырады. Шихтаны жайлап төмен түсіреді, үрдіс барысында ауа беруді жайлап азайтады. Ошақ ішіндегі шихта фурма деңгейіне дейін толық балқуға тиіс (фурма деңгейінде тек кокс шоғы қалу керек) сонан соң ауа беруді тоқтатады.

Шихтаны төмен түсіргенде жоғарғы жағына пайда болған жалынды сумен сөндіреді Колошникті суыту үшін бірнеше колош известняк тиейді, олар кесектенген күйде болуға тиіс, ол өртелгенде өзіне жылу сіңіреді.

Ошақты тоқтатқан соң горндағы қорғасынды сыртқа шығарады, фурмалар ағытылады, су жүйесін ағытады. Бір немесе екі төменгі кессон алынып, ошақ ішіндегі шихта қалдықтарын сыртқа шығарады. Ошақтың іші таза болуға тиіс.

4. Агломерациялық өртеу және шахт балқымасының есеп-кисабы

4.1.Шикізаттың рационалдық құрамын есептеу

Өңделетін қорғасын шоғырының құрамы, %

Кесте 1

Pb	Zn	Cu	Fe	CaO	SiO_2	S	басқалар	барлығы
69,17	3,15	1,60	6,18	0,24	0,96	17,70.	1,00	100,0

Заводқа гидрометаллургиялық өндірістен түсетін қорғасын кектің құрамы, %:

Кесте 2

Pb	Zn	Cu	Fe	Ca	SiO_2	S	басқалар	барлығы
29,63	11,25	1,35	4,25	5,75	4,30	14,55	28,92	100,00

Қорғасын балқыту заводтардың тәжірибесін негізге ала отырып осындай шикізатты өңдейтін құрамды былай етіп қабылдаймыз: 60% шоғыр және 40% қорғасын кегі нәтижесінде құрамды қоспа аламыз.

Материал	Компоненттер мазмұны, кг								
	Pb	Zn	Cu	Fe	CaO	SiO_2	S	Басқалар	Барлығы
Шоғыр	41,50	1,88	0,96	3,71	0,14	0,58	10,62	0,61	60,00
кек	11,85	4,50	0,54	1,70	2,30	1,72	5,82	11,57	40,00
Барлығы	53,35	6,38	1,50	5,41	2,44	2,30	16,44	12,18	100,00

Шоғырдың минералдық құрамын есептеуге былай етіп қабылдаймыз, шоғырда металдар мына күйде кездеседі: қорғасын жарқырауығы күйінде, мыс халькопирит күйінде, мырыш алдамшы күйінде, темір пирит және пиротин күйінде. Бас жыныстар известняк, кремнезем жеке компоненттер күйінде болады.

Материалды 100 кг қоспаға есептейміз.

Күкірт қорғасынмен байланысты:

207,21кг Pb - 32кг S

41,5кг - x; x=6,3кг S

Күкірт мырышпен байланысты:

65,58кг Zn - 32кг S

1,88кг - x; x=0,93кг S;

Халькопириттегі күкірт:

63,57кг Cu - 2 • 32кг S

0,96кг - x; x=0,96кг S

Темір халькопиритте мына мөлшерде

63,57кг Cu - 55,85кг Fe

0,96кг - x; x=0,84кг Fe

Қалған темір мына мөлшерде 3,71-0,84=2,87кг және қалған байланыспаған күкірт мына мөлшерде 10,62-(6,3+0,96+0,93)=2,5кг; оны пиротин мен пиритқа бөлеміз. Пириттен темір мөлшерін х белгілейміз, ал ондағы күкіртті а белгілейміз.

Онда пиротиндегі темір мөлшері (2,87-х) және күкірт (2,5-а) кг. Стихиометрилық ережеге сәйкес есептеудің теңдеуін құрамыз.

55,85кг Fe - 2 • 32кг S

x — a

$$a = \frac{64}{55,85} \cdot x \qquad (1)$$

7 • 55,85кг Fe-8 • 32кг S

26,87-x-2,5-a

$$2,5-a=(2,87-x)\frac{8 \cdot 32}{7 \cdot 55,85}; \qquad (2)$$

Құрылған (1) және (2) теңдеуді бірге шешеміз х= 1,28кг темір пиритте, а= 1,46кг күкірт пиритте. Пиротиндағы 2,87-1,28=1,59кг темір және 2,5-1,46=1604кг күкірт.

Кальций тотығымен байланысты көміртегі газының мөлшері

$$\begin{array}{l|l} 56\text{кг } CaO\text{-}44\text{кг } CO_2 & \\ 0,144\text{кг} - x & x=0,113\text{кг } CO_2 \end{array}$$

Осындай есептеу тәсілімен қорғасын кег рационалдық құрамын есептейміз, онда қорғасын, мыс, кальций және 75% мырыш сульфат күйінде, қалғаны мырыш тотық күйінде, темір қос тотық күйінде, кремнезем аз болғандықтан бос күйінде деп есептеледі.

Есептеудің нәтижесін кестеге енгіземіз.

4.2 Штейіннің құрамын және шығымын есептеу

Шахт балқымасында мыстың штейнге өтуін 80% етіп қабылдаймыз, сонда

1,50-0,80=1,20кг Cu

Бай штейн аламыз деп бағдарлап, себебі мырышты шихта болғандықтан, штейннің құрамындағы мысты шартты түрде қабылдаймыз 25% етіп, енді штейіннің шығынын есептейміз.

$$1,2\frac{100}{25} = 4,80 \text{ кг штейн}$$

Әдетте қорғасын балқымасының штейінінде орта есеппен 20% S, шамамен 5% Zn, шамамен 35% Fe. Айырмасы арқылы Pb мөлшерін есептейміз, нәтижесін кестеге ендіреміз.

Кесте 4

Материалдар қоспасының рационалдық құрамы

	Pb	Zn	Fe	Cu	S	O_2	SiO_2	CaO	CO_2	Басқа	Барлығы
PbS	41,50	-	-	-	6,40	-	-	-	-	-	47,90
ZnS	-	1,88	-	-	0,93	-	-	-	-	-	2,81
FeS_2	-	-	1,28	-	1,46	-	-	-	-	-	2,74
Fe_7S_8	-	-	1,59	-	1,04	-	-	-	-	-	2,63
$CuFeS_2$	-	-	0,84	0,96	0,96	-	-	-	-	-	2,76
$CaCO_3$	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,11	-	0,25
$ZnSO_4$	-	3,38	-	-	1,69	3,36	-	-	-	-	8,43
ZnO	-	1,12	-	-	-	0,28	-	-	-	-	1,40
$PbSO_4$	11,85		-	-	1,86	3,70	-	-	-	-	17,41
$CuSO_4$	-	-	-	0,54	0,27	0,54	-	-	-	-	1,35
FeO	-	-	1,70	-	-	0,49	-	-	-	-	2,19
SiO_2	-	-	-	-	-	-	2,30	-	-	-	2,30

$CaSO_4$	-	-	-	-	1,30	1,96	-	-	-	-	5,56
Басқалар	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,24	2,24
	53,35	6,38	-	-	-	9,38	2,30	2,44	0,11	2,24	100,00

Кесте 5

Штейіннің құрамдық элементтері

Компоненттер	КГ	%
Cu S Pb Zn Fe	1,20 0,96 0,72 0,24 1,68	25 20 15 5 35
Барлығы	4,80	100

4.3. Материал қоспасын өзі балқуына тексеру

Шахт балқыма кезінде қоспа құрамындағы бос жыныс компоненттері шлакқа өтеді, олар кремнезем және кальций тотығы. Темір штейнге өткеннен қалғаны, шаңдағысы ұшқаннан қалғаны (0,32 кг Fe) шлакқа өтеді. Шлакқа мырыштың 80% мырыш тотығы күйінде өтеді. Барлық шлакқұраушылар болады, кг.

4,45 FeO
6,06 ZnO
2,30 SiO_2
2,44 CaO

Барлығы: 15,25

Шлакқа бұдан басқа да компоненттер өтетін болғандықтан, негізгі шлакқұраушы компоненттерді 80% етіп қабылдаймыз, олар мыналар:

23,3 FeO
31,8 ZnO
12,1 SiO_2
12,8 CaO

Барлығы 80,0

Мұндай шлакқұрамымен балқыманы жүргізуге болмайды, себебі мырыш тотығы өте көп. Оның есесіне онда темір тотығы өте аз. Ол мырышты еріту үшін қажет. Сондықтан шихтаға флюс қосу керек, ондағы мақсат мырыш тотық мөлшерін азайту нәтижесінде қалыпты жағдайдағы шлак құрамын алу.

4.2. Керекті мөлшердегі флюсты есептеу

Осындай шикізатты өңдейтін заводтарының тәжірибесіндегі шлак құрамы былай: 31-32% FeO, 24-25% SiO, 12-14% CaO, 15% дейін ZnO.

Балқыманы жүргізу үшін шлак құрамын таңдап аламыз, %

100 кг - 45,95 кг
х - 4,04 кг
х=8,8 кг

Осы известняк мөлшерімен енетін компонентер мөлшері

8,8 х 0,4624 = 4,07 кг CaO
8,8 х 0,0054 = 0,05 кг FeO
8,8 х 0,17 = 0,15 кг SiO_2
8,8 х 0,5142 = 4,52 кг басқа компонентер

Таңдап алған шпак құрамына керекті темір қос тотығын есептейміз. Шихта құрамьында бұрыннан бар 11,65+0,15=11,80 кг SiO_2. Осыны шлактануына керек темір қос тотығы

2,5 кг SiO_2 - 31 кг FeO
4,04 кг- х
х =14,65 кг FeO

Темір қос тотығы шихтада қазірдің өзінде бар:

Материал қоспасында	4,26
Кварцта	0,15
Известнякта	0,05
Шихтадағы барлығы	4,46

Сонымен қосу керек 14,65-4,46=10,19 кг
Қолымызды мынадай темір кенінің құрамы бар: 62% FeO, 0,58 % CaO, 5,7% SiO_2, 30,72 % басқалар.

Темір кенінің флюстенетін қабылетін анықтаймыз.

3,1 кг FeO - 25 кг SiO_2
х-5,7 кг
х =7,06 кг

100 кг темір кенінде бос темір қос тотығы 62-7,06=55 кг сонымен 10,16 кг FeO шихтаға үшін керекті темір кені мөлшері:

100 кг темір кені - 55 кг Feo
х-10,16кг
х =18,5 кг темір кені

Осы темір кені мөлшерімен шихтаға енетін мынадай компонентер: 0,11 кг CaO, 1,06 кг SiO_2, 11,50 кг FeO, 5,67 кг басқалар.

Алынған нәтижелер бойынша негізгі шлаққұраушыларды кестеге енгіземіз.

Кесте 6

Шлактағы негізгі шлаққұраушылардың салмақтық және проценттік мазмұны

Шлаққұраушылардың келетін көздері	SiO_2	FeO	CaO	ZnO	Барлық шлаққұраушылар	Барлық флюстер
Қорғасыны бар материалдардың қоспасы	2,30	4,45	2,44	6,06	15,25	-
Темір кенімен	1,06	11,50	0,11	-	12,67	18,6
Известнякпен	0,15	0,05	4,07	-	4,27	9,3
Кварцпен	9.60	0,17	0,07	-	9,84	10,3
Барлығы: кг	13,11	16,17	6,69	6,06	42,03	38,2
%	25,9	32,0	13,2	11,9	83,00	-

Кесте 6 көрінетіні есептеудің нәтижесі шлак құрамы қабылдаған шлак құрамына жуық екендігін көрсетті.

Сонымен шихта құрамы мынадай болу керек

	кг	%
Қорғасын шоғыры	60,0	43,4
Қорғасын кегі	40,0	28,9
Кварц	10,3	7,5
Известняк	9,3	6,7
Темір кені	18,6	13,5
	138,2	100,0

Кесте 7

Шихтаның химиялық құрамы кесте 7 көрсетілген

	Pb	Cu	Fe	Zn	S	SiO_2	CaO	CO_2	O_2	Басқалар	Барлығы

Қоспа (кесте 4)	53,35	1,5	5,41	6,38	16,44	2,30	2,44	0,113	9,83	2,24	100,00
Кварц	-	-	0,13	-	-	9,60	0,07	-	0,04	0,56	10,30
Известняк	-	-	0,05	-	-	0,16	4,04	4,82	0,01	-	9,30
Темір кені	-	-	8,98	-	-	1,06	0,11	-	2,52	5,67	18,60
	53,35	1,5	14,57	6,38	16,44	13,22	6,66	4,93	12,4	8,43	138,2
	38,6	1,1	10,6	4,6	11,9	9,5	4,8	3,6	9,0	6,3	100,00

4.5. Керекті флюс мөлшерін алгебралық тәсілмен есептеу

Қорғасыны бар материалды өңдеуге керекті флюс мөлшерін тек синтетикалық тәсілмен басқа ең қысқа жол алгебралық тәсіл.

Керекті кварц, известняк, темір кенін осыларға сәйкес x,y,z-белгілейміз, флюстер анализін пайдалана отырып шлаккұраушылардың кестесін жасаймыз.

Кесте 8

Материал	SiO_2		FeO		CaO	
	%	кг	%	кг	%	кг
Кварц	92,30	0,923-x	1,65	0,0165-x	0,70	0,007-x
Известняк	1,70	0,017-y	0,64	0,0064-y	46,24	0,4624-y
Темір кені	5,70	0,057z	62,0	0,62-z	0,58	0,0058-z

Шлактың жалпы мөлшері 46,6 кг, осыдан мырыш тотық мөлшерін алынған, қабылданған. Шлак құрамында керекті шлаккұраушылар мөлшері мынадай

46,6 x 0,25=11,65 SiO_2
46,6x0,14=6,52 CaO
46,6x0,31=14,45 FeO

Осыдан қорғасыны бар қоспа ішіндегі сәйкес тотықтарды шегереміз.

11,65 -2,30 = 9,35 SiO_2
6,52 - 2,44 = 4,08 кг CaO
14,45- 4,45 = 10,0 кг FeO

Кесте 9 бір-біріне қосып негізгі шлакқұраушылардың мөлшерін есептейміз, олар флюспен енетіндер

0,923x+0,017y+0,057z=9,35
0,007x+0,4624y+0,0058z = 4,08
0,0165x+0,0064y+0,62z = 10,0

Бұл теңдеулер жүйесін шешіп, белгісіз флюс мөлшерін табамыз

x= 9,72 кг кварц
y=9,19 кг известняк
z=17,97 темір кені

Алгебралық тәсілмен есептеудігі төмен, бірақ алдын ала есептеуге жеткілікті.

4.6. Айналма агломераттың мөлшерін есептеу

Есепті 100 кг шихтаға есептейміз агломерация цехына түсетін, ол кесте 7 көрсетілген

Pb	Cu	Fe	Zn	S	SiO_2	CaO	CO_2	O_2	Басқа	Барлығы
38,6	1,1	10,6	4,6	11,9	9,5	4,8	3,6	9	6,3	100,00

Агломераттағы күкірт мөлшері солай есептелген десульфуризация балқыту кезінде 55 % етіп қабылданған. Штейн алу үшін жоғарыда көрсетілген құрамға керекті 0,96 кг күкірт (кесте 5). Олай болса агломератта күкірт болу керек

$$\frac{0,96x100}{45} = 2,13 \text{ кг}$$

Егер агломераттың шығыны 85% болса, ондағы күкірт мөлшері

$$\frac{2,13x100}{85} = 2,5\%$$

Өртеуге түсетін шихтаның құрамындағы күкіртті қайтарудағы ескере отырып 8,5% етіп қабылдаймыз 100 кг өртеуге арналған шихтадағы қайтаратын агломерат мөлшерін х деп белгілейміз. Онда қайтарылатын агломератта күкірт мөлшері 0,025•х кг.

Өртеуге түсетін шихта құрамындағы күкірт

(100-х) •0,1183 кг

Өртеуге түсетін жалпы күкірт мөлшері мына теңдеумен шешіледі

(100-х) •0,1183+0,025х=8,5

Теңдеуді шешкенде х=35, яғни әрбір 65 кг шикі шихтаға 35 кг қайтарма агломерат қосамыз, ол алғашқы шихтаның мынадай мөлшері

$$\frac{35 \cdot 100}{65} = 54\%$$

Ол барлық шихтаның 35%.

Агломераттың өнім шығыны қайтарылғанын ескере отырып 35+65х0,84=89,6 %, онда десульфуризация:

$$\frac{8,5 - (89,6x0,025)}{8,5} \cdot 100 = 73,2\%$$

және қайтарма үлес-39%.

Мұндай процент десульфуризацияны түзу сызықты пісіру машина қамтамасыз етс алады.

4.7. Агломераттың құрамын және шығынын есептеу (кесте 7 бойынша)

Заводтардың жұмыс тәжірибесін қабылдаймыз, барлық мыс агломератқа мыстың қос тотығы күйінде өтеді. Мырыштың 20 % пісіру өнімінде сульфид күйінде, ал 80%- тотық күйінде. Агломераттағы барлық күкірт алдын ала есептеу бойынша 2,13 кг, күкірттің 80 % сульфид күйінде, ол 2,13•0,80=1,7 кг.

Күкірт сульфаты болады 2,13-1,7=0,43 кг.

Барлық күкірт сульфаты қорғасынмен байланысты мөлшері былай:

32 кг S - 207,21 кг Pb
0,43-x
x =2,78 кг Pb

Күкірт сульфиды мырышпен байланысты:

32 кг S - 65,38 кг Zn
(1,7-0,45) •0,5-x
x =4,03 кг Pb

Қалған қорғасын глет күйінде қатысады, оның үштен бірі кремнеземмен байланысты силикат қосындысында. Сульфидтегі темірмен байланысты

32 кг S - 55,85 кг Fe
(1,7-0,45)-0,5-x
x =1,1 кг

Темірдің штейнге өткенінен қалғаны, 50% силикаттағы қос тотық күйінде, 50% агломератта магнитті тотық күйінде. Қалған барлық кремнезем агломератта кальций силикаты күйінде.

Алынған барлық нәтижені кесте 9 енгіземіз.

Кесте 9

Агломераттың рационалдық құрамы

Химиялыщ крсындылар	Pb	Zn	Cu	Fe	S	CaO	SiO_2	O_2	Баска	Барлығы
PbO	21,10	-	-	-	-	-	-	1,62	-	22,72
$PbSO_4$	2,78	-	-	-	0,43	-	-	0,86	-	4,07
PbS	4,03	-		-	0,62	-	-	-	-	4,65
$PbO•SiO_2$	10,50	-	-	-	-	-	3,02	0,81	-	14,33
Cu_2O	-	-	1,08	-	-	-	-	0,13	-	1,21
ZnO	-	3,67	-	-	-	-	-	0,92	-	4,59
ZnS	-	0,92	-	-	0,45		-	-	-	1,37
$FeO•SiO_2$	-	-	-	4,70	-	-	5,03	1,31	-	11,04
$FeO•Fe_20_3$	-	-	-	4,70	-	-	-	1,79	-	6,49
FeS	-	-	-	1,10	0,63	-	-	-	-	1,73
CaO	-	-	-	-	-	3,43	-	-	-	3,43
$CaO•SiO_2$	-	-	-	-	-	1,37	1,47	-	-	2,84
Басқалар	-	-	-	-	-	-"	-	-	5,54	5,54
Барлығы кг %	38,41 45,5	4,59 5,5	1,08 1,3	10,50 12,5	2,13 2,5	4,8 6,1	9,52 11,3	7,44 8.8	5,54 6,5	84,34 100,00

4.8. Агломашинаның өнімділігін есептеу

Пісіретін машинаның өнімділігін мына формуламен есептейді

$$Q = h • b • \gamma • v • \eta$$ - қайтару;

мұндағы:

h - паллет үстіндегі шихтаның қалыңдығы, күкірті аз, қуысы мол шихта үшін қабылданған 250 мм;

b - шихта қабатының ені, ол машинаның өлшеміне байланысты, қабылдаймыз 2 м;

γ - шихтаны төгу салмағы, оны 2,8 т/м^2 етіп қабылдаймыз;

v - агломашинаның паллет қозғалысының қозғалу жылдамдығы,

v = 0,9 м/мин қабылдаймыз;

ŋ - шихтадан агломерат шығыны, кесте көрсеткіш бойынша 9•ŋ = 0,84.

Біздің жағдайда кері қайтару мөлшері 39 %.

Қайтарма агломерат мөлшерін есептемегенде машинаның өнімділігі

$$Q_1 = h \cdot b \cdot \gamma \cdot v \cdot ŋ = 0,25 \cdot 2 \cdot 2,8 \cdot 0,9 \cdot 0,896 =$$

1,13т/мин=1624 т/тәулік

Қайтарма агломерат мөлшері

$$Q = Q_1 - Q_2 = 1627 - 634 = 993т$$

Агломашинаның сору камерасының ұзындығы 25 м болғанда 993:50=20,0т/м^2 тәулігіне. Мұндай үлкен өнімділік шихтада күкірт мөлшері көп болса да қамтамасыз етілді.

4.9. Шахт балқымасы кезінде кокс күлін ескере отырып шлак құрамын тексеру

Есепті 100 кг агломератқа жүргіземіз. Кокс шығынын шихта салмағының 12% етіп қабылдай (біздің жағдайда агломераттың салмағынан, оған флюс мөлшері кіреді). Ол 12 кг болады.

Қолдағы кокстың 13% күл, оның құрамы 50% SiO_2, 30% FeO, 10% CaO және 10 % Al_2O_3;

Шлакқа өтетін күл мөлшері 12х0,13=1,56 кг.

Күлмен бірге келесі компонентер енеді: 1,56х0,5=0,78 кг SiO_2 1,56х0,3=0,47 кг FeO, 1,56х0,16=0,25 кг CaO, 1,56х0,1=0,16 кг Al_2O_3.

Кесте 9 пайдалана отырып, шлакпенен агломерат құрамындағы 1% қорғасын кетеді, 100 кг агломераттан шлакқа өтетін компоненттер мөлшерін анықтаймыз.

Pb	ZnO	FeO	CaO	SiO_2	Басқалар	Барлығы
0,45	5,28	14,32	6,10	11,33	6,54	44,12

Кокстың күлін ескере отырып жасалған шлак құрамы кесте 10 көрсетілген. Алынған шлак құрамын қабылдаған (кесте 7). Шлак құрамымен салыстырсақ айтарлықтай өзгеріс болмағандығын көреміз, яғни қосымша флюстің керегі жоқтығын байқаймыз.

Кесте 10

Соңғы тұрақты шлак құрамы, кокс күлі ескерілген

Шихтаның құрамы	Мазмұны, кг						
	Pb	ZnO	FeO	CaO	SiO_2	Басқа	Барлығы
Агломерат	0,45	5,28	14,32	6,10	11,33	6,54	44,12
Кокс күлі	-	-	0,47	0,16	0,78	0,15	1,56
Барлығы: кг	0,45	5,28	14,79	6,26	12,11	6,69	45,68
%	1,0	11,65	32,35	13,75	26,55	14,7	100,00

4.10. Қорғасынның балқыма өнімдеріне бөлінуі

Завод тәжірибесіне сүйене отырып балқыту кезінде пайда болған шаң мөлшері агломерат және кокс салмағының 2%, сонда болады

(100-12)х0,02=2,24 кг шаң

Шихта құрамындағы қорғасынның 3 % шаңға кетеді

45,5х0,03=1,35 кг Pb

Күкірттің мөлшері бойынша штейннің мөлшерін есептейміз

$$\frac{2,13x0,45x100}{20} = 4,80 \text{ кг штейн.}$$

Штейндегі қорғасын мөлшері 4,80х0,15=0,72 кг.

Қара қорғасынға өтетін (шаңға, шлакқа, штейнге өтетінін шегереміз)

45,5-(1,35+0,72+0,45) =42,90 кг қорғасын

Қара қорғасынның шығынын есептеу үшін, оны 99% қорғасын деп қабылдап, себебі өңделетін шикізат таза және штейн алынады. Сонда қара қорғасын алынады

$$\frac{42,90x100}{99} = 43,4 \text{ кг}$$

Қорғасынның өнімдерге бөлінуін кесте 11 енгіземіз.

Кесте 11

Қорғасынның өнімдерге бөлінуі

Өнімдердің аталуы	кг	%
Қара қорғасын	42,90	94,22
Штейн	0,72	1,78
Шлак	0,45	1,00
Шаң	1,35	3,00
Барлығы:	45,50	100,00

4.11. Шахт ошағына берілетін ауа мөлшерін 100 кг шихтаға есептейміз

Есепті оңайлату үшін кокс құрамын былай етіп қабылдаймыз: 13% күл, 5% ылғал және 82% көміртегі.

12 кг кокста көміртегі болады 12х0,82=9,84 кг. Ошақтың ішінде толықтыру атмосферасы болу үшін тек көміртегінің жартысы шығынданады, мына реакция бойынша:

$C+O_2=CO_2$ оған кететін оттегі мөлшері

$$\frac{4,92x32}{12} = 13,12 \text{ кг}$$

Қалған көміртегі мына реакция бойынша жанады $C + 1/2\ O_2 = CO$; оған кететін оттегі мөлшері

$$\frac{4,92x16}{12} = 6,56 \text{ кг}$$

Шихта құрамындағы күкірттің 55% жанады 2,52х0,55=1,39 кг. Оның тотығуына мына реакция бойынша $S+O_2=SO_2$ кететін оттегі мөлшері 1,39 кг. Сонымен көміртегі мен күкірттің жануына кететін оттегі мөлшері 13,12+6,56+1,39=21,05 кг.

Көміртегінің бір бөлігі тотықтарды толықтырған кезде агломераттың ішіндегі бөлінетін оттегімен жанады. Қорғасын тотығын толықтырған кезде бөлінетін оттегі мөлшері

$$\frac{42,90x16}{207} = 3,31 \text{ кг}$$

Мыстың қос тотығы толықтырылғанды 0,13:0,8434=0,15 кг.

Темірдің магнитті тотығы қос тотыққа дейін толықтырылғанда (1,79-1,31): 0,8434=0,57 кг.

Сонымен ауамен енетін оттегі мөлшері

21,05-(3,31-0,15+0,57) =17,02 кг.

Осы оттегімен ошаққа енетән азот мөлшері

$$\frac{17,02x77}{23} = 57,00 \text{ кг}$$

Керекті ауа мөлшері:

17,02+57,0=74,02 кг

немесе көлемі мөлшері

74,02:1,293=57,25 $м^3$;

Ауа температурасын 20° С етіп қабылдаймыз, сонда: іс жүзінде 1 кг коксқа кететін ауа 7 $м^3$.

4.12. Шығатын газдың құрамын және мөлшерін есептеу

Шығатын газдың құрамына кіретін көміртегімен күкірттің өнімдері, азот, отынның ылғалы және шихтаның ылғалы 5 % етіп қабылдаймыз. Есептеудің нәтижесін кесте 12 енгіземіз.

Шығатын газдың температурасын 150 °С деп қабылдайдап, алынатыны келесі көлем

$$72{,}3\left(1+\frac{1}{273}x150\right)=112{,}0\ м^3$$

Кесте 12

Шығатын газдың құрамы және шығыны

Компонентер	кг	$нм^3$	%
CO_2	4,92+13,12=18,04	18,04х22,4:44=9,2	12,7
CO	4,92+6,56=11,48	11,48х22,4:28=9,4	13,0
SO_2	1,39+1,39=2,78	2,78х22,4:64=1,0	1,4
N_2	57,0	57,0х22,4:28=45,7	63,2
H_2O	12х0,05+5=5,60	5,6х22,4:18=7,00	9,7
Барлығы	94,90	72,3	100,0

4.13. Балқыту үрдісінің материалдық балансы

Есептеудің нәтижесін кесте 13 енгіземіз.

Кесте 13

Балқыма үрдісінің материалдық балансы

Келуі		Шығуы	
материалдық аталуы	Мөлшері кг	Материалдық аталуы	Мөлшері кг
1. Агломерат	100,00	Қара қорғасын	43,40
2. Кокс	12,00	Штейн	4,8
3. Ауа	74,02	Шлак	45,58
4. Шихтаны ылғалы	5,00	Шаң	2,24
5. Байланыспайтын	-	Газдар	94,90
Барлығы:	191,02	Барлығы:	191,02

4.14. Шахт ошағының негізгі өлшемдерін есептеу

Ошақтың негізгі өлшемдерін есептеу үшін, оның меншікті балқымасын 50 т/м^2 етіп қабылдаймыз. Тәулік жоба бойынша шихта балқыту 300 т. Ошақтың фурма деңгейіндегі ауданды табамыз, олай болса аудан:

$$300:50=6,0 \text{ м}^2;$$

Ошақтың ені 1,4 м, онда ұзындығын есептейміз

$$6,0:1,4=4,3 \text{ м}.$$

4.15. Ауа беру жүйесін есептейміз

Ошақтың тәулік өнімділігін қамтамасыз ету үшін керекті ауа мөлшері: 61,43х3,1000=185290 м^3/24 сағ.

Ол былай

$$\frac{185290}{24x60} = 128{,}6 \text{ м}^3/\text{мин} = 2 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Ауа құбырындағы ауаның жылдамдығын 10 м/сек етіп қабылдаймыз, сонда ауа құбырының көлденең қимасының ауданы:

$$S = \frac{2{,}0}{10} = \frac{Q}{v} = 0{,}2 \text{ м}^2$$

Ауа жүретін құбырдың диаметрі

$$d_1 = \sqrt{\frac{0{,}2x4}{\pi}} = 0{,}50 \text{ м} = 500 \text{ мм};$$

Бұдан ауа фурма жеңдеріне бөлінеді, әрбір жең 1м^3/сек ауа жібереді. Жеңнің диаметрі

$$d_1 = \sqrt{\frac{0{,}1x4}{\pi}} = 0{,}38 \text{ м} = 380 \text{ мм};$$

Жеңнің саны кессондағы тесіктері санына тең, ал фурманың санын білу үшін, фурма қатынасын 5 тең дей қабылдаймыз

$$\frac{5x6}{100} = 0{,}3 \text{ м}^3 = 3000 \text{ см}^2;$$

Фурма тесігінің диаметрі 110 мм, онда бір фурма тесігінің ауданы

$$S = \frac{3{,}14x121}{4} = 95 \text{ см}^2;$$

Ошақтың фурма саны 3000:95=32.

Бір кессонда 3 фурма болғанда, кессонның ені 700 мм. Арасындағы прокладканы ескере отырып ошақтың ұзындығы

4,3 м болғанда оған 6 кессон орналастыруға болады. Ошақтағы фурманың саны 6х3х2=36. Оған есептеуден басқа 4 фурма қосамыз, мұны жұмыстан шыққан фурмалар есесіне.

Егер ошақтың өнімділігі 300 т/тәулігіне, шығатын газдың мөлшері 112х3х1000=336000 $м^3$/24 сағат

$$\frac{336000}{24x3600} = 3,9м^3/сек$$

Егер шығатын газдың жылдамдығы 8 м/сек, газ шығатын қондырғының қима ауданы:

$$S = \frac{3,9}{8} = 0,49$$

Газ шығатын құбырдың диаметрі:

$$D = \sqrt{\frac{0,49\,x4}{3,14}} = 0,60\ м = 600\ мм$$

5. Қара қорғасынды тазалау (рафинирование)

Қара қорғасынның құрамында түрлі қоспалар көп. Оның көбісі қорғасынның механикалық қасиетін өзгертеді, оны опырылғыш жасайды. Кейбір қоспалар қорғысынның коррозияға қарсы тұру қабылетін күрт төмендетеді. Мынадай қоспалар висмут, қалайы, алтын, күміс, оның құндылығын арттырады. Сондықтан қара қорғасынды алғаннан соң міндетті түрде тазалауға түседі. Тазалаудьың негізгі мақсаты қалыптанған стандартқа сай қорғасын алу. Қара қорғасынды қоспалардан екі жолмен тазартады, біріншісі пирометаллургия, екіншісі электропиз тәсілдері. Пирометаллургиялық тәсілдің негізі мынадай қоспаларды біртіндеп кезекпен жүргізілетін операциямен іске асырылады. Ал электролиз тәсілі бойынша қорғасын тұрақты токтың әсерінен таза металл күйінде катодқа ауысады, қоспалар анод шламында қалады.

Пирометаллургиялық тәсілдің жетістігі қарапайымдылығы, жұмыстың арзандылығы, ал кемшілігіне - тазалаудың уақытты көп алатындығы және қорғасынның біраз мөлшері қайтарма материалдық құрамына кететіндігі. Мұндай тазалауда металдың тікелей шығыны 70-80% болады.

Электролиз тәсілінің жетістігі – қорғасынның тастанды металға аз кететіндігі, барлық қоспаларды бір апаратты алынатындығы, ал кемшілігі – тәсілдің қымбаттылығы, айтарлықтай жұмысшы мамандығы бойынша зияндылығы және күрделі шламды өңдеудің қиындығы.

Кәзіргі кезде қорғасында тазалау жиі пирометаллургиялық тәсілмен жүргізіледі (сурет 19).

Қара қорғасынды пирометаллургиялық тәсілмен тазалау мынадай операциялармен жүргізіледі:

1. Мыстан тазалау - екі тәсілмен ликвация және күкірттің көмегімен;
2. Sn, As, Sb (тотықтырып тазалау) - ауаның оттегімен тотықтыру немесе сілтілермен;
3. Ag и Au (күміссіздендіру) - мырыштың көмегімен, бірақ қорғасын былғанады;
4. Zn (мырышсыздандыру) - ауаның оттегімен тотықтыру, су буымен, сілтімен немесе хлормен;
5. Bi (висмутсыздандыру) – электролиз немесе Ca, Mg және Sb, бірақ қорғасын булардың барлығымен былғанады;
6. Ca, Mg, Sb (сапалы тазалау) - ауадағы оттегімен сілтімен немесе хлормен.

Әрбір операциядан кейін қорғасынның бетіне қалқып шығатын қорытпаны арнайы тесік шөмішпен қалқып алынады, оған қоспалар жатады және қорғасынның бір бөлігі. Қорытпаны (сьем) өз алдына арнайы өңдейді.

Соңғы тазалау дәрежесі қоспалардан арнайы көрсеткіші бар. Барлық қорғасын заводтары мынадай маркілі қорғасын шығарады:

С0 (99,992 % Pb)
С1 (99,985 % Pb)
С2 (99,95 % Pb)
С3 (99,90 % Pb)

Бұлар өндірісте кеңінен қолданылады. Керекті мөлшерде аса сапалы қорғасын маркісі:

С00 (99,9985 % Pb)
С000 (99,99954 % Pb)

Бұлар арнайы технологиямен алынады, олар радио электронды өндірісте және ғылымның жаңа сапасында қолданылады.

5.1. Қорғасынды мыссыздандыру

Алғашқы мыссыздандыру екі түрлі тәсілмен іске асырылды: бірінші зейгерлеу, екінші ликвация.

Зейгерлеу тәсілінде қалыптан шыққан қатты қара қорғасын шағылыс ошағына тиеледі, арнайы жасалған тесіктен, сонан соң температураны 330-340 °С көтереді. Онда жеңіл толықтыру атмосферасы болады. Толықтырылған қорғасын арнайы жасалған қабылдағышқа ағып түседі. Ошақтың "подында" қорытпа, оның құрамы 45-60 % Pb және 20-30 % Cu.

Ликвация тәсілі мынаған негізделген мыс (Ni,Co) төменгі - температурада қорғасында аз ериді. Қорғасынды суытқанда мыс және оның меншікті салмағы 9 г/см^3. Бұл кристалдар жеңіл болғандықтан ваннаның бетіне қалқып шығады, "шликер" деген қоспа жасалады. Кристалмен сұйықты меншікті салмақ арқылы бөлуді ликвация дейді.

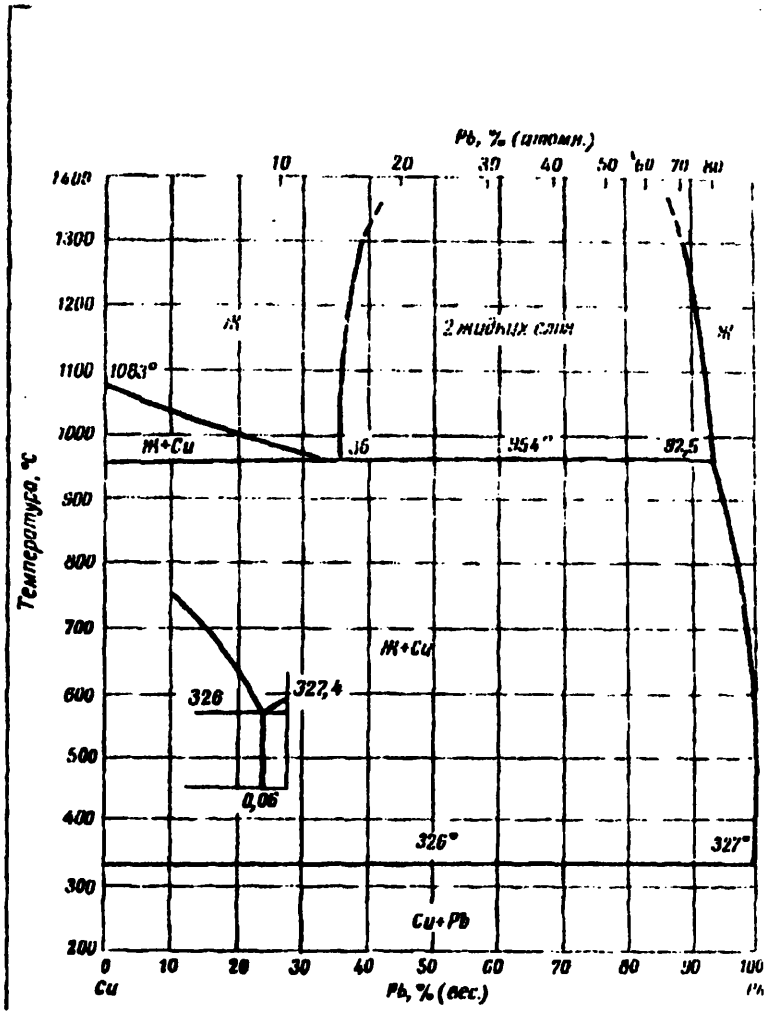
Мұндай жолмен мыстан түгел арылу мүмкін емес себебі қаттылану эвтектикасы (сур) температура 326 °С болғанда, онда 0,06 % мыс қалады. Іс жүзінде қорғасында ликвациядан кейін шамамен 0,1 мыс қалады. Ликвация кезінде қорғасыннан бөлінетін металдар төменгі температурада қорғасында ерімейтін металдар. Олар мыс, никель, кобальт. Басқа металдар қорғасынды тек былғайды. Бірақ мышьяк пен сурьма мыспен қиын балқитын химиялық қоспа түзеді. Осының салдарынан мышьяк пен сурьма көп болғанда ликвациядан кейін 0,02-0,03 % Cu болады, яғни эвтектика сызығынан төмен.

Шликердің негізгі компоненті механикалық жолмен ілесіп кеткен қорғасын. Шликермен кететін қорғасынды азайту үшін, қорғасыны бар ванна бетінен шликерді екі жолмен алады: алғашқыда температураны 450-500 °С сонан соң 340-350 °С төмендетеді. Бірінші жағдайда алынатына "Құрғақ шликер" дейді, оның құрамында 64-75 % Pb, екінші жағдайда алынатыны "майлы шликер", оның қайтарма материал ретінде қорғасынның арнайы тазаланатын қазанына жібереді.

5.2. Қара қорғасынды үздіксіз мыссыздандыру

Бұл үрдіс периодты мыссыздандыруға қарағанда ұғымды келешегі зор. Осы тәсілдің негізгі ликвация және мысты сульфидтендіру (күкірттен) бір агрегаттың ішінде жүргізіледі нәтижесінде мысқа бай штейн алынады, бірақ қайта шликер алынбайды (сурет 20).

Үздіксіз мыссыздандыру үрдісі шағылыс немесе электр ошағында жүргізіледі, ваннасы терең болу керек 1,7-1,9 м. Қорытпаны бетінен қыздыратын болғандықтан, ванна терең болғандықтан температура алшақтығы бетінде 1100-1300 °С,



Сурет 20
Си - Pb жүйесіндегі диаграмма түрі

түбінде 500-600 °С. Осындай температура алшақтығы негізінде қорғасынның төменгі қабатынан ликвация әдіс мен мыс шликері бөлімін бетіне қалқып шығады. Қорытпаның бетінде мысты сульфидтендіру бай қорғасын шоғырымен және

натрий сульфидымен жүргізіледі. Ошақтың ішінде $NaCO_3$ мен қорғасын сульфидының өзара әрекеттесуінің нәтижесінде натрий сульфиді түзіледі.

Ликвациялық фазаға бөлінудің теориялық негізі периодты мыссыздану бөлімінде көрсетілген.

$2Cu+PbS=Cu_2S+Pb$ (1)
$2Cu+FeS=Cu_2S+Fe$ (2)
$PbS+Fe=FeS+Pb$ (3)

Барлық температуралық интервалға сәйкес реакция (1) іс жүзінде түгелдей оңға ығыстырылған. Олай болса мысты сульфидтендіру термодинамика жөнін дұрыс жолға қойылған.

Жаңа үрдістің авторларының ойынша әдісті жетілдіруде мыссыздандыру шихтасына сода қосқан. Бұл үрдіс барысында бірнеше функция атқарады.

Үздіксіз мыссыздандыру шихтасында сода мен қатты көмертегін қосу мынаны берді штейшнен таза қорғасынды металл фазасына қосты және штейн алуға керекті Na_2S алынды.

Сода мен қатты көміртегі бар кезінде алынған Na_2S полиметалл штейн сапасын жақсартады: біріншіден Na_2S (500-600 °С дейін) полиметалл штейннің температурасын төмендетеді. Диаграмма $PbS-Na_2S-Cu_2S$ сур. көрсетілген. Штрихталған бөлігі үздіксіз мыссыздану құрамын көрсетеді.

Мұның тағы бір жағымды жағы полиметалл штейннің құрамында Na_2S болуы онда қорғасынның еруін азайтады.

Тағы бір жағымды жағы үздіксіз мыссыздандыру шихтасына соданың болуы, балқыту барысында қорғасын шоғырынан бос жыныстардың арқасында шлак пайда болады. Шлактың жасалуы пайдалы, ол қорғасынды басқа қоспалардан тазалайды, екінші жағынан қорғасынды ауаның оттегімен тотығудан сақтайды (сурет 21).

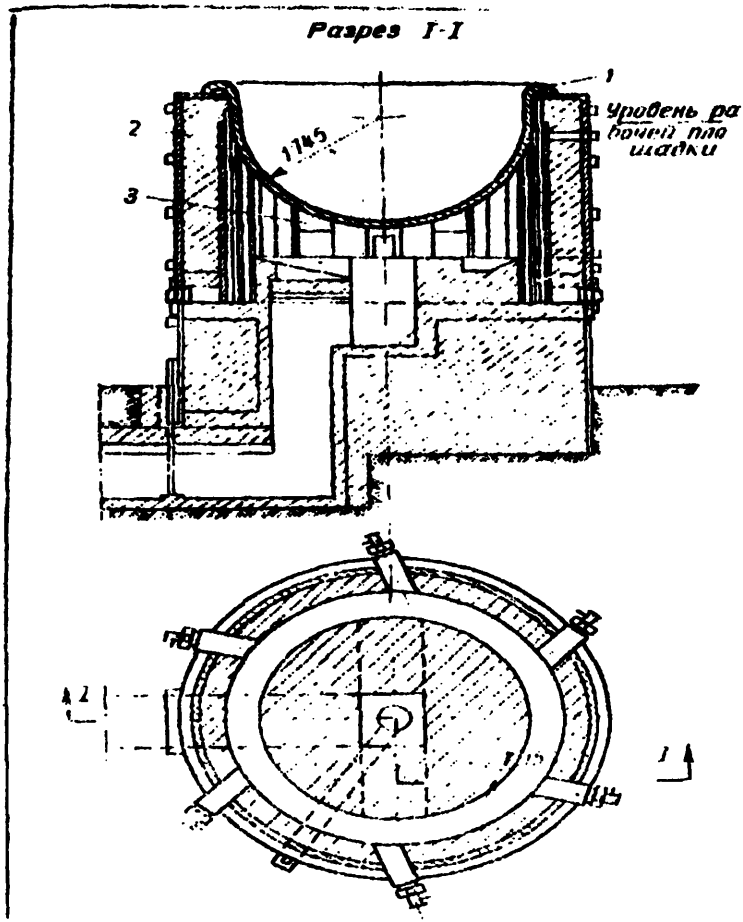
Шликерлерді өңдеу

Құрғақ шликерді дағда бойынша жеке өңдейді, мысты штейннен шпейзаға ауыстырады, оларды қорғасын өндірісінен

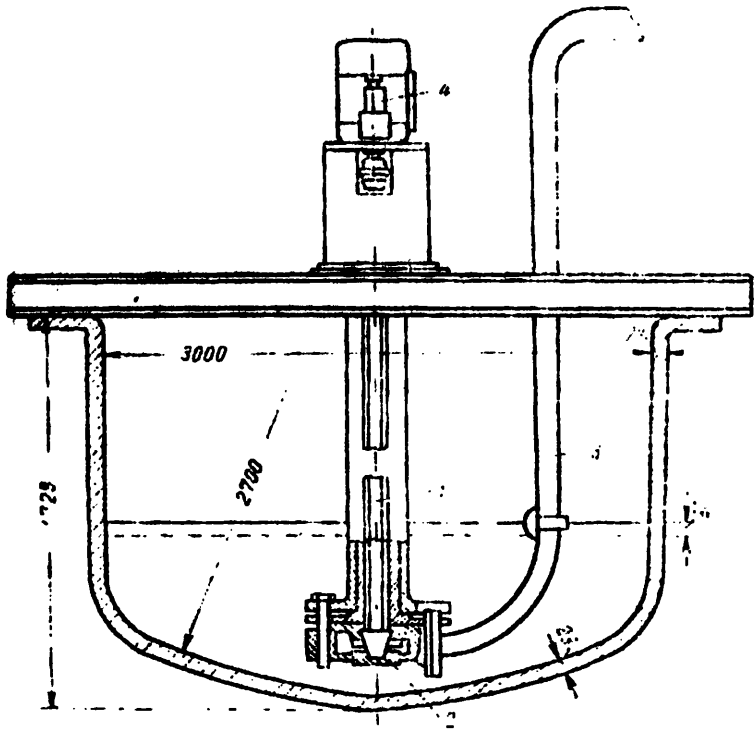
бөліп сыртқа шығарады, ал қорғасынды кері қайтарады. Шликерді өңдеудің ең көп қолданылатын түрі шағылыс ошағында өңдеу, оған темір жаңқасы (2-7%), кварц (1-2%), кейде сода (5-10%), кокс (1-2%) қосады. Сульфидизатор ретінде кокстың қатысымен сульфат натрий қолданылады.

Темір жаңқасы қорғасынды сульфидтерден, мысты шпейза арсенидтерінен ығыстырады, мыстың штейнге ауысуына көп ықпал жасайды. Сода қорғасынды сульфидтен ығыстырады және кварцпен қосылып бос жыныcты шлактандырады. Сода сульфид натрий түзеді, ол қорғасынның штейнде еруін азайтады. Сульфид натрий сульфат натридің толықтырылуынан пайда болады.

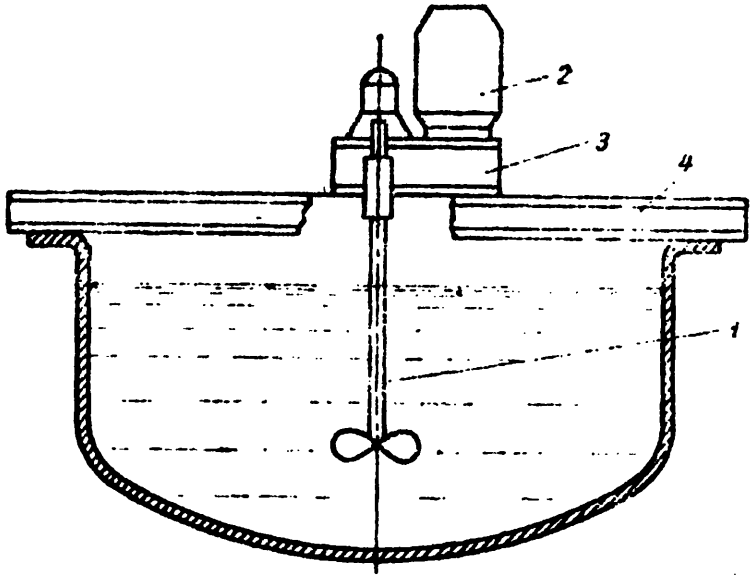
Үрдістің температурасы 110-1300 °С. Балқыма өнімдері: штейн (30-50 % Cu, 5-20 % Pb). Шпейза (40-50 % Cu, 17-25 % Pb). Шпейзамен айтарлықтай күміс, әсіресе алтын сыртқа шығарылады. Шликерді өңдеу үрдісін көп қорғасын газбен (3-5 %) шығады және тиеу, тасымалдау кезінде механикалық шығын болады (сурет 22, 23).



Сурет 21
Қорғасынды тазалауға (рафинация) арналған қазан.
1 - қазан, 2 - ұя, 3 - түбіндегі тіреу.



Сурет 22
Қорғасынды тасымалдайтын насос.



Сурет 23
Күкіртті балқыған қорғасынға араластырғыш.

Қара қорғасынды теллурдан тазалау

Шоғырдан қара қорғасынға 60-70% теллур ауысады оның металдағы мөлшері 0,01-0,005% болғанда. Әдетте теллур қара қорғасыннан мышьяк, қ,алайы, сурьмамен бірге сілтілеу тәсілімен тазаланады. Оны қорытпасын арнайы өнім алу өте қиын, сондықтан отандық заводтар арнайы теллурсыздандыру операциясын жүргізеді. Мұндай жағдайда теллурды селективті бай өнімге бөледі. Теллурсыздандыру тәсілі мынаған негізделген теллур натриймен қосылып тұрақты қоспа түзеді Na_2Te, ол 953 °С балқиды, оның меншікті салмағы қорғасыннан жеңіл. Температура 350-450 °С болғанда қорғасында 10-15 мин ішінде қорғасынды натрий (3% натрий) қорытпасы ериді, 1 кг натриді 1 кг теллурға есептегенде. Бұдан соң ваннаны 1 сағат уақыт мөлшерінде натрий жеміргішімен (шығыны 0,02-0,06 %) өңдейді. Бетіне қалқып шыққан қорытпа (сьем) құрамында 15-

30% теллур, 0,5-1,0% селен және 70-80% қорғасын. Теллурдың қорытпаға өтуі 91-98%. Үрдістің уақыт мерзімі 3-4 сағат. Теллур алу мақсатымен қорытпаны (сьемді) қайтадан балқытады, онда температура 340-370 °С болуға тиіс, екінші жағынан механикалық жолмен ілескен қорғасыннан ажыратады қалғанын арнайы ерітеді. Ерітіндіден теллур шоғырын алады, одан теллур алынады.

5.3. Қорғасынды жұмсарту (мышьяктан, қалайыдан, сурьмадан тазарту)

Мыстан, теллурдан тазаланғаннан кейін қорғасында 3% дейін қалайы, мышьяк, сурьма болады, Олардан тазалаудан керектігі сондай, олар қорғасынды опырылғыш жасайды, яғни механикалық сапасын төмендетеді, одан басқа сурьмамен қалайы өз алдына өндірістің құнды өнімдері.

Бұл қоспалар қорғасынға қарағанда оттегіне бейім осы касиеттері қорғасынды тотықтыру әдісімен тазалауға мүмкіндік береді.

Тотықтыру екі түрлі әдіспен жүргізіледі

1) ауаның оттегімен - тотықтыру арқылы тазалау;

2) ауаның оттегімен және селитрамен-сілтімен тазалау.

Тотықтыру арқылы тазалау

Қара қорғасынды тотықтыру арқылы тазалау шағылыс ошағында жүргізіледі, онда температура 800-900 °С болады, берілетін ауаның оттегімен тотығады. Осы кезде қалайы, мышьяк және сурьма глеттың оттегімен сонан соң ауаның оттегімен тотығады. Алғашқыда балқытылған ваннада қорғасын тотығады, себебі оның массасы ваннада көп, басқа элементтерге қарағанда

$$2[Pb]_c+0_2=2PbO$$

Түзілген глет қорғасында ерітеді, сондықтан оз алдына қатты фаза жасалады. Ол қорытпа ішінде болғандықтан ондағы Sn, As, Sb әрекеттеседі нәтижесінде тотықтар және шлактар жасалады. Қалайының, мышяктың, сурьманың тотықтары қорғасында ерімейді. Әрекеттесудің бірінші сәтінде сұйық қара қорғасын қатты қорғасын тотығымен кездескенде қоспалардың барлығы тотығады, әрине шоғырланған коэфицентіне пропорционалды түрде

$$nPbO+ (aSn,bAs, cSb)=n\bullet Pb+(aSn, bAs, cSb)\bullet On;$$

Осыдан кейін қоспадағы элементтер мөлшері азая бастайды, енді бұл қабатқа алыстағы балқыған қара қорғасын қабатынан Sn,As, Sb диффузия жылдамдығы әр түрлі және оттегіне бейімділігі де әртүрлі. Соңғысы жасалу бос энергияға байланысты.

Қалайының, мышьяктың, сурьманың тотықтары глетке қатынасы амфотерлі, олар қышқылдық сипат көрсетеді, нәтижесінде өздеріне сәйкес тұздар түзіледі: станнаттар (Sn^{+4}), арсениттер (As^{+3}), антимонаттар (Sb^{+3})

$$Sn+3\ PbO=Pb\bullet SnO_2+2Pb$$
$$2As+6PbO=3PbO\bullet As_2O_3+3Pb$$
$$2Sb+4PbO=PbO\bullet Sb_2O_3+3Pb$$

Тазалауға арналған шағылыс ошақтары әртүрлі сыйымдылығы 300 т қорғасын кейде одан да көп отын ретінде шаң тәрізді, сұйық және газ тәрізді отындарды пайдаланады. Шығатын газдың температурасы 1100-1200 °С, онымен кететін қорғасын шығыны айтарлықтай, газдарды атмосфераға жіберудің алдында тазалайды. Үрдістің ұзақтығы қорғасынның ішіндегі қоспаның мөлшеріне, үрдістің температурасына, ошақтың үлкендігіне және тотықтыру әдісіне тәуелді, сондықтан 12-24 сағаттан (қоспа мөлшері 1-1,5%) бірнеше тәулікке созылуы мүмкін. Тазаланған қорғасын шығыны 90-92% аспайды, барлық шлак шығыны 5-8%, шаң шығыны- 5-7% отын шығыны- 3-8%. Қорғасынды тазалау дәрежесі өте жоғары.

Қара қорғасынды сілтілеу әдісімен тазалау

Қара қорғасынды қалайыдан, мышьяктан, сурьмадан тазалаудың сілтілік әдісінің негізі, балқытылған NaOH пен NaCl қорытпасынан сұйық қорғасынды циркуляция жүргізеді, үрдістің жүру температурасы 420-450 °С. (сурет 24)

Қорғасынды сілтілік тазалау үрдісі екі бөлімнен тұрады.

1. Қоспалардың тотығуы бірден ауаның оттегімен немесе глеттің құрамындағы оттегімен тотығады.

Ауа ағыны қорғасынды сорып циркуляция жасаған кезде қайтадан негізгі массаға қосылып жатқанда қорғасын ағынымен бірге негізгі массаны аралап артынан із қалдырады, өте жұқа пленка пайда болады, ол глет. Соңғы құбылыс эмульсия сияқты металы бар ваннаға таралып қоспаларды тотықтырады.

Мышьяктың тотығуы алдымен үш валенті тотыққа содан соң бес валенті тотыққа глетпен тотығады.

$$2[As]_c+3PbO_к=As_2O_3+3[Pb]_c$$
$$2As_2O3+2PbO_к=As_2O_5+2[Pb]_c$$

Қалайы алдымен былай тотығады:

Қалайы қос тотығы 380 °С дейін тұрақты және сілтімен тазалау температурасына (420-450 °С) ыдырайды.

Сурьма өзін шамамен мышьяк сияқты көрсетеді алдымен үш валентті сонан соң бес валенті болады.

$$2(Sb)+3PbO_к=Sb_2O_{3c}+3[Pb]_c$$
$$Sb_2O_{3x}+2PbO_к=Sb_2O_{5c}+2[Pb]_c$$

Сілтілі тазалау барысында, үрдіс жүретін температурада қоспалардың тотығу жылдамдығы қорғасынның ішінде әсіресе сурьма ауамен тотығуы төмен, оны жылдамдату үшін сілтімен тазалауға сілтімен қосады. Жоғары температурада ол ыдырайды.

$$4NaNO_3=2Na_2O+2N_2+5O_2$$

Бөлінген оттегі үрдіс екпіндетеді, яғни тотығуды селитра шығыны мынадай есеппен жүргізіледі: одан бөлінетін оттегінің 70-80% қоспа As, Sn, Sb тотығуына кетеді, қоспаның 15-30% ауаның оттегімен тотығады.

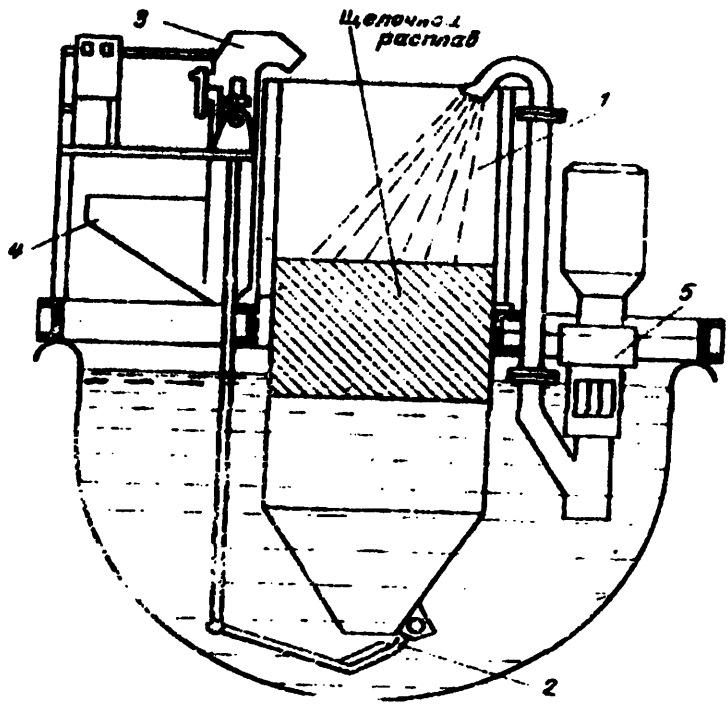
2. Шлактануға керекті натрий тотығының бір белігі селитраның ыдырауынан болса, екіншісі NaOH болады бұлар қорытпаның ішінде, ол арқылы қорғасын циркуляциясы жүргізіледі. Мысалы:

$$As_2O_3+2NaOH=Na_2O\cdot As_2O_3+H_2O$$

реакция экзетермиялық.

Жалпы қоспалардан тазарту сілтілік тазарту үрдісінде мынадай реакциялармен өрнектеледі.

$$2As+4NaOH+2NaNO_3=3Na_2O\cdot As_2O_3+N_2\uparrow+2H_2O\uparrow$$
$$5Sn+6NaOH+4NaNO_3=5(Na_2O\cdot SnO_2)+2N_2+3H_2O\uparrow$$
$$2Sn+3NaOH+NaNO_3=2(Na_2O\cdot SnO_2)+NH_3\uparrow$$



Сурет 24

Қорғасынды сілтімен тазалаудағы аппарат.

1 - реакция жүретін цилиндр. 2 - Клапан. 3 - элеваторлы көректендіргіш. 4 - реагенттерге арналған бункер. 5 - насос.

Сонымен реагенттердің атқаратын қызметі былай: натрий силитрасы белсенді тотықтырғыш болып табылады мына қоспаларға мышьяк, қалайы, сурьма, сонымен қоса солардың тұздарын түзеді арсенттар, станатта және антимонаттар, натрийдың, осы тұздарды сіңіру қабылетін арттырады.

Алынған қорытпадан тауар өнімі ретінде натрийдың арсенаты, стонаты, антимонаты алынады және алынған реагенттер кері қайтарылады (регенерация) натрий селитрасынан басқасы.

Сілтілік тәсілмен қорғасынды тазалаудың іске асыру жұмысы былай жүргізіледі, қазанда қорғасынды 420-450 °С қыздырады. Қазанның үстіне Гаррис апаратын орналастырады, оның цилиндріне ковштан балқытылған NaO және NaCl құйылады. Реакциялық цилиндрдың үстіне силитрасы бар бункер орналасқан. Сонан соң қорғасынды насоспен реаксионды цилиндр арқылы жібереді. Келесі кезекте араластырғышты және селитра тетігін қосады. Реакция экзатермиялық болғандықтан қазан мен цилиндрды операцияның басында қыздырса болғаны. Цилиндрдің ішіндегі балқыма қорғасынды, егер қорғасынның қоспасы көп болса, яғни балқыманың сіңіру мүмкіндігінен артық болса, онда цилиндрды бірнеше рет толтырады. Балқыманың қалайымен, мышьякпен тойыну шегі, соларға сәйкес 17,5 және 25%. Тойынған балқыманы цилиндрден былайша алады. Цилиндрдың шығатын тесігін жабады, насоспен қорғасынды айдай цилиндрді толтырады, тойынған балқыма бетіне қалқып шығып науа арқылы ковшқа құйылады және оны өңдеуге жібереді.

Цилиндр балқымадан босаған кезде, оның шығатын тесігін ашып қорғасынды қазанға жібереді. Содан соң цилиндрды қайтадан сілтімен хлорлы натрий қоспасымен толтырады. Тазалаудың сапасын алынған мөлшердің түрінен біледі немесе химиялық талдау арқылы біледі. Аппаратта жұмыс істеу қарапайым. Қоспаның 1% тазалауға 6 сағат уақыт кетеді. Жұмысшыға ең керекті қауіпсіздік қолымен бетін сілті шашырындысынан сақтану керек.

Сілті реагенттерінің шығынын мынадай теңдеумен есептейді: сілті салмағы = мышьяк салмағы х 2,3+ қалайы салмағы х 4,3+ сурьма салмағы х 2,6.

Хлорлы натрийдің шығыны 20 % NaOH-тан артпау керек. Селитра шығыны теориялық керектіліктен кішкене аз болуға тиіс, себебі тотығудың бір бөлігі ауа оттегінен болады.

Сілтімен тазалауды сол кезде қолданады, бетіне қалқып шыққан балқыманы өңдеуге мүмкіндік болғанда сонымен қоса реагенттер шығынын қайтаруға мүмкіндік болуға тиіс. Іс жүзінде тек селитра шығыны болады, сілті мен хлорлы натрий кері қайтарылады.

Сілтімен тазалаудың басымдылығы

1) Жабдықтар қарапайым, үрдістің температурасы төмен;

2) Қор,асын, алтын, күміс және висмут іс жүзінде айналма материалға қосылмайды;

3) Отын шығыны аз;

4) Мышьяктың, қалайының, сурьманың ізіне дейін тазартылады;

5) Қорғасын ішіндегі As, Sn, Sb пайдалану мүмкіндігі;

6) NaO пен NaCl кері қайтарып, қайтадан пайдалануға мүмкіндігі;

7)Үрдіс шағылыс ошағына қарағанда тезірек жүретіндігі, істейтін жұмысшылардың аздығы.

Кемшілігі қоспалар балқымасын өңдеудің қымбаттылығы, керекті жабдықтардың үлкендігі.

Қорғасынды күмістен тазалау

Қара қорғасыннан күміс пен алтынды алудың үш жолы бар.

1) купеляция;

2) бөлшектеп кристалдандыру;

3) қорғасынға мырышты араластыру.

Купеляция - қорғасынды балқытып тотықтыру қорғасын алтын мен күміске қарағанда жеңіп тотығып глет түзеді, ол ваннаның бетіне қалқып шығып ошақтан ағып шығады. Барлық қорғасын тотыққанда қалатыны алтын мен күмістің қорытпасы. Бұл өзі өте ескі тәсіл.

Бөлшектеп кристалдандыру ликвация тәсіліне негізделген. Қорғасынды жайлап суйытқанда мына температура аралығында 324-304 °С, таза қорғасын кристаланады, ол асыл металдар алғашқы қорытпаға жиналады. Қай кезде асыл металдың шоғыры алғашқы қорытпасы 1,8-2,0 % жеткенде, оның шығыны 13-20 % болады өңдейтін қорғасын салмағынан осы кезде купеляция жүргізіледі.

Алғашқы ерітіндіде диаграмма сәйкес эвтектика құрамын 2,5 % Ag температура 304 °С болғанда, іс жүзінде мүмкін емес, себебі күміс 1,2-2,0 % төмен болғанда қорғасынның өте майда

бөлшектері суытқанда кристалданады және қотарған кезде көп алғашқы ерітінді кетеді. Іс жүзінде қорғасынның кристалдануы кішкене қазан қатарында (15 дейін) бірнеше рет болады нәтижесінде шеткі қазанда асыл металға байыған алғашқы ерітінді алынады, оған қарама-қарсы жағында тазаланған қорғасын алынады.

Кәзіргі кезде күмістен тазалау қорғасынға мырышты араластыру арқылы жүргізіледі. Бұл барлық көрсеткіштер жағынан ең жақсы тәсіл, мұнда купеляцияға жіберілетін қорытпада 1-1,5 % қорғасын.

Мырышпен күміссіздендіру - сұйық қорғасынға таза мырыш металын араластырады.

Осы кезде күміс пен алтын мырышпен қосылып қиын балқитын қоспа құрайды немесе интерметаллоид дейді, іс жүзінде қорғасында ерімейді және қорғасынға қарағанда меншікті салмағы жеңіл осы қасиетіне байланысты қорғасын ваннасының бетіне қалқып шығады көбік ретінде, соңынан оны жинап алады.

Мырыш пен қорғасын бір-біріне шектеулі ериді. Қорғасын мен мырыш диаграммасын (сур) қарайтын болсақ, одан байқайтынымыз мына. Температурадан 418 °С жоғары бір-бірінде ерімейтін екі сұйық қабат пайда болады: еріітінді мырыш қорғасында (астыңғы қабат) және ерітінді қорғасын мырышты (жоғарғы қабатта). Температура төмендегенде қабат құрамы ликвидус сызығына сәйкес өзгереді және температура 418 °С болғанда мырыш қабатында 0,5% Pb, ал қорғасын қабатында-2,0% Zn болады. Бұдан ары температураны төмендетсе мырыш қабаты кристалданады, ал қорғасын қабатында мырыш шоғыры. 0,55% дейін төмен дейді температура 318 °С болғанда (сурет 25).

Күміссіздендіру үрдісі қайтарма реакциямен өрнектеледі.

$$Ag+Zn \leftrightarrow AgZn+Q$$

$$a = \frac{Zn(атомн.с\%)}{Ag(атомн.с\%)}$$

"а" мәні 1,7-9,3 дейін –өзгереді.

Соның озінде неғұрлым кристалдану температурасы жоғары болса, соғұрлым төмен кристалдар күміспен бай. Күміспен қорғасынды тазалау керекті дәрежесі реакцияның оңға қарай ауысуына байланысты.

Күміспен тазалауға керекті мырыш мөлшерін есептеуге мына теңдеуді пайдаланады.

$$Zn=0,55+\frac{Ag}{r};$$

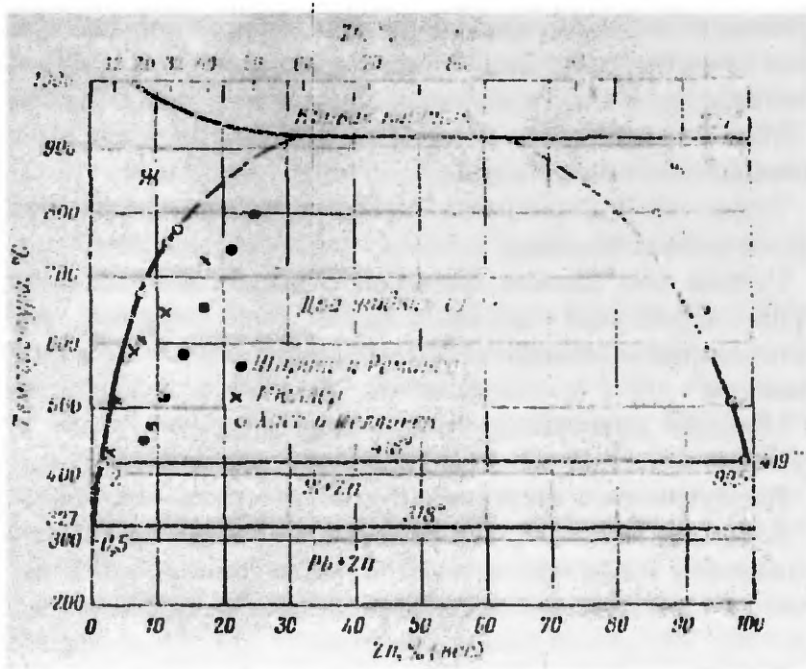
мұндағы Zn-мырыш шығыны, қорғасынға қарағанда процентпен;

Ag- қорғасындағы күміс мөлшер, %;

г- көбіктегі күмістің мырышқа қатынасы;

0,55- эвтектикадағы мырыш мөлшері.

Көбіктегі кристалда күміс пен мырыштың арақатынасы қорытпадағы температураға байланысты, бұл құбылыс көбіктің бөліну сәтінде және күміс пен мырыштың шоғырланғанда байқалады. Неғұрлым температура жоғары болса күміс қорытпада көп болса, соғұрлым "г" көп, көбік күміске бай және мырыш шығыны аз. Төменгі температурада бөлінген көбікте күміс аз, мырыш шығыны көп. Мұндай көбікті қара



Сурет 25
Pb - Zn жүйесіндегі диаграмма көрінісі.

қорғасынның келесі мөлшеріне қосқан тиімді, оны айналма материалға жібереді. Сондықтан күмістен тазалағанда ең кем екі көбік алынады: бірінші бай көбік, одан алтын-күміс өндіріледі, екіншісі кедей көбік айналма материалға қосылады.

Асыл металдарды көбірек алу үшін қорғасынға мырышты көп қосады, қорғасынның мырышпен тойынған есебіне қарағанда. Әдетте мырыш 1,5-2,0% қорғасын салмағынан.

Қорғасынды мырышпен күмістен тазаланғанда қоспалардың сипаты

Қара қорғасын жұмсартқаннан кейін оның құрамында алтын, күміс, мыс, темір, никель, кобальт, қалайы, висмут, теллур, т.б. олардың бөлінуі қорғасынды күмістен тазартқанда былай: алтын үш интерметалды қосынды түзеді Au, Zn, $AuZn_3$, $AuZn_5$ бұдан

басқа алтын күміспен қосылып қатты ерітінді түзеді. Осының арқасында алтын күміске қарағанда көбікке көбірек ауысады. Осы қасиетін пайдаланып кейде қорғасыннан алтын тең күмісті бөлгенде, кезекпен алтын сонан соң күміс көбіктерін алады.

Мыс мырышпен қосылып интерметалды қосынды түзеді, ол мырышты көбікке ауысады.

Темір, никель, кобальт, мырышпен интерметалды қосынды жасай көбікке ауысады.

Сурьма мен қалайы мырышпен жеңіл балқитын эвтектика түзіп қорғасында қалады. Қорғасында олардың мөлшері айтарлықтай болғанда көбік пен қорғасынды бөлуге кедергі жасайды.

Мышьяк және теллур мырышпен қосынды түзеді, көбікке ауысып, оның қорғасыннан бөлінуіне кедергі жасайды.

Висмут мырышпен реакцияға түспей қорғасында қалады.

Қиындықты болдырмау үшін және артық мырыш шығынын болдырмау үшін қорғасынды күмістен тазартқанда алдымен мыстан тазартады, сонан соң қорғасынды жұмсартады.

5.4. Қорғасынды мырыш пен күмістен тазартуды іске асыру

Қазанға насоспен алдын ала тазаланған қорғасынды толтырады, содан соң 450-500 °С дейін қыздырады. Насоспен қорғасынды айдаудың керектігі сол ваннаның бетінде сілті болмау керек, ол болса мырышты тотықтырады. Күмістен тазалауға мырышты ваннаға екі бөліп салады. Алғашқыда үрдіске керекті мырыштың 2/3 бөлігін қорғасынға салады және алдыңғы операциядан алынған (айналма) көбікті салады. Мұның барлығын балқытады. Сонан соң қазанға араластырғыш қондырғыны салып 5-10 мин. екпінді араластырады, осыдан соң қорғасынның бетіне күмісті көбік қалқып шығады, оны бай көбік дейді. Бай көбікке күмістің 90% өтеді, оның алғашқы қорғасындағы мөлшерімен салыстырғанда шоғыры 20 есе өседі. Бай көбіктің құрамы: 5-10%Ag, 25-30% Zn, 1-2%Cu, 60-70% Pb. Содан соң мырыштың екінші қалған бөлігін салады, араластырып суытады 350 °С дейін - бұл көбіктің қорғасыннан

жақсы бөлінуіне және мырыштың қорғасында ерінуінің азаюына ықпал жасайды. Екінші көбікті қалқып алады және қазан қабырғасын көбіктен тазалайды. Күмістің қорғасындағы мөлшері 3-10 г/т болғанда үрдіс аяқталады деп есептеледі. Екінші көбікте күміс мөлшері 0,5% аз және көп мырыш металы сондықтан ол айналма делінеді бірінші берілген мырышпен бірге күмістен тазалаудың келесі операциясына жіберіледі.

Үлкен сыйымдылығы бар қазанда қорғасынды күмістен тазалау үрдісі 18-20 сағатқа созылады.

Мырышты тиеуді бірақ рет бірден жасауға болады 510-530 °С дейін қыздырады, оған алдыңғы операция араластырады.

Температураны 480-500 °С төмендеткеннен кейін бай тауар көбігін жиып алады. Содан соң температура 430-460 °С болғанда барлық мырышты қосып және кедей айналма көбікті бірге 5-10 мин. араластырып, бұдан кейін қазанды суытуға қояды содан соң бай айналма көбікті жинайды, температура 370-380 °С болғанда бай айналма көбікті жинауды тоқтатады, қазанды тазалайды. Бұдан соң қалған мырышты тиеп температураны 420-430 °С көтереді, нәтижесінде кедей айналма көбікті алады.

Көбікті өңдегенде екі операция жүргізеді:

1) мырышты дистиляциалайды, нәтижесінде мырыш қорғасыннан және асыл металдардан бөлінеді.

2) купеляция нәтижесінде қорытпасын асыл металдардан бөлінеді.

Алдын ала алтын мен күміске байыту үшін одан флюс қабатының астында қорғасынды ликвациялық балқыту арқылы бөледі. Флюс ретінде хлорлы тұздарды алуға болады, мысалы MgCl, 2KCl, олар 400 °С балқиды. Металдардың тотықтыруын болдырмау үшін оған ағаш көмірін қосады.

Көбік балқығаннан кейін, ол қоюланып екі қабатқа бөлінеді қорғасын және күмісті мырыш қорытпасына. Қорғасынды сифон арқылы жібереді, күмісті —мырыш қорытпасын жоғары бөліктегі патрубок арқылы жібереді, соңғысының 20-30% Ag, 60-65% Zn. Ликвация температурасы 600-650 °С.

Дестеляция ретортта жүргізіледі, оның құрамы графит (55%), ылай (45%), қыздыру температурасы 1100-1200 °С, оның өзі

дистиляция ошағының ішіне орналасқан. Көбікті дистиляциялау әдісі металдардың қайнау температуралық айырмашылығына негізделген. Мырыш —906 °С, қорғасын —1750 °С, алтын мен күміс — 2000 °С жоғары болғанда қайнайды. Температураны 1100-1200 °С қыздырғанда мырыш буланады және қорғасын алтын-күмістің қорытпасы қалады. Реторттың өлшемдері сондай болуы керек, одан шығатын бұдан температурасы 450-500 °С аспауға тиіс. Егер температура мырыштың балқу (419 °С). Төмен болса мырыш шаңға пусьераға ауысады. Температура 500-600 °С жоғары болғанда мырыш буының көбі конденсатор арқылы өтіп отырып үлгермейді. Конденсатор ошақтың сыртына орналасқан, ол шойыннан, графиттен немесе балшықтан жасалады. Толықтыру атмосферасын жасау үшін көбікке 1-3% ағаш көмірін қосады.

Мырышты айдау яғни одан тазалау 6-8 сағатқа созылады, содан соң күміс пен алтынға байытылған қорғасын купеляцияға түседі, ол үрдіс шағылыс ошағында жүргізіледі, ошақтың ішіне арнайы арбамен қорытпаны кіргізеді. Отын шығыны өңделетін көбіктің массасының 50-100% болады. Көбіктен 80-90% мырыш сұйық металл конденсаторға отырады.

Көбікті немесе қорытпаны өңдеудің ең жетілген тәсілі электротермиялық балқыма. Қондырғы мыналардан тұрады: электрошағы, конденсатор және шаң ұстағыш жүйе.

Электрошағына жасанды шлакты тиейді (кедергі дене) ошақты қыздырады және оған көбік пен коксты (шамамен 1%). Ошақтың шаңырақ астындағы температура 1000-1100°С, конденсатор сұйық мырыш пен газ кіреді, онда имплер төмен түскен, ол 950 айналады /мин. Мырыштың конденсатордағы температурасы 520 °С. Конденсаторда алынатыны сұйық мырыш және дросс. Конденсатордан мырышты зумф арқылы жібереді, оны қалыпқа құйып күмістен тазалайтын бөлімге жібереді. Шаң мен дросты көбікпен бірге электр ошағына жібереді. Жиылғанына қарай күмісті қорғасынды электрошағынан жібереді және оны купеляция цехына бағыттайды.

Күмісті қорғасынға қорғасын мен асыл металдардың шығыны 99,5%. Мырыштың металға аршылуы 87%.

Купеляция: - бұл тәсілдің негізі қорғасынды балқытып тотықтыру, масса ошақтың еденінде болса үстінде жалын болады, глеттің балқу температурасы 883 °С болса үрдіс 900 °С маңайында жүргізіледі. Ошақтың еденінде жылжымалы рельске орналасқан арба, онда купель орналасқан. Купеляция үрдісін жүргізу үшін желдеткішпен ауа береді, ол ванна бетін жанай өтуге тиіс. Жасалған глет науа арқылы қазанға құйылады. Қай кезде ванна ақталған күміспен толғанда жаңа мөлшерді беруді тоқтатады, температураны жоғары көтеріп ауа беруді күшейтеді. Кейде тотықтырғыш ретінде селитра береді. Сонан соң алтын-күміс қорытпасын арнайы қалыпқа құйып аффинаш бөліміне жібереді. Күмісті қорғасынды өңдеуге купеляцияның орнына электролиттік тәсілді қолдануға болады. Бұл тәсілде анод ретінде 83,4% Pb, 13,5% Ag, 0,02% Au, 1,6%Cu, 1,1% Zn, 15%Sb, 13%Bi. Бұлар сульфатинді (HSO_3 NH_2) электролитте, токтың тығыздығы 150 А/ $м^2$, құрамында 80 г/$дм^3$ Pb және 100 г/$дм^3$ бос қышқыл, нәтижесінде катодта тығыз шөгінді пайда болады. Катодтағы шөгіндінің құрамы: 0,0004%Cu, 0,0005%Sb, 0,004%Bi, күмістің ізі қорғасынның 95% катодтағы шөгіндіге отырады. Анод шламының құрамы: 82% Ag, 0,1% (Au+Ag), Cu, Zn, Bi,Sb. Шламнан алынатыны: 100% (Au+Ag), 5 % Pb, 80 % (Cu+Bi), 43% Zn. Шламды селитра және соданы қосып балқытады, барлық қоспалар тотығады және шлакқа өтеді. Тазаланған алтын күміс қорытпасы афинажға жіберіледі. Электр энергия шығаны 140-150 квт-с/т қорғасынға.

5.5. Қорғасынды мырыштан тазалау

Мырышты қолдану арқылы күмістен тазартқаннан кейін, қорғасында қалатын мырыш мөлшері 0,6-0,7%, бұдан басқа да қоспалар бар алдыңғы тазалаулардан қалған. Мырыш қорғасынды басқа кәдеге асыруға мүмкіндік бермейді, оның қаттылығын өсіреді, оны омырылғыш жасайды, оның коррозияға қарсы қабылетін төмендетеді.

Мырыштан арылу бірнеше жолмен жүргізіледі:

1) тотықтыру арқылы тазалау:

- ауамен шағылыс ошағында.

- бумен (судың) қазаннан.
- ауа мен сілтінің қатысуымен.

2) хлормен тазалау.

3) ауасыз қуыста (ваккум).

Тотықтыру арқылы тазалау

Тотықтыру арқылы тазалауды шағылыс ошағында жүргізеді немесе қазандағы бумен. Шағылыс ошағында тазалау қорғасынды балқытып тотықтыру мына температурада 900 °С жүргізіледі. Қорғасында еріген мырыш тікелей ауадан алынатын оттегімен немесе түзілген қорғасын тотығымен төмендегі реакция бойынша:

$$2Zn + O_2 = 2ZnO$$
$$Zn+PbO=ZnO+Pb$$

Екінші реакция былай түсіндіріледі оттегіне мырыштың бейімділігі күшті қорғасынға қарағанда.

Мырыш тотығының бір бөлігі буланып (возгонка) түтін газбен кетеді, тағы бір бөлігі қорғасын тотығымен бірге шлак түзеді, ол температураны төмендеткенде қатты күйінде ванна бетінен сылынып алынады. Тотықтыру балқымасын бірнеше рет қайталау арқылы қорғасынды мырыштан түгелдей арылтады. Ауа бүйіріне орналасқан терезелерден табиғи сору немесе желдеткіш арқылы береді.

Бұл үрдіс жетілдірілмеген біраз кемшіліктерінің арқасынды. Уақыт мерзімі (16-24 сағат), шлакпен кететін қорғасын мөлшері көп, еңбек қауіпсіздігі жаман, сонан соң өте қымбатқа түседі.

Бумен тазалауды мынадай технологиямен жүргізеді. Қорғасынды 900 °С дейін қыздырады, құбырмен бу жеткізіледі, соның әсерінен мырыш тотығады.

$$Zn+H_2O= ZnO+H_2$$

Мырыш тотығы балқымайтын болғандықтан ваннаның бетіне қалқып шығады. Қорғасынның бір бөлігі ауадан тотығады.

Ваннада тұрақты қозғалыста болса да шлакпен ілесіп кететін қорғасын металы (шлак құрамында 24%, ZnO, 38%PbO, 34% Pb).

Тазалауды екі бөліп жүргізеді біріншісінде ваннаның қақпағы жабық болады тек мырышты тотықтырады, ал бу сурьма мен мышьякты тотықтырмайды, екінші бөлімінде қақпақты ашып қояды, осылай болғанда ауаның оттегімен соңғылары тотығады. Бірақ үрдістің айтарлықтай кемшілігі бар, тазалайтын қазандар тез тозады, отын шығыны көп, айналма өнімі көп, денсаулыққа қауіпті.

Сілтімен тазалау

Сілтімен тазалау қалайы, мышьяк, сурьма тазаланған агрегатта бұрынғы әдіспен жүргізіледі, айырмашылығы тек мұнда натрий силитра шығыны болмайды. Қосатын сілті мөлшері 100% және натрий хлоры 175% қорғасындағы мырыш мөлшерінен есептегенде. Мырыштан тазалау 390°С жүргізіледі. Мырыштан арылған соң сурьманы тотықтыру үшін температураны 460 С көтереді.

Селитра жоқ кезде мырыш ауаның құрамындағы оттегімен тотығады, ол натрий тотығымен қосылып цинкат натрий түзеді. Сонымен қоса мырыш сілтімен реакцияға түседі.

$$Zn+2NaOH(Na_2O•H_2O)=ZnO•Na_2O+H_2$$

Сондықтан кейде сутегі жарылыс жасайды.

Үрдістен алынатын өнім сұйық немесе қатты (төгілмелі) балқыма. Алғашқыда сілті шығыны (10 есе) және балқыманы гидрометалургиялық тәсілмен өңдеу сілтіні регенерация жасайды. Қорғасын тотықпайды, сондықтан оны өндіру түгелге жуық. Отын керек емес себебі үрдіс экзотермиялық. Отандық заводтарда мырыштың тазалау сілтілік тәсілмен жүргізіледі, алынатын өнімі қатты балқыса сонымен қоса бұл үрдісті қорғасынды тазалауда магний, кальций және сурьманы тазалаумен біріктіреді.

Хлормен тазалау

Балқытылған қорғасын мырыш арқылы күмістен тазалаған соң, оны қорғасын хлормен немесе газ күйіндегі хлормен хлорлайды, соңғысы көптеген металдармен қосылып жеңіл ұшырылатын қосынды түзеді. Газ күйіндегі хлормен хлорласа сұйық қорытпа алынады мына реакция бойынша: (сурет 26)

$Pb+C1_2= PbCl_2 +416,5$ кДж.
$Zn+Cl_2= ZnCl_2+358,6$ кДж

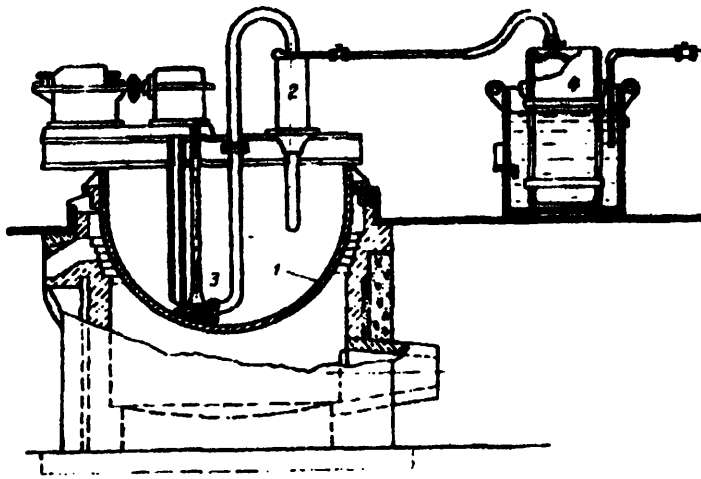
Мырыш қорғасында аз болғандықтан негізінен қорғасын хлорланады. Хлорлы қорғасын мырышпеннен реакцияға түседі.

$PbCl_2+Zn=Pb+ZnCl_2$;

Бұл реакция хлорлау кезінде негізгі болып табылады. Бір мезгілде мырышпен бірге мышьяк, қалайы және сурьма хлормен реакцияға түседі, егер олар қорғасында бар болса.

Қорғасынды хлорлау 380-400 °С реакциялық апаратта жүргізіледі, оны тазалайтын қазанның үстіне орналастырады, қазан әрине қорғасынмен толтырылған. Апарат хлормен толтырылады (газ күйінде) ол арқылы қазандағы балқытылған қорғасынды насоспен шашыратып өте майда бөлшектерге айналдырып жібереді.

Қорғасын жаңадан түзілген хлоридтермен қазанға құйылады, онда ол тұндырылады. Хлоридтер ваннаның бетіне қалқып шығады. Хлорлауды аяқтаған соң температураны төмендетеді. Сонан соң қатқан хлоридтерді жинап алады. Үрдіс жүрген кезде қорғасын хлорланады (4-7сағат, қазанның сыйымдылығы 200т)



Сурет 26

Қорғасынды мырышты хлорлау тәсілімен тазартатын қондырғы. 1 - қазан. 2 - реактор. 3- насос. 4- хлорлы баллон.

хлорлы мырыш аз буланады, апараттың темір бөлшектері аз желінеді, қорғасынның тотығуы өте аз.

Кейде хлорлаудан кейін мырыштан қалған бөлігін (0,02-0,06%) тазалау үшін қорғасынға сілті мен натрий хлорын араластырады - бұл ықшамдалған сілтілік тәсіл.

Бір тонна қорғасынға кететін реагенттер шығыны: хлор—9-10кг, сілті-0,9кг, натрий хлоры-0,115кг хлоридтер шығамы —2-3% қорғасыннан.

Хлоритдерді өңдеу:

1) оларды балқытады, техникалық жолмен ілескен қорғасын металын қазанның түбінде ликвация тәсілмен бөледі.

2) балқытылған хлоридке метал мырышты қосады ондағы мақсат мына реакцияның жүруіне мүмкіндік беру.

$$PbCl_2+Zn=ZnCl_2+Pb$$

Хлорлы мырышты арнайы қаңылтырдан жасалған ыдысқа құйып, ауызын мықтап жабады. Онда 99,9% мырыш хлориды оны антисептик ретінде қолданылады.

Бұл мырыштан тазалауда жетістігі:

1) үрдіс салыстырып айтқанда тез жүреді;

2) хлорды пайдалану дәрежесі жоғары —95-97% мырышты өндіру жоғары, алынған мырыш хлоридіне қосымша өңдеу керегі жоқ;

3) алынған қорғасын сапасы жоғары.

Бірақ айтарлықтай кемшілігі бар:

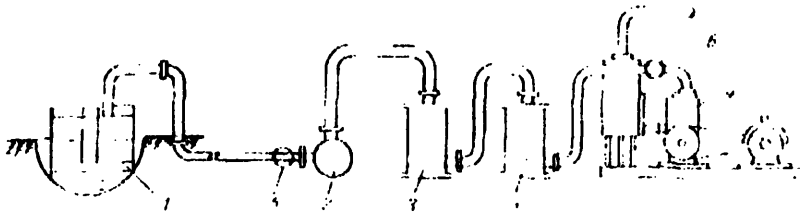
1) хлорды пайдалану - улы газ;

2) хлормен қалайы, мышьяк, сурьма түгелдей тазаланбайды, сондықтан кейде сілтілік тәсілді қолдануға мәжбүр.

3) хлормен жабдықтар желінеді.

Мырышты ауасыз қуыс арқылы тазалау

Бұл тәсіл мырышпен қорғасынның буларының қысымының әр түрлілігіне негізделген. Мырыш пен қорғасын буларының қысым арқылы болу коэффициенті былай: 1750 егер 500 °С, 960 егер 600°С және 171 егер 700 °С болғанда. Бұл мырышты мырышы бар қорғасыннан тиімді аластатуға мүмкіндік береді. Температураны төмендеткенде бөліну жақсара түседі, мұндай жағдайда үрдісті жылдамдату үшін оған ауасыз қуыс керек, оның заттардың қайнау температурасын төмендететіндігі белгілі, екінші жағынан ванна бетіндегі меншікті қысымның ұлғаятындығы белгілі. Мырышсызданған қорғасынның температурасын 400-420°С



Сурет 27

Қорғасынды ауасыз қуыс қондырғысында мырышсыздандыру нобайы. 1 - ваккумды аппарат. 2 - коллектор. 3 - сүзгіштер. 4 - ваккумды насос. 5 – екі жүрісті кран. 6 - үш жүрісті кран.

көтереді, сонан соң қазанның бетінен дросты жинап алады, сонан соң 580-620°С қыздырады. Қыздырылған қорғасын бетіне тазалайтын апаратты орналастырады, оның құрылымы қарапайым жарты сфералық шар іспетті, оның өзі арнайы жасалған сумен салқындатылады нәтижесінде қақпақ болып шығады. Онымен қорғасын бетіндегі кеңістіктен ауаны арнайы насоспен сорып алады. Апараттың ішкі кеңістігімен балқыған қорғасын бетінің арасы сыртқы дүниеден арнайы затвормен бөлінеді. Қалған қысым 2-7 Па. Тазалаудың уақыт мерзімі 6-5 сағат. Мырыштың 90-95 % осы тәсілмен тазаланады (қорғасында 0,03-0,05% мырыш қалады), сондықтан қалған бөлігіне қосымша сілтілеу тәсілі қолданылады.

Үрдістің кемшілігі:

Мырыш буы суытылатын бөлшектерге дрос күйінде отырады, оны арнайы жиып алады. Конденсант құрамы 80-90% Zn, 10-20% Pb.

Апараттың жаңа түрі ойластырылған, онда үрдісті үздіксіз жүргізуге болады, оның екі конденсаторы бар, біреуден қатты екіншісінде сұйық мырыш алуға болады.

5.6. Қорғасынды висмуттан тазалау

Висмут әдетте қорғасын шоғырында болады балқытқан кезде қорғасынға ауысады. Висмуттың қорғасындағы мөлшері 0,4 %.

Химиялық қасиеті жөнінен қорғасынға ең жақын элемент, сондықтан одан тазалау өте қиынға түседі. Оны қорғасыннан өндіру біріншіден ол сирек кездеседі, екіншіден ол өте қымбат металл және ол қорғасынның қаттылығын арттырады, қорғасынның коррозиялық әсерге қарсылығын төмендетеді.

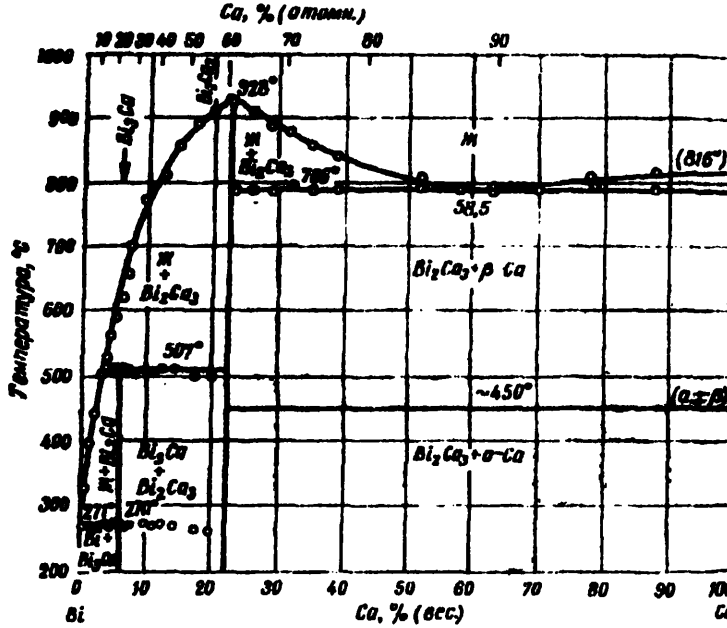
Бұрынғы кезде күміссіздіргенді қорғасынды купеляция жүргізгенде барлық висмутты глетка аударатын соның өзінде алғашқы мөлшері глеттың висмутқа кедей болатын, тек ең соңғы мөлшері глеттың висмутқа байыған. Қорғасынды күмістен бөліп кристалдау тәсілі бір мезгілді висмуттанда тазартылады. Сондықтан қорғасынның алғашқы кристалы 0,02% Bi төмен болады. Мұндай қорғасын висмуттан тазартылған деп есептелді. Күмісіздендіруге мырышты пайдалану висмуттан тазартылған деп есептелді Күмісіздендіруге мырышты пайдалану висмуттан тазартудың жаңа технологиясын ойластыруға мәжбүр етті.

Висмутты қорғасыннан аластату екі тәсілмен жүргізіледі пирометаллургиялық және электролиттік.

Пирометаллургиялық тәсіл (әдіс Кролля-Беттерон), ол мынаған негізделген кальций мен магний висмутпен қиын балқитын қосынды түзеді, ол қорғасында ерімейді және оның қорғасынға қарағанда меншікті салмағы төмен, нәтижесінде ваннаның бетіне көбік ретінде қалқып шығады (сурет 28).

Кальций мен магниді сұйық қорғасынға араластырса температура 370-380°С болғанда қиын балқитын қоспа түзеді: Bi_2Ca_3, Bi_2Mg_3, $Bi_2Ca_3 \cdot BiCa_3 \cdot 2Mg_2 \cdot Bi_3$ немесе қосарланған висмутид кальций мен магнидің $Ca \cdot Mg_2 \cdot Bi_3$.

Висмутты кальциймен және магниймен тазалауда, егер төртті диаграмма күйін қарастырсақ, онда висмутты ең төменгі дәрежесіне жеткізуге болады (0,006-0,007 %) бірақ үрдісі өте мұқият жүргізу керек, тіпті ванна бетінде ізі де болмау керек. Мұндай тәжірибе бір жағынан алдамшы себебі көбікке көп қорғасын ауысады.



Сурет 28
Bi - Ca жүйенің диаграмма көрінісі.

Висмуттан тазаланған қорғасынға қосымша қорғасында интерметалды қиын балқитын қосынды пайда болады $SbMg_3$-Sb_2Ca_3 тағы да Ca_5Mg_{11} -Sb_5Bi7 бұлай болудың себебі қорғасында қалған пайда кристалдар магний мен кальцийдің висмутиттері оларға жаңа мөлшер қосылады нәтижесінде интерметалдардың бетіне қалқып шығуына көмектеседі.

Таза кальций қыздырғанда ауаның оттегімен тотығады. Сондықтан оны бірден балқыған қорғасынға араластыру тиімсіз болып есептеледі, кальцийдің шығыны көбейеді.

Тиімділігін арттыру үшін үрдіске қорғасынмен қорытпасын (лигатура) пайдаланады. Қорғасын-кальций лигатурасындағы кальций мөлшері 3-5%. Лигатура әртүрлі тәсілдермен дайындалады.

Натрийтермиялық үрдістің алдын ала қарастыруы бойынша алғашқыда қорғасынды-натрийлы лигатураны (қорғасынды металл натрийге араластырады) балқыған қорғасынмен араластырады, сол кезде мынадай реакция жүреді.

$$/Pb{\bullet}2Na/+CaC1_2 = Pb{\bullet}Ca + 2NaCl$$

Реакция айналмалы оңға қарай тек температура 750-800 °С, онда да хлорлы кальций артығымен болуға тиіс. Лигатураның электролитак тәсілі электролиз жолымен дайындалады, хлорлы кальцийді арнайы аппаратпен араластырады немесе қорғасыны ванна бетінен батырады. Магний металл күйінде қорғасыны бар ваннаға беріледі, олардың ара қатынасы кальций және магний 1:2 тең. Реагенттердің роль былай: тек кальцийді қолданса висмут 0,05% дейін төмендейді, ал магнийді кальцийсіз қолданса висмутты мүлдем тазаламайды, егер висмут 0,5% аз болса. Екі металдың бірлескен, егер висмут 0,5% аз болса. Екі металдың бірлескен әсері висмутты 0,01-0,02% төмендетеді, себебі екеуінің бірлескен әсері қосарланған висмутид түзеді және екеуінің қосарланған әсері висмуттың қорғасында ерімейтіндігін жоғарлатады.

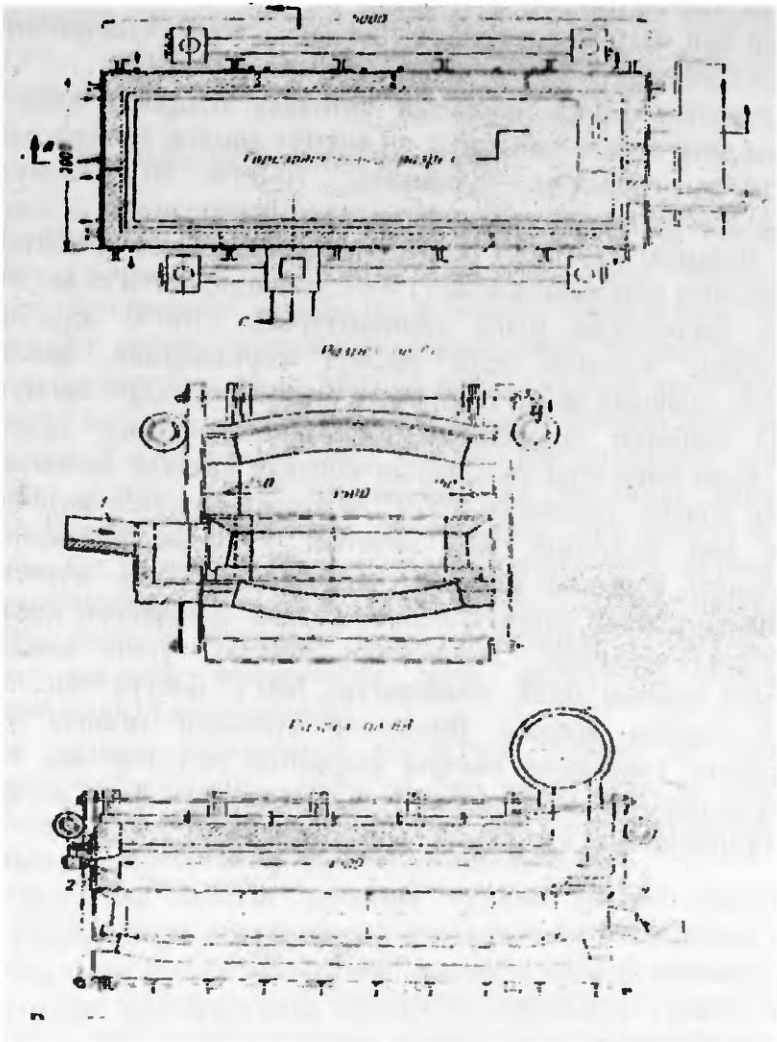
Іс жүзінде қорғасынды висмуттан тазалау екі сүлдемен жүргізіледі, біріншісі висмуты бар кедей дросты айналмаға жіберу, екіншісі барлық висмутты бар дросты үрдістен бөліп бойын да, кедейінде арнайы бөлек өңдейді.

Айналмаға түсетін дростың сүлдесі былай: алдын ала қорғасыны бар ванна бетінен барлық металл тотықтарын сылып алады, олай етпесе висмуттан тазалауға кесірін тигізеді. Сонан соң мына температурада 380-390°С айналмаға түсетін дросты салады оған керекті мөлшерде кальций мен магнийді қосады.

Реагенттер шығыны былай егер қорғасында 0,2% висмут болса, 1 т қорғасынға — 0,8 кг Са, 1,66 кг Mg. Қосылған реагенттер балқыған соң висмутпен жанасу жақсы бөлу үшін 30 мин. араластырады, одан көп араластыруға тағы болмайды, себебі көбіктің шығыны кебейеді кальций мен магнийдің тотығуынан, олардың тотықтары механикалық жолмен қорғасынды ілестіріп шығынға ұшыратады. Жасалған көбікті

жиып алады, оның шығыны 5-8%. Көбікті сілтімен тазалайды (селитра мен сілтіні 600°С көбікпен сілтімен қосып балқытады) кальций мен магнийден құтылу үшін, одан мұны электролиттік тазалауға жібереді.

Электролиз кезінде қорғасын катодқа отырады және ол тауарлы өнім болып табылады, ал висмут анодты қалады, оның түрі шлам сықылды, құрамында 70-80% Bi. Висмутты қорғасынды электролиздеу, қорғасынды электролиттік тазалауға ұқсас. Шламды кептірген соң шағылыс ошағында балқытады. Балқымының шихтасына кокс (1-4%), кальцийленген сода (20%) қосады. Балқытуды мына температурада 1100°С жүргізеді, нәтижесінде алатыны қара висмут қорғасынмен, мыспен, күміспен, мышьяк және теллурмен былғанған. Қара висмутты тазалау кебінесе қорғасынды пирометаллургиялық тазалаға ұқсас. Қара висмутты тазалайтын кішкене қазанда балқытады. Мыстан арнайы тазалауды 290°С ликвация тәсілмен жүргізеді. Сонан соң қорғасын мен мыстың күкіртке бейімділігін пайдаланып, қорғасын мен мыстың нәзік тазалауды жүргізеді, ол үшін қорытпаға күкіртті немесе натрий сульфидын қосады. Теллурдан, селеннен, мышьяктан тазалау үшін ваннаны оттегімен үрлейді онда, температура 600°С болуға тиіс, оған натрий сілтісін қосады. Висмутты күміспен тазалау үшін қорғасынды тазаланған сияқты мырышты пайдаланады. Қара висмутты пирометаллургиялық үрдіспен тазалау, бізге жоғарғы көрсеткішке жетуге мүмкіндік береді, таза висмут 99,999%.



Сурет 29
Шағылыс ошағында үздіксіз отпен тазалау.

Қорғасынды кальций мен магниймен висмутсыздандырғаннан кейін онда әлі 0,01-0,02% висмут қалады.

Кальций мен магнийге қанықкан ваннаға температура 340-350°С болғанда оған аз мөлшерде сурьма қосады, содан соң 1-3 дейін көбікті жинап алады. Бұдан соң висмутсыздандыруды кальций, магний, сурьмамен екінші нәзік тазалауды жүргізеді. Нәзік висмутсыздандырудың дросын, ондағы 2-4% Bi, үрдістің басына қайтарады. Жалпы сурьманың шығыны 0,3 кг 1 т қорғасынға. Тазаланған қорғасында висмут мөлшері 0,001-0,005%. Жалпы тазалау уақыты 10-12 сағат.

Висмутты тазалауда дросты циркуляция жасау әдісінің жетістігі реагенттерді пайдалану дәрежесі жоғары, кемшілігі операцияның көп уақыт алатындығы, көп еңбек сіңірілетіндігі.

Висмутсыздандырудың дросты үрдістен шығару әдісі (бай, кедей, сурьманды) соңғысы біріктіріп және жиналғанын бөлек қазанда былайша өңдейді. Оларды сілтінің қатысуымен балқытады, кальций, магний және сурьма тотығады. Алынған қорғасында 2-3% Bi, тазалауды толық сульдеменен жүргізеді, кальций мен магнийды қосып висмуттан қайта тазалайды, алынатын бай дросты 7-10% висмут, оны жоғарғыда көрсетілген технология бойынша өңдейді. Кальций шығыны 2-2,5 кг, магний- 5-6 кг 1 т қорғасынға.

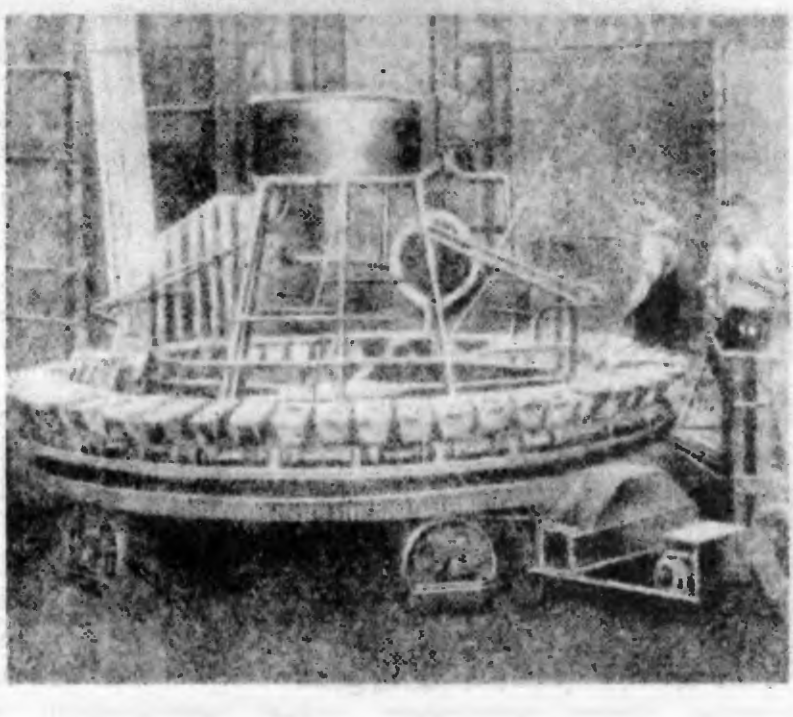
5.7. Қорғасынды сапалы тазалау

Қорғасынды висмуттан тазалаған соң онда қалатыны 0,03-0,07% Ca, 0,12-0,18% Mg, сонымен қоса кейбір біраз сурьма және мырыш болады (сурет 29).

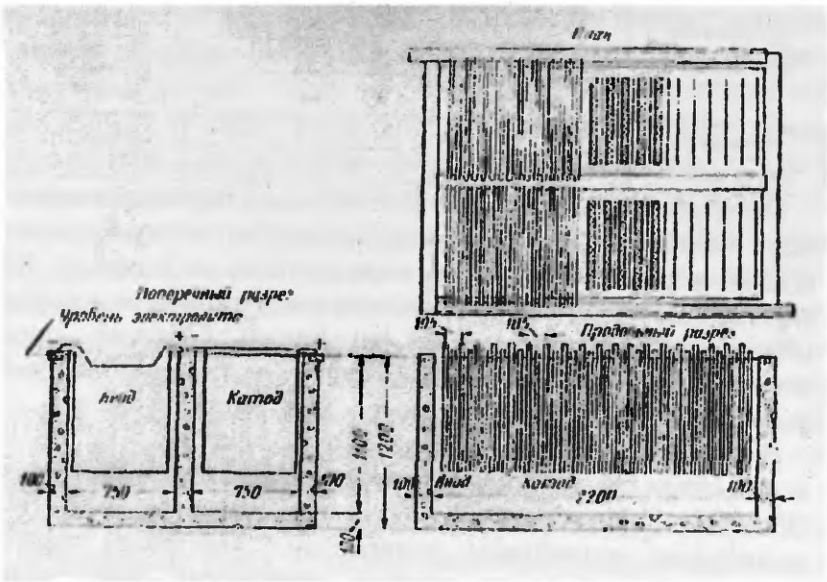
Сапалы тазалаудың мақсаты - қоспа реагенттерден қорғасынды тазалау. Осылардан қорғасынды ең соңғы тазалау ауамен үрлеу арқылы 750-800°С, немесе 400-500°С, немесе сілтілеу тәсілімен. Ең көп қолданылатын соңғы тәсіл. Іс жүзінде үрдісті жүзеге асыру былай. Висмуттан қорғасынды тазаланғаннан кейін, оны 400-420°С қыздырады, балқыманың бетіне натрий сілтісімен және селитрасын тиеп араластырады. Кальций мен магнийдің оттегіне бейімділігі тотығады ауаның оттегімен немесе глетпен тотығады, бұлар селитрамен сұйық қорғасынның өзара

әрекеттесуінен пайда болады. Қоспалардың тотығу реакциясы экзотермиялық болғандықтан ваннаның температурасы 600-650°С көтеріледі. Заводтардың кальцийден, магнийден, сурьмадан және мырыштан біріктіріп тазалайтын реагенттер шығыны 2,5-3,6 кг сілті, 1,5-2,8 кг селитра 1т қорғасынға. Егер қорғасын бұрынырақ мырыштан тазаланса онда реагенттер шығыны 50-70% төмендейді. Үлкен қазанды тазалау уақыты 3-4 сағат.

Бетіне қалқып шыққан балқыманы төгілмелі қатты күйде немесе гранула күйінде сүзіп алады. Оның шығыны 3-5% қорғасын массасынан есептегенде, ондағы қорғасын мөлшері 45-55%. Қалқып шыққан балқыманы қорғасын мына күйде PbO Pb_2O_4 сондықтан нәзік тазалаудың балқымасы айналмалы материал ретінде агломерацияға немесе шахт балқымасына жібереді. Ол жеке экономика жөнінен тиімсіз.



Сурет 30
Карусельді үлестіріп құятын машина.



Сурет 31
Қорғасынды электролиттік тазалау ваннасы.

Қорғасынды соңғы тазалаудан соң карусель машинамен арнайы қалыпқа құяды, оның салмағы 30-40кг (кейде арнайы 1 т масса ретінде құяды) ол заводтың дайын өнімі болып есептеледі (сурет 30).

5.8. Қорғасынды электролиттік тәсілмен тазалау

Қорғасынды электролиз тәсілмен тазалау, тек висмуттан ғана емес, сонымен қоса бұл тәсіл барлық қоспалардан, оның ішінде асыл металдарда бар жарамды болып есептеледі (сурет 31).

Қорғасынның электролиз үрдістерінің негізі былай:

анод үрдісі $Pb - 2e = Pb^{-2}$

катод үрдісі $Pb^{"2} + 2e = Pb°$

Электролиз кезінде қорғасын қоспаларының сипаты қалыпты электродты потенциал кезекті кернеуімен анықталады.

элементтер	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	Hr
потенциал В	-0,763	-0,44	-0,25	-0,136	-0,126	±0

элементтер	Sb	As	Bi	Cu	Ag	Au
потенциал В	+0,152	+0,247	+0,32	+0,337	+0,798	+1,5

Металдар қорғасынға қарағанда оң электр зарядталса ерімейді және олар анод шламында қалады, қорғасын катодқа отырады. Әдетте мырыш, темір, никель қара қорғасында болмайды. Қара қорғасынды электролизден өткізетін заводтардың саны санаулы себебі, анод шламын өңдеу өте қиын. Отандық заводта висмутты кальций, магний және сурьманы тазаланғаннан кейін висмутпен байытылған қорғасынды электролизден өткізеді.

Электролит ретінде кремнефторлысутекті H_2SiF_6 (8-10%) қышқылдың судағы ерітіндісі және кремнефторлы электролат (HSO_3NH_9) қолданылуы мүмкін, оны дайындау жеңіл және санитарлық жағдайында зиянсыздау. Электролиз бетонды немесе темір бетонды ваннада жүргізіледі, іші жағынан винипластпен немесе қышқылға қарсы тұралатын материалмен қапталады.

Электролиздің көрсеткіштері:

1) токтың тығыздығы — 130-180 А/м^2

2) ваннадағы кернеу — 0,4-0,7В

3) электролиттің температурасы 35-50°С

2) токтың шығыны - 90-96%

3) электроэнергия шығыны -110-150 квт-сағ/т қорғасынға. Анодка отырғызылатын шламның құрамы: 12-20% қорғасын, 4-5% күміс, 6-15% мыс, 30% дейін сурьма, 10% мышьяк отырызылған. Шлам қопсыған кабық іспетті. Шламды 3-6 тәулікте тазалап арнайы өңдейтін жерге жібереді, оның 70-80% өңделеді.

Ш-ТАРАУ

Мырыш шоғырын өңдеу технологиясы

1. Мырыш және оның қосындылары туралы мағлұмат.

Жақында табылған археологиялық заттарды зерттегенде кәзіргі Индия территориясында біздің эрамызға дейін 2000 жыл бұрын кеннен мырышты алуды білген. Біздің эрамыздың басында Азиядан Египетке одан Римге мырыштың мыспен қорытпасы жеткен. Бірақ ертеғасырлық мырыш өндіру тәсілі жоғалған. Европада оны қайтадан ашып XVIII ғасырдың аяғында қайтадан өндіруді жолға қойған. Кәзіргі кезде оны өндіру қорғасынмен мыстан кейінгі үшінші орынды алады.

Мырыш-ақ көгілдір, сынығы жарқырайтын металл. Қатты мырыштың меншікті салмағы 6,9-7,2 г/см3, оның өзі балқытылған металдың және пайда болған кристалдың үлкендігі суыту жылдамдығына тәуелді. Мырыштың балқу температурасы - 419,5°С, оның қайнау температурасы - 906°С. Мырыш - жеңіл ұшатын металл, оның буының қысымы температура өскен сайын тез өзгереді, қайнау температурасына жеткенде оның қысымы 105 Па.

Мырыштың жылу өткізгіштігі-24,2%, электр өткізгіштігі - 27,9%, күмістің жылу — электр өткізгіштігімен салыстырғанда.

Суық күйінде мырыш сынғыш және прокаттауға көнбейді. Ал температураны 100-150 °С мырыш серіппелі және прокаттауға болады жұқа қаңылтырғы дейін. Температураны 250 °С жеткенде мырыш омырылғыш, оны ұнтақтауға болады. Мырыш-Менделеев кестесінің 2 тобының элементі. Кезекті номер - 30, атомдық салмағы - 65,38. Валенттігі -2.

1. Мырыш өндіру туралы мәлімет

Алғашқы мырыш металын өндіру біздің эрамызға дейінгі V ғасырға жатады. Бірінші мырыш Индияда, содан соң Қытайда алынды. Мырыштың мыспен қорытпасы- латунь- горнда аз мөлшерде алынды, оны тотыққан мырыш кенін мыс пен көмірді араластырып балқыту арқылы алды.

Мырыш өндірісі Европада аз мөлшерде XV- XVIғ. Гарц қаласында пайда болды. Европада XIX ғ. бірінші он жылдығында бірнеше дистилляциялық зауыттар салынды және

мырышты дистилляциялау Бельгияда, Францияда тағы басқа мемлекеттерде дамуы кең өріс алды. Мырышты сульфатты ерітіндіден алу 1900ж. басталды, бірақ үрдісті қолдану іс жүзінде тек флотация тәсілін игерген соң, байыту кезінде бай әрі таза шоғырды алғаннан кейін ғана жүзеге асырылды. Алғашқы гидрометаллургиялық зауыттар Канадада және АҚШ- та 1915ж. салынды.

Қазіргі кезде дамыған және енді дамып келе жатқан капиталистік мемлекеттердің ішінде 27 мемлекет мырыш өндіруші болып табылады. Бұл мемлекеттерде мырыш саласында ең бір маңызды ұғым қалыптасқан: өндірісті шоғырландыру, ол шығынды азайтады, нәтижесінде олардың қаржы мәселесін оңалтады. Нәтижесінде қазіргі кезде шығарылатын мырыш пен қорғасынның 40-50% капиталистік мемлекеттерде бес үлкен бірлестікке шоғырланған.

Бұл мемлекеттерде барлығы 44 мырыш зауыды және 16 қорғасын- мырыш комбинаты бар; жалпы қуаттылығы жылына 5млн.т мырыштан асып түседі. Негізгі мырыш өндіретін мемлекеттер Жапония, АҚШ, Канада, Германия, Австралия, Бельгия, Италия, Франция, Испания және Оңтүстік Корея.

ТМД мемлекеттерде мырыштың негізгі бөлігін өндіретін зауыттар Қазақстан Республикасында (АО "УКСЦК", АО "ППК"), Ресейде мырыш Челябин электролит және Беловта - электроцинк, Украинада - "Укрцинк " зауыттарында өндіріледі. ТМД- да барлық мырыш заводтары (Беловтағыдан басқалары) гидрометаллургиялық технологиямен өңделеді. Беловтағы мырыш заводы электротермиялық технологияны қолданады.

Өзбекстанда (Алмалық қ.) мырышты гидрометаллургиялық тәсілімен өндейді.

Қазіргі кезде мырыш-қорғасын металлургиясымен айналысқанда, үрдістің технологиясымен және жаттығуымен оқып үйренуге және ол металдарды өндіру тәсілдерін игеруде өндіріске керекті алғашқы шикізат кен және шоғырлар болып табылады, онда мырыштан және қорғасыннан басқа кейбір бағалы металдар кездеседі, олар мыналар: алтын, күміс, мыс, кадмий, мышьяк, сурьма, висмут және басқалар. Барлық

металдар әдетте қорғасын мен мырыштың серіктері полиметалл шикізат кендерінде кездеседі.

Қазіргі қорғасын- мырыш саласында ғылым және өндіріс алдына қойылатын талап шикізат өңдеуде жан- жақты өңдеудің жаңа жолдарын қарастыру, ол экономика жөнінен ең тиімді болуға тиіс.

2. Мырышты қолдану

Мырыш өндірісте және күнделікті тіршілікте кеңінен қолданылады.

Бос металл күйінде ол темірден, болаттан, шойыннан жасалаған бетін бояуға қолданылады. Мырыштың қасиеті, яғни оның беті өте тығыз жұқа плёнкамен қапталады, ол негізі карбонат күйінде- $ZnCO_3 * Zn(OH)_3$, ол ары қарай тотықтырғышқа кедергі жасайды, яғни металдың ішіне кіруге мүмкіндік жоқ. Бұл қасиет басқа металдарды коррозиядан сақтауға мүмкіндік береді. Мұнымен жабу темірді оның қорытпасын коррозиядан сенімді қорғайды, тек қалыпты жағдайда ғана емес, сонымен қоса өндірістің былғанған газдарынан, атмосферадан және теңіз суында да қорғайды. Осы мақсатқа дүние жүзіндегі өндірілген мырыштың 40% жұмсалады.

Мырыш тек металдардың сенімді қорғаушысы ғана емес, сонымен қоса машинаның түрлі бөлшектерін дайындауға жақсы материал. Бояу өндірісінде және сурет салуда мырыш уақыт өткен сайын қорғасынды көбірек алмастыруда. Мырыштың оттегімен қосындысын косметикада, формацевтикада, медицинада кеңінен қолданады. Күкіртті мырыш өндірісте минерал бояудың негізі ретінде кеңінен қолданылады. Күкіртті барий мен күкіртті мырыш (питонан) ақ бояу ретінде үлкен сұранысқа ие. Мырыштың күкіртпен қосындысының ерекше қасиеті байқалды, ол жылдам қозғалатын атом бөлшектерімен соққылағанда жарық шығарады. Осы ерекшелігі ғалымдарға атом құрылысын терең зерттеуге мүмкіндік берді.

Қазіргі кезде белгілі өсімдіктер және тірі организмдер құрылымында 30 аса химиялық элемент бар.

Сүтқоректілердің дем алу кезінде маңызды роль атқаратын элемент темір. Онда ол гемоглобин құрамына кіреді, онсыз біз дем ала алмас едік. Темір организмде оттегін тасымалдаушы. Барлық жануарларда гемоглобин маңызды роль атқарады деп айту қиын. Кейбір төменгі сатыдағы жануарларда оттегін тасымалдаушы ретінде дем алған кезде мырыш элементі қызмет атқарады.

Мырыштың айтарлықтай бөлігін қорытпа ретінде пайдаланады. Мысалы, мыспен (латунь), мыс- қалайы (бронза), мыс- никель (мельхиор) т.б. Бұл қорытпалардан машинаның түрлі бөлшектерін жасайды. Қорғасын негізінде мырыш-қалайы- сурьма қорытпасы типографияда қолданылады. Мырыш металы қорғасын металлургиясында қорғасынды күмісіздендіруде және алтын- күміс металлургиясында құймалы ерітіндіден алтын- күмісті отырғызуға қолданылады. Сонымен мырыш барлық жерде. Ол біздің тағамымызда, топырақта, тірі организмде, өсімдікте. Егер зер салып жан-жағымызға қарасақ, бұл көріксіз металл, үй ішіндегі бұйымдардың (қазан- табақ) көбісінің төзімдігін ұзартып тұр.

3. Мырыш минералы және кені

Табиғатта таза мырыш табылмаған. Мырыш кенде күкіртпен оттегінің қосындысы түрінде кездеседі. Мырыштың негізгі минералдары:

- ZnS- сфалерит (мырыш алдамышы), онда 67,1% мырыш бар, түсі сары, қоңыр, қара;

n- ZnSmFeS - марматит, онда 60% мырыш, түсі қоңырға жуық қара;

- ZnO - цинкит, онда 80,3% мырыш, түсі қара- қызғылт;

- $ZnCO_3$- смитсонит, онда 64,8% ZnO, түсі ақ, сұрғылт, көкшіл (жасылдау);

- Zn_2SiO_4 ($2ZnO*SiO_2$) - виллемит, онда 73% ZnO, түсі ақ, сары, жасылдау;

- $H_2Zn_2SiO_5$($2ZnO*SiO_2*H_2O$) - каламин, онда 67,5% ZnO, түсі ақ, сары, жасылдау;

- $ZnSO_4$ - цинкозит, табиғатта сирек кездеседі;

- $ZnSO_4*7H_2O$ - госпорит, онда 28,2 мырыш, түсі ақ немесе қызғылттау.

Мырыш кенін мынадай топқа бөледі: күкіртті немесе сульфидті, онда мырыш сульфид күйінде және мырыш тотыққан күйде. Табиғаттағы мырыш кені негізінен сульфид кені, онда мырыш- сфалерит түрінде- алғашқы кен. Тотыққан кенде мырыш әдетте смитсонит түрінде, сондықтан оларды карбонаттар дейді.

Смитсонит минералы, басқа тотыққан минералдар сияқты, екінші туындаған минералдар, және олар сульфидтың көп уақыт жел өтінде болуының нәтижесінде түзіледі. Сондықтан табиғатта тотыққан кендер көбінесе кездесетіні кен көзінің бетінде орналасқан. Бұл жер қыртысының бетінде болғандықтан алуға жеңіл, сондықтан ондай кен көздері іс жүзінде таусылған және қазіргі кезде мырыш өндірісі барлық жерде тек сульфидті кенін өңдейді. Монометалды мырыш кені табиғатта өте аз кездеседі. Ең көп таралған қорғасын- мырыш кені (Алтай, Шығыс Қазақстан), сирек кездесетіні мыс- мырыш (Орал, Қазақстан), мыс- қорғасын (Жезқазған) кендері. Кеннің құрамында мырыштан басқа, қорғасын, темір, мыс, алтын, күміс, кадмий және басқа металдар. Мырыш кендерінің құрамында әр уақытта кадмий (сирек германий), әдетте минерал күйінде - гренокит- кадмия, сульфиді түрінде болады.

Мырыш кендерінде өндіретін металлдың мөлшері аз болғандықтан (7- 13%) кен бірден металлургия өндірісіне түспейді. Оларды алдын- ала байытады.

Полиметал кендерді, оның құрамында мырыштан басқа, тағы да құнды металдар болғандықтан, байыту үшін алдымен әдетте селективті немесе коллективті флотация тәсілін қолданады. Селективті флотацияның мақсаты кен минералын бөлгенде мүмкіндігінше монометалды шоғыр алуға тырысады. Металл өңдеу дәрежесі бойынша және шоғыр алу сапасы бойынша селективті флотация байытуда кеңінен қолданады және оның үлкен маңызы бар. Флотация түсті металдарды байытуда жетістікке жетті. Флотацияның арқасында металлургия заводтарына кететін мырыш шоғырлары салыстырып айтқанда таза әрі бай. Шамамен мырыш шоғырларының құрамы: %

мырыш - 38 - 62; қорғасын - 0,7- 6; мыс- 0,05- 4,5; темір - 2- 13; күкірт- 30- 32.

4. ТМД мемлекеттеріндегі қорғасын мырыш кендері

1) ТМД мемлекеттерінде ең үлкен қорғасын- мырыш кен көздері полиметалл сульфидты кен Алтайда орналасқан (Солтүстік Шығыс Қазақстанда). Бұл кен көздеріне жататындар Риддер, Зырян, Обухов, Малеев, Белоусов, Тишин кендері. Мұндағы негізгі минералдар: галенит, сфалерит, халькопирит ($CuFeS_2$) пирит (FeS_2) және анда - санда мыс кені құрамында сурьмасы бар. Кенде сонымен қоса алтын мен күміс бар. Бұл кендердегі бір ерекшелік минералдар бір- біріне өте жұқа қабатпен жабысып қалған, осының әсерінен мырыш шоғырында айтарлықтай қорғасын бар. Кен құрамында айтарлықтай халькопирит болғандықтан, шоғыр құрамында көбінесе мыс кездеседі.

Қазақстанның әр түкпірінде жоғарыда айтылған кен көздерінен басқа, тағы да толып жатқан кен көздері бар. Осыған жататындар Қара-Тауда орналасқан Тұрлан кен көзі (Түркістанның Солтүстік Шығысында). Бұл кен көзінің жоғарғы қабаты тотыққан кен болатын, қазір таусылуға жуық. Осы топқа жататын Қаратазар кенкөзі. Қорғасын және мырыш қоймасы іспетті орталық Қазақстандағы Жәйрем, және Тасқия (Оңтүстік Қазақстандағы) кен көздері.

2) Солтүстік Кавказ аймағы. Бұл өлкедегі негізгі кенкөзі Садон болып есептеледі (Владикавказдан 94 км қашықтықта). Минерал құрамында: галенит, сфаерит, пирит, пирротин, халькопирит.

3) Қиыр Шығыс. Мұнда Сихотэ- Алинь орналасқан (Тетюха) Рудный аялдамасындағы кен көзі. Ол Владивосток қаласының Солтүстік Шығысында 350 км жерде орналасқан. Бұл кенкөзіндегі кен құрамы былай: галенит, сфалерит, пирит, халькопирит және арсенопирит (FeAs). Бұл кенді байыту нәтижесінде алынатын бай қорғасын және қатардағы мырыш шоғырлары.

4) Сібірде Салайр полиметалл кенкөзі бар, ол Салайр жотасының солтүстік- шығысына орналасқан, оның батысында Кузнецк тас- көмірлі орын бар. Қорғасын кен құрамы өте кедей. Мырыш кені негізінен Белов мырыш зауытында өңделеді. Кейбір кен көздерін ашуға онда өсетін өсімдіктер себепші болып отыр, олардың құрамында бір немесе бірнеше элементтің шамадан артық болуы осының дәлелі. Мысалы: жабайы өсетін жоңышқа. Оның құрамында табиғатта сирек кездесетін тантал элементі бар, ол электровакуум өндірісінің шикізаты.

5. Мырыштың физика - химиялық қасиеті

Мырыш- көгілдір- ақ, оның сынығы жарқырайтын металл. Қатты мырыштың меншікті салмағы 6,9- 7,2 г/см^3 бұл балқытылған металлдың суыту жылдамдығына, пайда болатын кристалдың үлкендігіне тәуелді Тигельдегі суытылатын металдың тығыздығы 7,132 г/см^3, ал прокат жасағандағы тығыздығы 7,14 г/см^3. Сұйық мырыштың тығыздығы- 6,7 г/см^3.

Мырыштың балқу температурасы- 419,5^{0}С. Оның қайнау температурасы- 906^{0}С. Мырыш- жеңіл ұшатын металл, оның бу қысымы температураға байланысты тез өзгереді, ал қайнау температурасында 10^5 Па жетеді.

Күмістің жылу және электр өткізгіштігімен салыстырғанда мырыштың жылу өткізгіштігі- 24,2%, электр өткізгіштігі- 27,9%. Мырыш суық жағдайда сынғыш және созылмайды. Егер температура 100- 150^{0}С болса мырыш серіппелі, созуға болады, одан жұқа қаңылтыр жасауға болады, ал температура 250^{0}С болса омырылғыш, одан майдалап ұнтақ алуға болады.

Мырыш Д.Менделеев кестесінің екінші тобына жатады. Кезектік номері 30. Атомдық салмағы- 65,38. Валенттігі- 2.

Құрғақ ауада мырыш өзгермейді, бірақ ылғал ауада немесе суда құрамында көмір қышқылы болса немесе оттегі болса мырыштың беті плёнкамен қапталады $ZnCO_3*3Zn(OH)_2$. Ол құйылған мырышты ары қарай тотығудан сақтайды.

Мырыш сілтіде ериді, нәтижесінде цинкат түзіледі, қышқылдарда еріп тұз түзіледі.

Егер температура 500^0С көтерілсе, мырыш ауада көгілдір- ақ жалынмен жанады, нәтижесінде мырыштың аморфты тотығы пайда болады. Ал 600- 700^0С мырыш суды ыдыратып мырыш тотығы түзіледі. Мырыш буы су буымен және көміртекті газбен тотығады.

6. Мырыш алудың жолдары

Қазіргі кезде мырыш металын алудың екі әдісі бар: пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық.

Мырыш алудың пирометаллургиялық әдісі

Мырыш шоғыр құрамында көбінесе сульфидті күйінде. Мырышты шоғыр құрамынан толықтыру (ығыстыру) кез келген толықтырушы компонентпен іс жүзінде толықтыру реакциясы температура 1200^0С- ден жоғары болғанда жүреді, сол кезде сульфидті шоғырдың айтарлықтай жақсы толықтырылуы оның тотығымен жүргізіледі, сондықтан мырыш сульфидін алдын ала өртейді. Ол мына реакция бойынша жүреді:

$$2ZnS+3O_2=2ZnO+2SO_2+890 \text{ кДж}.$$

Өртелген газ құрамында 6- 8% күкірт қос- тотығы бар. Мұндай газдар күкірт қышқылын алуға пайдаланады.

Дистиляциялық зауыттарда мырыш шоғырын өртеу аяғына дейін жүргізілмейді, онда жартылай күйдірілген, ұнтақталған шоғырды 10% дейін сульфидті күкірт қалғанша өртейді. Қалған күкіртті аластату үшін шоғырды пісіріп өртейтін агломерациялық тәсілді қолданады, оның газын да кейде күкірт қышқылын алуға пайдаланады. Мырыш агломератын толықтырғыш кокспен араластырып, алынған шихтаны арнайы керамикалық ыдысқа - реторттар тиейді; ол дистиляциялық ошақтың ішіне орналастырылады реторттағы шихта жайлап қыздырылып температура 1250- 1350^0С жетеді, мұнда мырыш тотығы толықтырылады.

$ZnO + C = Zn + CO - 238$ кДж.
$ZnO + CO = Zn + CO_2 - 65$ кДж.

Көміртегінің қос тотығы шығындалады мына реакция бойынша:

$CO_2 + C = 2CO - 172{,}4$ кДж.

Нәтижесінде реторттыны толықтыру атмосферада болады.

Мырышты алу сәтінде, ол бу күйінде болады. Реторттың газы, құрамында мырыш буы бар, ол басқа ыдысқа түседі- конденсатор, онда мырыш отырады. Конденсаторды периодты түрде мырышты қотарып алады. Мырыш буының бір бөлігі конденсаторда отырып үлгермейді, одан өтіп темір ыдысқа түседі- (шаңұстағыш – алонж), онда мырыш өте майда шаң ретінде ұсталады, оны пусьера дейді.

Дүние жүзінің тәжірибесінде қазіргі кезде мырышты дистиляциялау реторттa (горизонталь немесе вертикаль) электр ошағында дистиляциялау әдісімен ығыстырылған (шихтаны балқытып немесе балқытпай) немесе шахт ошағында (Империал Смелтинг фирмасы тәсілі) алынды.

Империал Смелтинг технолгиясы бойынша өңдеу қорғасынға өте бай мырыш шоғырына қолданылады. Технология шоғырды агломерациялық өртеуді алдын ала қарастырады, агломератты толықтыру балқымасын арнайы шахта ошағында (құрамы) қорғасын және мырыш буын алады, ол сұйық конденсаторда ұсталады, конденсаторды қорғасынмен жабдықтайды.

Дистиляция үрдісі кезінде толықтырылатын тек мырыш тотығы ғана емес және басқа да металдардың тотықтары (мысалы: қорғасын, кадмий) толықтырылады, олардың булары конденсаторға түседі, нәтижесінде мырыш таза болмайды- қара мырыш алынады, оны бұдан тазалауға жібереді.

6.2. Мырыш алудың гидрометаллургиялық әдістері

Бұл тәсіл бойынша алдын ала өртелген шоғырды күкірт қышқылында ерітеді. Шоғырды өртеу себебі мырыш сульфиді

мырыш тотығына қарағанда күкірт қышқылында бірнеше есе нашар ериді. Өртелген газ күкірт қышқылы өндірісінде пайдаланады. Гидрометаллургияда агломерациялық өртеудің қажеті жоқ, себебі күйінді түйіршегі агломератқа қарағанда жақсы ериді.

Былғау кезінде мырыш ерітіндіге ауысады, мына реакция бойынша:

$$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O.$$

Мырыш тотығынан басқа былғау кезінде металдардың басқа тотықтары (мыстың, кадмийдің, кобальттың,темірдің, т.б.) ериді, сондықтан алынған былғаудан кейінгі мырыш сульфаты ерітіндісін қоспалардан тазалауға тура келеді. Тазалаудан кейінгі кекті келесі өңдеуге жібереді, ондағы түсті металдарды алу үшін.

Күкірт қышқылды мырыштың судағы ерітіндісін электролиз ваннасына жібереді, онда қорғасын аноды және аллюминий катоды.

Электролиз сүлдесі былай:

$$ZnSO_4 + H_2O = Zn + H_2SO_4 + O_1 5O_2.$$

Мырыш катодқа отырады, ал анодта күкірт қышқылы регенерацияға түседі. Катодтан мырыш сылынып алынып балқытылады және оны қалыпқа құяды, ал жұмыс істеген электролитті былғау цехына жібереді.

Мырыш өндірудің гидрометаллургиялық әдісінің артықшылығы мынада:

1) шикізаттан негізгі және қосалқы компоненттерді өндіру көрсеткіші жоғары, әсіресе мырыш өндірісінде кадмий, индий, талий өндірудің негізгі көзі;

2) қоршаған ортаны зиянды тастандылардан қоршаудың қолайлы мүмкіндігін жасау қамтамасыз етіледі;

3) мырышы бар түрлі саладағы шикізатты өңдеу мүмкіндігі туғызылады, соның ішінде төменгі сапалы зиянды қоспалары көп болса да;

4) қалған қуатты өндірісті тұрғызудың мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.

Капиталистік мемлекетерде мырыштың 84,4% гидрометаллургиялық тәсілмен алынады. 1972ж, кейінгі эксплуатацияға берілген барлық жаңа немесе қайта жабдықталған зауыттар гидрометаллургиялық тәсілмен мырышы бар пирит күйіндісін өңдейді.

Империал Смелтинг тәсілі бойынша 11,7% мырыш өндіріледі Электротермия тәсілімен 3,9% мырыш өндіріледі жалпы өндірілетін, мырышпен есептегенде.

7. Мырыш шоғырын өртеу

Өртеуге түсетін шоғырлар минералының құрамында: сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, гренокит, аргентит және кальций корбанаты, кремний тотығы т.б. Мырыш алуда өртеу бірінші операция болып есептеледі.

Пирометаллургиялық зауыттарда өртеу тек тотығу үрдісі, онда мүмкіндігінше күкіртті, мышякты, және сурьманы көбірек аластату, ал күкірт газын күкірт қышқыл өндірісіне жібереді.

Мырыш шоғыры агломерациялық өртеуден өтеді ол үрдіс дөңгелек немесе таспалық пісіретін машинада жүргізіледі. Кейде өртеу бір сатылық аломерациядан өтеді, бірақ сульфидті күкірт бойынша айналмалы агломератпен 5-6% дейін төмендетіледі, шамамен 20% шикі шоғыр және 80% айналмалы агломерат алынады. Агломератты пайдаланғаннан кейін түйіршігі 4-12 мм болады. Бұл дистиляция шахтасына қопсытып, бөлшек арасындағы кеңістік толуына септігін тигізеді. Агломерациялық өртеудің температурасы 1200-1400^0 С. Сонымен дистиляция алдындағы мырыш шоғырын өртеу мынадай мақсаттарды көздейді:

1) мүмкіндігінше күкіртті толығырақ ауыстыру (1% дейін), мырыштың және басқа металдың күкіртпен қосындысын тотыққа айналдыру;
2) шоғырдан қорғасынды, кадмийді, мышьякты, сурьманы және кейбір шашыранды элементерді алыстату;
3) іріленген немесе кесектелген тесігі мол құрылым алу;

4) күкіртті ангидриді шоғырланған газ алу, ол күкірт қышқылын алуға тиімді болуы керек.

Гидрометаллургиялық зауыттарда өртеуді тотықтыру үшін және аз мөлшерде сульфат алу үшін жүргізеді, осы мөлшердің өзі жоғалған күкірт қышқылын аз болса да септігін тигізеді. Бұл жерде мырыш күйіндісін былғау және электролиз кезінде алынатын күкірт қышқылы тұрады. Тәжірбиеде күкіртті сульфат 3% қалдырылады.

Осындай өртеуге талап қойылады:

1) мышьяк пен сурьманы толық тотықтырады және ұнтағы қоспа ретінде салыстырылады;
2) мүмкіндігінше өртегенде мырыш ферритін аз алуға тырысады, ол нашар күкірт қышқылында ерімейді және мырыш силикаты каллойдты ертінді түзеді, оны да алмауға тырысады;
3) жақсы еру үшін күйінде өте майда, ұнтақ (-0,5мм) болуы керек.
4) шоғырланған күкірт ангидриді газын алу, ол күкірт қышқылын алуға жарамды болуға тиіс.

Өртеу температурасы 850-970^0 С. Сульфидті мырыш шоғырын өртегенде тотықтыратын орта болуы тиіс, оттегі артық болуы керек, әрі жоғары температурада.

Өртеудің теориясы туралы айтқанда қорғасын шоғыры туралы жазылған теория мырыш шоғырына жарайды. Бұнда тек сульфат-, силикаттар- , туралы қосымша айтылады.

7.1. Сульфат түзілуі

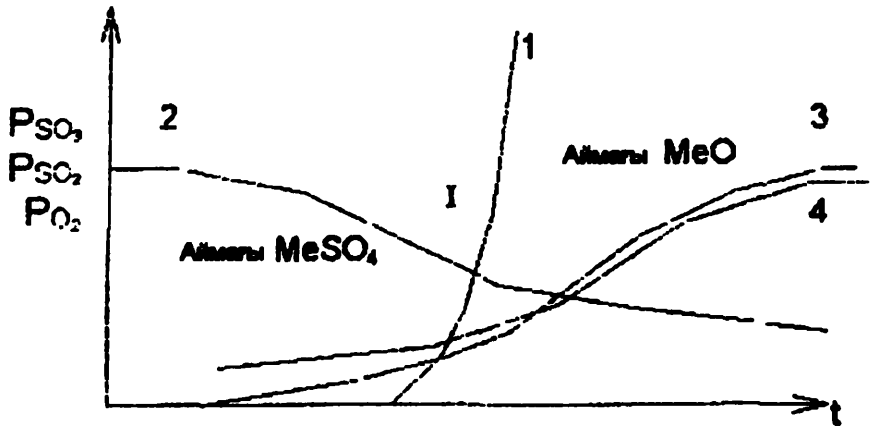
Метастабильдік жүйеде металл сульфиді оттегі артық болғанда мынандай заттар түзіледі: металл тотығы, металл сульфаты және күкіртті ангидридтер, оттегі.

Бұл өнімдер төменгі реакция бойынша жүргізіледі.

$MeSO_4=MeO+SO_3-Q_1$; $K_{рав} = P_{SO_3}$

$2SO_3=2SO_2+O_2-Q_2$; $K_{равн}=\frac{P^2_{SO_2} * PO_2}{P_{SO_3}}$;

Мұның графикалық кескіні сур. 1 көрсетілген.



Сурет 1 - Металл сульфатының ыдырауының тепе-теңдік қисық сызықтары. 1 – металл сульфаты; 2 – күкірт ангидриді; 3,4 – күкірт ангидрид және оттегі қысымдарының өзгеруі.

Қисық сызықтардың қиылысқан (1) нүктесіндегі газ фазасы металл сульфатының ыдырағандығын, күкірт ангидридінің қысым тепе-теңдігін көрсетеді. Төменгі температурада күкірт ангидридінің мөлшері газды көбейтеді және реакция оңға жылжиды, метал сульфатының түзілуіне, ал жоғарғы температурада реакция солға яғни металл тотығының түзілуіне ауысады. Сонымен оңға қарай (1 нүктеден)

$5MeS+O_2 \rightarrow MeO+SO_2, MeSO_4, O_2, SO_3$

Солға қарай

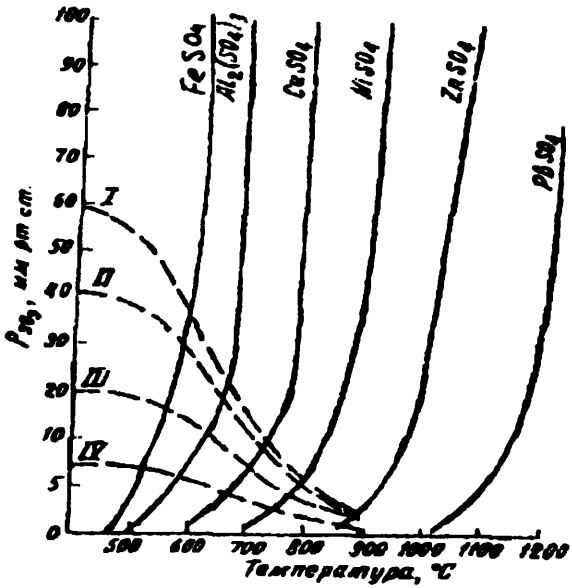
$2MeS+O_2 \rightarrow MeSO_4 + SO_3, SO_2, O_2$

Өртеу кезінде мырыш сульфаты мына реакция бойынша жүреді:

$2SO_2 + O_2 = 2SO_3 + 193кДж$

$$ZnO + SO_3 = ZnSO_4 + 243кДж$$

Өртеу кезінде жоғарғы температурада металл сульфаты ыдырайды. Мырыш сульфатының ыдырау қысымы жоғарлайды температураның көтерілуіне қарай, егер өртеу 850^0 С бітсе, онда күйіндіде аз мөлшерде мырыш сульфаты қалады. Мырыш сульфатының ыдырауы тек темератураға байланысты емес, сонымен қоса қыздыру уақытына және ыдырау кезінде алынатын (ошақтан түтінді тарту) газдың аластату жылдамдығына тәуелді (сур. 2).



Сурет 2 - Сульфаттардың түзілуі және ыдыраушы түрлі металлдардың түзілуі (1 мм 133 Па сынап бағанасы). 1 – 10%SO_2, 5,05%O_2; II – 7% $So_2$6 - 10%O_2; III – 4%SO_2, 14,6 % O_2; IV – 2% SO_2; 6 18% O_2; 7-

Шоғырда метал сульфаттарының көп болуы түзілген сульфаттардың ыдырауы (темір, мыс т.б.), өртеу кезінде мырыш сульфатының түзілуне ықпал жасайды. Өртелген газдың күкірт ангидридіне шоғырлануы ауаның артық болуына тәуелді, ауа аз

болған жағдайда өртеу саябырланады, бірақ сульфат түзілу жылдамдайды.
Катализаторлар сульфат түзілуде айтарлықтай себепші болады (темір, мыс, мырыш тотықтары, өртелген шоғыр, ошақтың қыздырылған қабырғасы), күкіртті ангидриттің күкірт ангидридіне дейін тотығуына ықпал жасайды, нәтижесінде толық сульфат түзіледі.

7.2 Ферриттің түзілуі

Мырыш тотығы температура 600^0 С жоғары болғанда темір тотығымен феррит түзеді, мына реакция бойынша:

$$ZnO + Fe_2O_3 = ZnO * Fe_2O_3$$

Бұл реакция температура 650^0 С болғанда жақсы жүреді, сондықтан ферритті төмендету үшін өртеу кезінде температураны төмендету мүмкін емес. Феррит түзілудің алдын алуға болады, ол үшін мырыш тотығымен темір тотығының түйісу уақытын азайту керек, оны істе былай жүргізеді. Өртеуді тез жүргізеді және аппарат пен жабдықтар сәйкес болу керек (йодта немесе "КС" ошағында). Түйісу дәрежесіне түйіршіктің үлкендігі әсер етеді. Түйіршік неғұрлым кіші болса, солғұрлым түйісу жақсы, олай болса феррит түзілу де жақсы жүреді. Егер шоғырда мырыш фиррит күйінде болса m*Zn*n FeS, онда феррит түзілуінен қашып құтыла алмайсың.
Мырышты феррит күйіне сульфат күйіне ауыстыруға болады, егер оны күкіртті газбен өңдесе, сондықтан өртеу кезінде күйіндіні шикі шоғырмен араластырса мырыштың феррит мөлшері азаяды.
Егер мырыштың ферритіне көмір тотығымен әсер етсе, онда мырыш ферриті жоғары температурада темір тотығының толықтырылу арқасында ыдырайды және мырыш тотығының бір бөлігі босайды, ол нашар күкірт қышқылында ериді.
Айтылғанан түйіндейтініміз өртеу кезінде темірді мырыш шоғыры болғанда мырыш ферритінің түзілуі заңды, ең тиімді жолмен оны азайту үшін жоғарғы температурада екпіндетіп өртеу керек.

7.3. Силикат түзілуі

Мырыш шоғыры құрамында кремнезем бес тіпті оданда көп пайызға жетеді. Өртеу үрдісінде мырыштың ($ZnO*SiO_2$) және басқа металдардың силикаттары түзіледі. Былғау кезінде мырыш силикат күйінде әлсіз күкірт қышқылында жақсы ериді, бірақ кремний қышқылы ертіндіге коллойд күйінде өтеді, тұнбаны тұндыруды және сүзуді төмендетеді. Өртеудің температурасы жоғары болса силикат түзілуі кенет көтеріледі және түйіршіктің үлкендігі азаяды, өртеу кезінде силикат түзілуді азайту үшін шихтаны дайындағанда түрлі шоғырларды сондай етіп қосу керек, қоспадағы кремнезем төмен болуға тиіс.

7.4. Шоғырларды кептіру

Байыту фабрикасынан шоғырларды сумен бірге тасмалдамау үшін, қыстың күні қатып қалмау үшін, шоғырларды байыту фабрикасында кептіреді (флотациялық шоғырлардың құрамында 8-12% ылғал бар. Бірақ іс жүзінде жиі шоғырларды жиі зауыттарда кептіреді.

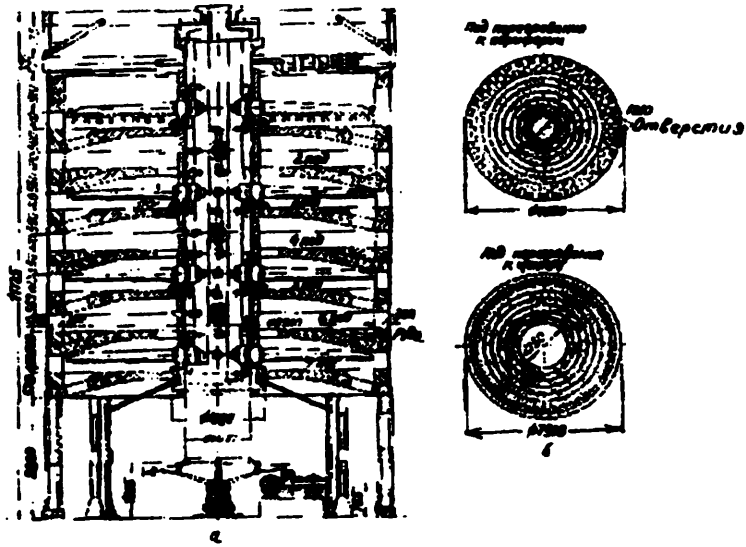
Кептіру сондай ылғалдылықты қамтамасыз ету керек, технология бойынша металлургиялық агрегаттың талабына сәйкес болу керек, онда шоғыр өңделеді. Рұқсат етілетін мырыш шоғырының ылғалдылығы қайнау қабаты өртеудің алдында 8-10%, одты ошақта 4-5%. Құрғақ болғанда керекті мөлшерге дейін оны ылғал шоғырмен араластырады.

Шоғырды құрғатуға ошақтың әр түрлі құрылымын пайдаланады, отандық зауыттарда барабанды кептіргіш, бумен көп табанды кептіргіш, турбиналы кептіргіш, қайнау қабатындағы кептіргіш, біріншіні қосып есептегенде барлығы да шет мемлекеттердің өндірісінде қолданылады.

7.5. Цилиндірлі көп табанды, күректері техникаландырылған ошақта өртеу

Ошақ (сур.) №3 дегеніміз вертикал орналасқан болат цилиндр, диаметрі 6,8-8,7 м, биіктігі 10,5 м, ішкі беті шамот кірпішпен қапталған. Ошақтың биіктігі жеке қабаттарға бөлінген, олар фасонды шамот кірпіштен жасалған, тағы бір ерекшелігі төменгі қабаттың шаңырағы үстінгі қабаттың едені

Сурет 3 - Көптабанды өртейтін ашық механикалық араластырушысымен.
А – жалпы көрініс; Б - өртейтін ошақтың табандағы тесіктердің



орналасуы болатындай жасалған. Мұндай қабаттардың саны-7-12.

Жоғарғы шаңырағы шоғырды кептіреді және ол кептіргіш деп аталады, ол балшықтан жасалған.

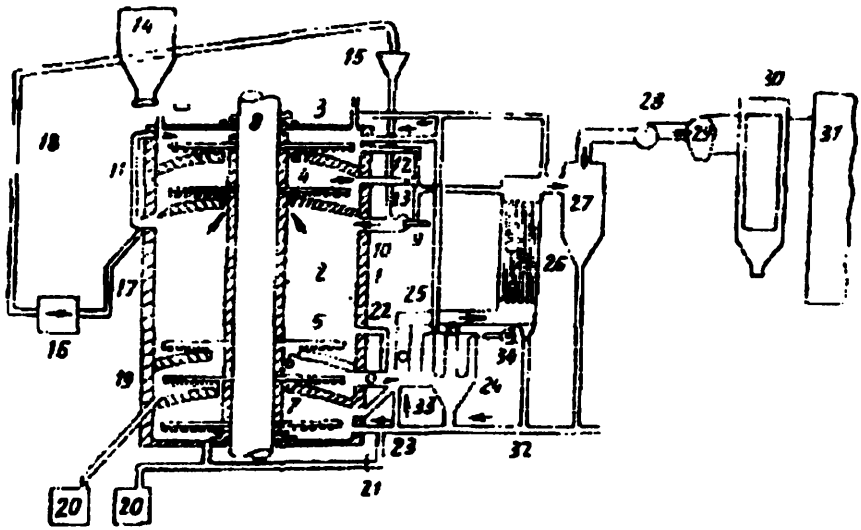
Ошақтың ортасына іші қуыс вал орналасқан диаметрі 1500 мм, оған әр қабатқа арналған екі күрегіш орнатылған, шоғырды күреу үшін. Вал 70-100 сек бір айналады.

Температура өзінің ең жоғарғы нүктесіне (800-950^0 С) екінші немесе үшінші қабатта (табанда). Бұдан төмен температурада өртеу аяғына дейін жүрмейді, көрсетілгеннен жоғарғы температурада материал балқиды әсіресе шоғыр құрамында

қорғасын және темір көп болса нәтижесінде табаны күйеді. Температураны төмендету үшін материалды ие азайтылады, ауаны сыртқа шығару ұлғайтылады, табанның астында отын болса, оны азайтады. Күйіндінің шығымымен 85-90% алғашқы шоғырдан, ол сульфидты күкірке тәуелді. Шаңнан тазартылған газда 4-6% күкіртті ангидрид оны күкірт қышқыл өндірісіне жібереді. Күйіндіде 0,5% сульфиты күкірт болғанда ошақтың өнімділігі (ондағы табанның ауданы 220-250м^2)-35-50м^3/тәулігіне, ал егер күйіндіде 9-13% сульфидті күкірт болса – 60-70 м/тәулігіне. Ауаның шығыны үрдіске –85 м^3/мин. (артық ауа -250% стехиометриялық керектігіне қарағанда). Кейде ошақтың өнімділігін арттыру үшін оған қыздырылған ауа 150-200^0 С, ал күректерін және валды суыту керек болғанда ауа береді (сур.) №3:

7.6. Шоғырды ілінген жағдайда өртеу

Сульфидті шоғырларды өртеудің екпінді жолының бірі ілінген жағдайда өртеу. Көп табанды ошақты өртеуде ескеретін бір жәйт неғұрлым шоғырды екпінді араластырса солғұрлым тотығу үрдісі екпінделеді және шаңда көп шоғырланады. Егер шоғыр түйіршігін ошақтың табанының үстіне көтерсе және оны ілінген жағдайда кептірсе, онда тотығу тездейді, ол шоғыр түйіршігімен оттегінің түйісуінің жақсаруынан. Бұл іс жүзінде қыздырылған шоғырмен ауа қоспасын үрлейді. Ол үшін көп табанды ошақтың құрылымын өзгертеді, жоғарғы екеуін және астыңғы екеуін қалдырады (сур.) №4.



Сурет 4 - Ілінген күйдегі мырыш шоғырын өртеудегі жабдықтардың орналасу нобайы.

1 - өртейтін ошақ; 2 – жандыратын камера; 3, 4 – кептіретін табалдар; 5, 6 – жинайтын және бақылайтын табандар; 7 – бақылайтын сульфатты табан; 8 - орталық вал, араластыратын қырғыш орналасқан; 9 – екінші ауа желдеткіші; 10 – горелка форсунка; 11, 12, 13 – газды айналдыру құбыры; 14 – шикі шоғыр бункері; 15 – құрғақ шоғырды тиейтін қондырғы; 16, 17 – шарлы диірмен және коректендіргіш; 18 – диірменнен түсіретін жағындағы элеватор; 19, 21 – түсіретін күйінді; 20 – күйіндіге арналған конвеер; 22, 23 – газ шығатын тесік; 24 – газдың жылуын пайдалану; 25 – айналма газ құбыры; 26 – қазанның су жүретін құбыры; 27 – циклон; 28 – желдеткіш; 29 – жолы; 30 – электрсүзгі; 31 – күкірт қышқылы зауыты; 32 – инскті транспортер; 33 – элеватор; 34 – желдеткіш.

Ошақтың жоғарғы табанына шоғыр тиеледі, онда ол жанатын камераның қыздырылған газымен астынан кептіріледі. Екінші табанда толығымен кептіріледі, сонан соң шнекті коректіргішке түседі, ол оны шарлы диірменге тасымалдайды, онда пісірілген бөлшектері пайдаланылады. Кептірілген шоғыр бункерден горелкаға беріледі. Онда ол екінші ауамен араластырылып, бұл қоспа қысыммен ошақтың жанатын камерасының жоғарғы жағынына тангенциалды әдіспен береді. Горелка шетінің маңында жанады. Камерадағы температураны 900 - 950^0 С ұстап тұрады, күйіндінің 60% табанға отырады, ал 40% газбен шаң

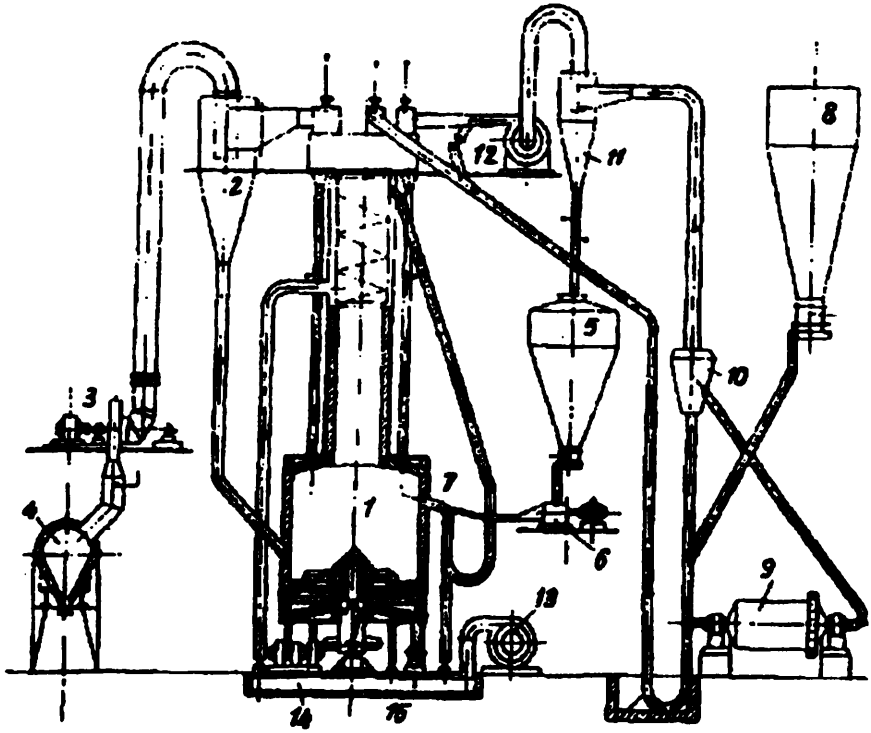
күйінде шығарылады. Бұл шаң тотыққан қосымша өртеудің қажеті жоқ, бірден былғау цехына жіберіледі. Шаңның 97 – 98% циклонда ұсталады, одан қалса электр сүзгіде, жанған газдың бір бөлігі төменгі кептірілетін камерада температура 230 - 260^0 С және жоғарғы камерада 130 – 180^0 С. Сонан соң бұл газдар шоғырмен бірге жанатын камераға берілуге тиіс.

Жартылай өртелген жану камерасындағы шоғыр (онда сульфидті күкірт 5-6%) төменгі екі подта толық өртеледі, содан соң оны еріту (былғау) бөлігіне жібереді. Күйінді құрамында 0,3% сульфидті және 0,4% сульфатты күкірт бар.

Ауа шығыны 150-200% стехиометр керектігіне қарағанда жанған газда 6,5-7,5% күкіртті ангидрид күкірт қышқыл өндірісіне жібереді.

Ошақтың шоғыр бойынша өнімділігі 100 – 200 т/тәулігіне.

Ілінген күйдегі өртеуді жетілдіру былай жүргізіледі: астынан кептіретін табанды төмен түсіру керек және оны қысқа баған орналастырады, ол жанатын камераның көлемін ұлғайтады шоғыр ілінеген күйде толық жану үшін жанатын камераның үстіне шахтаны орналастырады, оның диаметрі 3м және биіктігі 14м. Бұл ошақтың өнімділігін шоғыр бойынша 125-150 т/тәулігіне арттырады (сур. 5).



Сурет 5 – Ілінген күйдегі өртеу қондырғы аппаратының нобайы.
1 – ілінген күйдегі өртейтін ошақ. 2 – циклон. 3 – ыстық газ үшін желдеткіш; 4 – жиынтық газ жүретін құбыр; 5 – құрғақ шоғырға арналған бункер; 6 – фуллер насос; 7 – форсунка; 8 – шикі шоғырға арналған бункер; 9 – шарлы диірмен; 10 – майда шаңға арналған сепаратор; 11 – циклон; 12 – желдеткіш; 13 – таза ауаға арналған желдеткіш; 14 – таза ауаға арналған желдеткіш; 15 – тасымалдайтын шнек.

Ілінген күйдегі сульфадты шоғырды өртеу бұрынғы қарастырылған әдіске қарағанда мынандай артықшылығы бар:

1) Өнімділігі үлкен (150 т/тәулігіне);
2) Отынның керегі жоқ, өртеуден алынған жылудың бір бөлігі бу қазандарын қыздыруға пайдаланады;
3) Күйіндінің сапасы жоғары (онда сульфидты күкірт 0,5% төмен, мырышты феррит күйіндісіне қарағанда;
4) Газы күкірт ангидридіне бай.

Сонымен қоса шоғырды өртеуге дайындау қымбат (толық кептіру және майдалау) шаңның сыртқа шығарылуы көп, оның майда бөлшектерінің көптігінен ерітуден кейінгі қолдану және сүзу жай жүргізіледі, негізгі кемшілігі осы.

7.7. Қайнау қабатында өртеу

Кез-келген зат үш түрлі агрегаттық түрде болады: қатты, сұйық және газ тәрізді. Төгілмелі материалдан газ өткенде, ол газ өтетін бетте жатса, ол газдың жылдамдығы төмен болғанда бөлшектер арасындағы кеңістіктен өтіп сүзілу үрдісі жүреді, қабатта ешқандай физикалық өгерістер болмайды. Қабат қозғалмайды, көлемі өзгермейді. Мұндай қабат сүзгіш деп аталады, яғни, қатты + газ = қатты.

Газ ағынының жылдамдығы артқан кезде, қабаттың кедергісі артады, ол газбен бөлшек бетінің арасындағы кедергі, газ ағынының қимасы әр түрлі каналдардан өтеді түрлі түйіршіктердің арасымен. Қашан газ жылдамдығы қабатты аралап өтетін белгілі бір мөлшерге жеткенде, газдың ең алма ғайып жылдамдығы, төгілмелі материал бөлшектер арасы қашықтайды және қабат көлемі өседі 20-50% және ол "қайнай" бастайды. Газдың жылдамдығы алма-ғайып нүктеге жеткенде төгілмелі қабаттың сапасы өзгереді, ол кою сұйыққа ұқсайды, яғни псевдосұйық күйге ауысады. (қатты + газ = сұйық). Қабат жеңіл қозғалады сұйыққа ұқсас, ағылуға қабілетті, жоғарғы деңгейден төменгі деңгейге дейін, беті горизанталь, анық бөлінетін шекарасы бар қайнау қабырғасының бетімен оның үстіндегі газ арасында, құбыр арқылы ағады, кедергіден асып түседі т.с.с. Мұндай жағдайда жүйе жылдамдығы 20 см/с (әдетте 9–14 см/с). Керекті газдың қысымы төмендегі формуламен өрнектеледі:

$$\Delta p = \frac{G_{Tв}}{Ff} = H(\gamma_{Tв} - \gamma_{ср}) * (1 - E)$$

Мұндағы: Н-қайнау қабатының биіктігі;

$G_{Tв}$-қатты материалдың салмағы;

$F_р$ –решетканың ауданы, ол арқылы газ үрленеді;

$\gamma_{тв}$ - қатты фазаның меншікті салмағы;

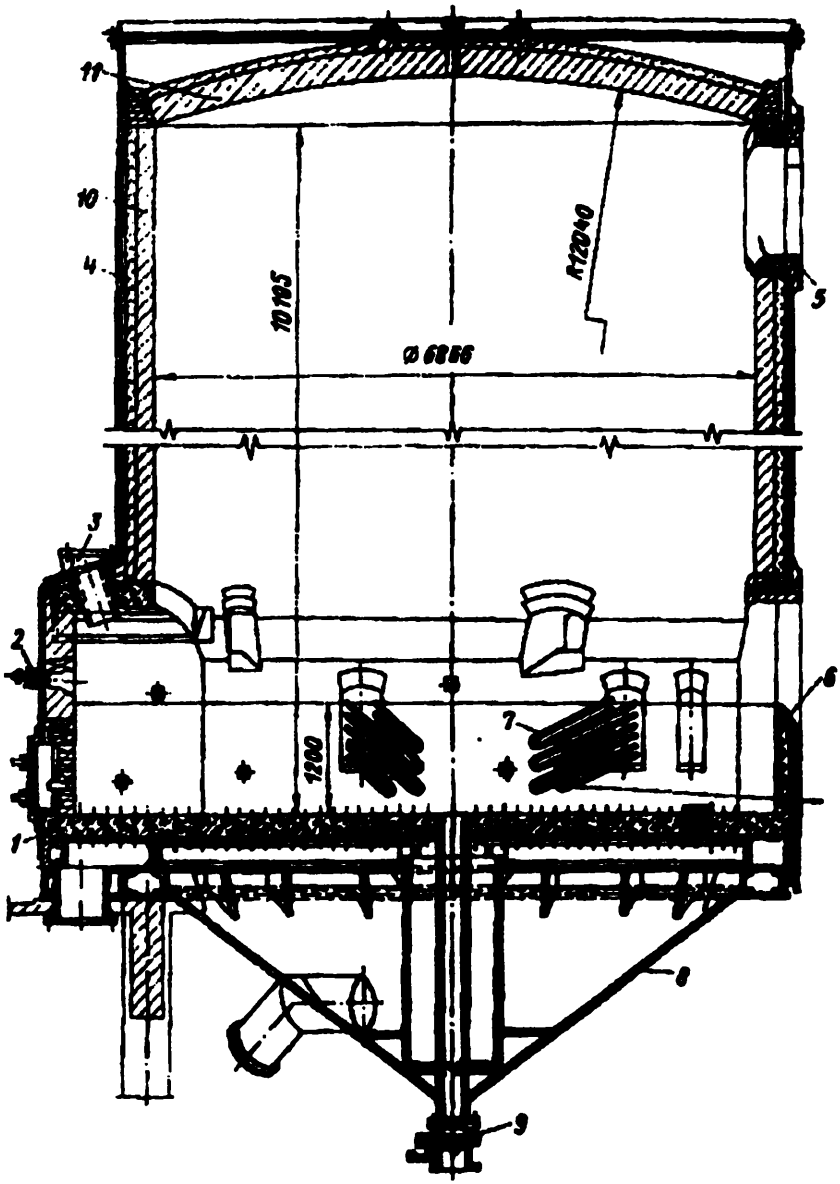
$\gamma_{ср}$ - ортаның (газ) мееншікті салмағы;

Е – газ орын алатын-көлем бірлігінің бөлімі.

Сонымен қабаттың статистикалық қысымы газ ағынынның жылдамдығы алмағайып нүктеден жоғарылағанда қабат бұрқырайды және шаңның сыртқа шығуы көбейеді. Егер газдың жылдамдығы 30 – 50 рет алмағайып нүктесінен асып түссе, онда төгілмелі материал ілінген күйге ауысады, онда әрбір бөлшек еркін қозғалады (қатты + газ = газ). Қайнау қабатындағы өртеу мынаған негізделген, шоғыр қабаты астынан аумен үрленеді, қозғалу қасиетіне ие болады, ол өзінің физикалық қасиеті сұйық затқа жақындайды, шоғырдың бөлшектері ілінген жағдайға тап болады, түйіршіктер белгілі биіктіктен аспайды және кез – келген ыдыс пішініне ауыса алады, қандай агрегатты өртеуді жүргізсе де, ол жеңіл қозғалады. Осының өзінде материалдың жеке бөлшектерінің тотығуына қолайлы жағдай туғызылады.

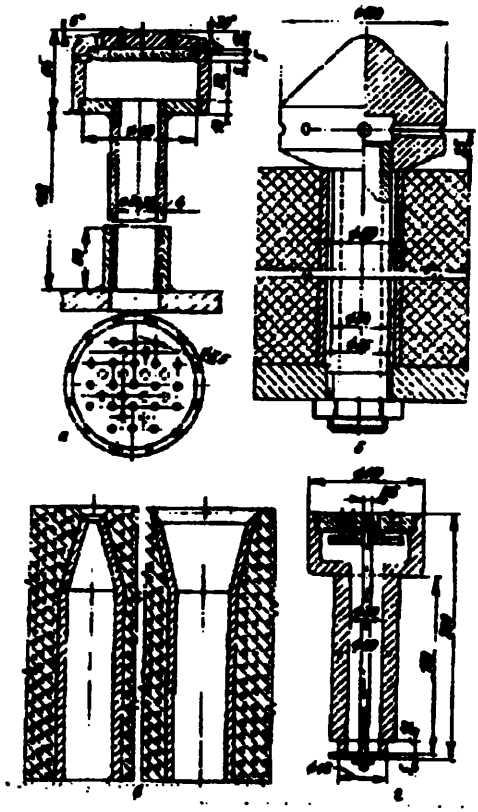
Қайнау қабатындағы үрдісті кез – келген қатты материалға қолдануға болады және кез – келген газ немесе бу, олар әйтеуір конденсацияға түспеу керек және олар заттардың бір – біріне жабысуына ықпал жасамауы керек.

Ошақты қалыпты жағдайда жұмыс істеуіне, қатты заттың гранулометриялық құрамы шешуші роль атқарады, сондықтан ошақта шихта пісірілгенде оның көлемі ұлғаяды және қайнау қабатының қоюлығы артады. Қайнау қабатының ошағы (“КС”) 6, 7 суреттерде көрсетілген.



Сурет 6 – Қайнау қабатындағы ошақ (КС) мырыш шоғырын өртеуге арналған.

1 – табан; 2 – ошақты оталдыруға арналған форсунка; 3 – тиейтін камера; 4 – ошақтың тұлғасы; 5 – газ шығатын тесік; 6 – құятын табалдырық; 7 – змеевик (қабатты суытатын); 8 – ауа камерасы; 9 – пневмоқозғалтатын тұтқа; 10 – ошақтық футеровка; 11 – дөңес шаңырақ.



Сурет 7 – Қайнау қабат ошағының сұлбасы.
А – сопло екі торлы; Б – сопло Североникелі құрылғы мен және Белов мырыш заводының; В – тесікті сойыр-Челябин мырыш электролит зауытыныкы; Г - сопло УК. СЦК.

Кәзіргі кезде ошақ "КС" іс жүзінде барлық басқа өртеу тәсілдерін ығыстырады.

1) "КС" ошағының өнімділігі көпподты ошаққа қарағанда 3-4 есе артық, ал ілінгіен күйдегі үрдіспен салыстырғанда 1,5-2 есе артық.

2) Күйіндідегі сульфидті күкірт "КС" ошағында 0,2-0,3%,ал ілінген күйдегі ошақта 0,2-0,5% көпподты ошақта 0,3-1,0%

3) Шоғырды алдын ала кептірудің қажеті жоқ. "КС" ошағына тек шоғыр емес пульпаны да тиеуге болады.

4) "КС" ошағындағы өртеуге автоматизацины жеңіл қолдануға болады.

7.8. Мырыш шоғырын агломерациялық өртеу тәсілі

Мырыш шоғырын агломерациялық өртеудің қорғасын шоғырын өртеуден біраз айырмашылығы бар, мұндағы пісіру айтарлықтай жоғарғы температурада (1200-1300^0 С) жүргізіледі. Мұнда металл сульфаттарының түзілуі айтарлықтай шектеулі, себебі өртеу температурасы ыдырау температурасынан жоғары бұл сульфаттардың өртеу кезінде айтарлықтай мөлшерде мышьяктың, қорғасынның (75%) және кадмидің (95%) ұшып кетеді, нәтижесінде мырыш шоғыры біраз қоспалардан тазартылады.

Мырыш шоғырын өртегенде шихтаның құрамына флюсті мүмкіндігінше енгізбеу керек, ол агломераттың жақсы пісірілуне ықпал жасаса да, дистилляция шартын қиындатады, мырыш агломератын алғанда нашар пісірілген кесектері үлкен емес жеңіл майдаланады.

Мырыш шоғырын өртеудің дистилляция заводтарында бірнеше технологиялық нобайы бар:

1) Шоғырды алдын-ала көп табанды ошақта өртеу күйіндінің құрамында 8-10% күкірт, бұдан соң оны пісіреді шихтаның құрамына кокты немесе көмірді қосудың қажеті жоқ, қалған күкірт жеткілікті;

2) Шоғырды алдын-ала көп табанды ошақта толық өртейді, сонан соң күйіндіні кокстың қатысуымен пісіреді;

3) Шоғырды бірден агломашинада өртеп пісіреді, ол үшін алдын – ала майдаланған айналмалы агломерат (80%) және (20%) шоғыр араластырылады;

4) Шоғырды ілінген жағдайда өртейді, алынған күйіндіні кокстың қатысуымен немесе кокссыз пісіреді;

5) Шоғырды қайнау қабатында өртейді алынған күйіндіні пісіреді.

Көбінесе екі сатылы өртеуді қолданады шихта құрамына: өртелген мырыш шоғыры, газ жолының шаңы, машинадан төгілген материал, мұның барлығы күкірт мөлшерін азайтуға пайдаланылады. Шихтаны мұқият араластырады, су бүркеді сөйтіп оны дөңгелек агломашинада өртейді (қәзіргі кезде біраз кемшіліктерінің арқасында қолданылмайды) немесе таспалы агломашинада өртейді (ол туралы қорғасын және мырыш металлургия кітабында толық жазылған).

7.8.1 Дөңгелек агломерациялық машина

Машина дегеніміз - өзінше үлкен дөңгелек діаметрі – 8 м, құрылымға кіретін жеке сегменттерден, ол шойыннан жасалатын жәшіктер – одан ауа сорылады, оның үсті решеткамен жабылған, соңғысы бүйір қабырғамен шектелмеген (таспалы агломашинадағы палеттен айырмашылығы). Газдар былай сорылады: машинаның ортасында жабық барабан, ол екі камераға бөлінген. Әрқайсысы эксгаустермен жалғанаған,олардан газ сорылады. Айналатын әрбір камера темір жеңмен жалғанған. Осындай қосу тетігі арқасында, ең бай газдар, өртеудің басындағы алынған газ бір камераға түседі, одан кедейлеуі екінші камераға, бұдан кедейлеуі – үшінші камераға түседі.

Шихтаны тиеу таспалы машинаға ұқсас, айырмашылығы - тербелетін науа бункермен ауыстырылады, ол колосник столының үстіне орналасқан. Шихтаның беті арнайы қондырғымен тегістеледі, үстінде, басқа екі бүйірінде арнайы қырғыш бар. Горн бұрынғыға ұқсас. Пісірілген материал қиғаш орналасқан қырғышпен босатылып арнайы ыдысқа тиеледі

қырғыштың құрылымы соқаға ұқсас. Машина айналымының жылдамдығы 1,5-2 айналым/сағатына, құрылымы сурет

Машинаның өнімділігі мырыш шихтасын өртегенде айтарлықтай төмен, таспалы машинамен салыстырғанда (шамамен екі есе, қорғасын шихтасын өртегенде). Негізгі себебі мырыш сульфиді жай тотығады. Дайын агломерат -бойынша 4-6 т/м^2 тәулігіне, егер өртеу екі сатылы болса- 1,5т/ м^2;

2) Қайнау қабаты жеріндегі күйдіруде күкірт сульфидінің құрамы 0,2- 0,3 %, ал қалыпты жағдайда 0,2- 1,0 % жетеді.

3) Алдын ала концентратты құрғатудың қажеті жоқ, өйткені қабаттағы қайнатуда ұлпаның өзі де ылғалдылықпен түседі.

4) Қабаттағы қайнау процесі автоматтандыруға ыңғайлы.

2.8. Мырыш концентратын агломератты түрде күйдіру

Агломератты түрдегі мырыш концентраттарын күйдіру қорғасын концентратын күйдіруден өзгеше: күйдіру және пісіру жоғары температурада (1200- 1300^{0}С) жүргізіледі.

Мұнда металл сульфатының құрылуы шектелген, өйткені күйдірудегі температура, ол сульфаттардың диссоциациялық температурасынан жоғары. Күйдіру кезінде көптеген мышьяк, қорғасын (75%) және кадмий (95%), яғни мырыш концентраты осындай кейбір қоспалардан тазартылады. Мырыш концентрациясындағы шихтаға флюсты қосу, ол агломераттың қанығуына жағдай жасайды деген ұғым онша ұтымды емес, өйткені ол дистилляцияның жағдайын қиындатады.

Мырыш агломераты бөлшектеніп түйірлі кесекке айналып жақсы қанықпаған боп шығады дағы, майдалануға тез беріледі.

Мырыш концентраттарын күйдірудегі дистилляциялық зауыттарда көптеген технологиялық схема бар:

1) Көптабанды ошақта концентратты алдын ала күкірт құрамын 8-10%- ке дейін күйдіреді, одан кейін шихтаға кокс қоспай, оның сульфиді жануы арқылы пісіреді.

2) Көптабанды ошақта концентратты алдын ала біржолата күйдіріп, ондағы күйінді кокспен пісіреді.

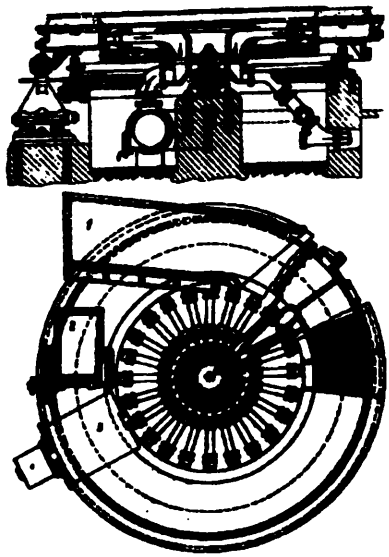
3) Агломерациялық машинада 80 бөліктей аглмератпен 20 бөліктей концентратты алдын ала ұнтақталған

агломераттық қайталау материалмен араластырып, концентратты қанықтыру үшін күйдіру арқылы пісіреді.

4) Қанықтаған жағдайда концентратты күйдіреді, ондағы алынған күйінді кокссыз не кокспен пісіреді.

5) Қабаттағы қайнатуда концентратты күйдіреді және алынған күйіндіні пісіреді.

Алғашқы вариантпен қарағанда өте көп жағдайда екі сатылық күйдіру схемасын пайдаланады. Шихтаның құрамына кіретіндер: мырыш концентратының шала күйдірілгені, газоходтардағы шақ, машинадан түсіп қалғандар, күкіртке қосатын айналмалар, т.б. Шихтаны ұқыпты араластырады, ылғандандырады және дөңгелек агломашиналарда күйдіреді (осы кездерде іс жүзінде керексіз кемшілік сияқты) немесе тура жазықтық типтес агломашинада, оны автордың көрсетуінше, қорғасын металлургиясында да кездестіруге болады.



Сурет 8 - Дөңгелек агломерациялық машина.
1 – қырғыш; 2 – бункер; 3 – оталдырғыш.

Мырыш шихтасын күйдіруде қорғасын шихтасына қарағанда машинаның өнімділігі едәуір төмен (орташа екі есе), мұны түсіндіруде, оның мырыш шихтасын қорыту салмағы төмен әрі мырыш сульфидінің тотығуы бәсеңдеу жүретіні.

Агломераттың жылдық өнімділігі 4- 6 т/м^2, ол екі сатылы күйдірудің тиімділіктің аумағын алғанда және бірсатылық күйдіруде 1,5 т/м^2.

Тура жазықтықпен салыстырғанда дөңгелек айналмалы пісіру машинасының кейбір артықшылықтары білінеді:

- Туражазықтық машинасындағы 1/3 аумақтың орнына, мұнда күйдіру кезінде торлы қадақша- ¾ аумақты қамтиды.

- Ауамен күкіртті газдардың артық араласуынан іріктеуде қарапайым әрі тығыздалған қосылысы арқасында бұл машина сақтандырады.
- Күкіртті газдардың байлығын және жалаңдығын өте қарапайым әрі дұрыс іріктейді.
- Көп тиімді аумақты қамтуына қарамай, дөңгелек машина қомақты емес және оны орналастыруға үлкен ғимараттық қажеті жоқ.

Дегенмен, агломератты пісіру жүйесінің дұрыс қараластырмағандығынан, агломерат осал түсіріледі. Сондықтан оны қолдану шектелінген.

8. Мырыштың дистилляциялау

Мырышты дистилляциялау тәсілімен алу, ол сол мырыштың физика- химиялық қасиетіне әрі қоспаларына негізделген. Мырыш тотығы іс жүзінде металға дейін 950^0С- тан жоғарыда тотығады, ал 906^0С температурада мырыш қайнайды. Сондықтан, қорғасынға, мысқа, темірге т.б. металдарға қарағанда мырыш қалыптасу кезінде буланған жағдайда болады. Осылай оны сұйық күйде алуға болады, ал қуыс өнімдер ежелден белгілі, қатты қалдықта "раймовка" деген атпен қалып қояды.

Мырыш қиын қалыптасатын металл. Мырыш тотығын металға дейін қалпына келтіру үшін газдың ішінде өте жоғары деңгейдегі көміртегі оксидінің концентрациясы қажет.

Мырыштың буы шапшаң түрде көміртегі қос тотығымен, ауадағы оттегімен және судың буымен тотығады. Осыған байланысты жылжыту газымен мырыш шихтасының соқтығысуына жол бермеу керек- қалпына келтіруді жабық ыдыстарда жүргізу қажет. Шихтаның өзі мырыш агломератымен мырыштың бай айналдырмалы өндіріс материалдарынан жасалады, оған тағы 35- 40% қалпына келтірушіні қосады.

Қалпына келтіруші- антрациттік штык (ұнтақ) немесе коксик.

8.1. Дистиляциялау кезіндегі шихта компонентінің тәртібі

Құрамында мырыш оксиді (негізінен) және басқа металдары бар, онда еркін не байланыс түріндегі феррит, силикат формадағы агломерат дистилляцияға түседі. Кейбір жағдайда, сульфид және сульфат металдары да араласып кетеді.

Негізгі металдар тотықтарының тәртібін №9 суретте келтірілген диаграмма бойынша аңғаруға болады:

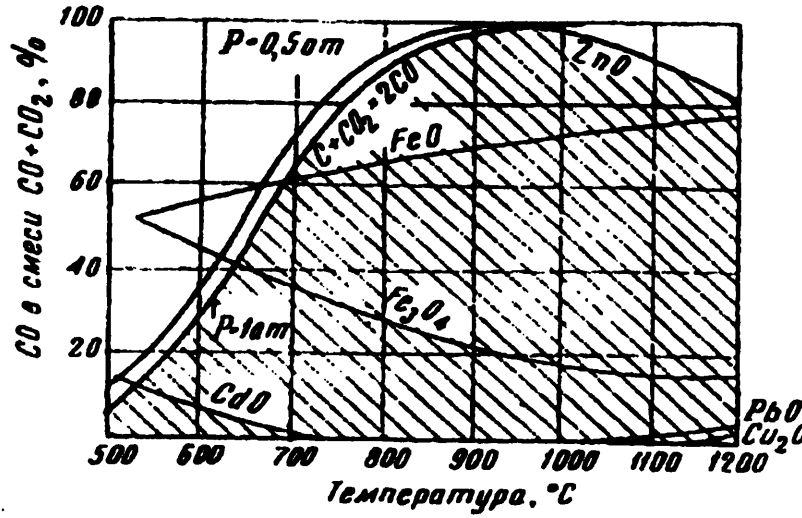
Мырыш тотығы қолайлы жағдайларда көміртегі тотығымен реакция бойынша қалпына келтіріледі:

$$ZnO + CO = Zn + CO_2$$

№ 9 суретте көрсетілгендей, мырыш өзінің тотықтарымен келуі 1000^0C температураға жақын шамада басталады. Мырыш тотығының тотықсыздану жылдамдығы, ондағы көміртегі қос тотығының босандау реакциясының функциясына лайықты:

$$CO_2 + C = 2CO,$$

яғни, CO ылғи да босаң суда болғандықтан CO концентрациясы қалпына келтіру атмосферасының теңдігінен жоғары қалыпта болады, ол деген бірінші реакцияның ағынын қамтамасыз етеді деген сөз (сур. 9).



Сурет 9 – Металдар тотықтарының толықтыратын тепе-тендік қисық сызықтары (штрихталған белгі – реторттың ішіндегі жасалған шарт).

Бұл реакциялардың жылдамдығы тек қана температураға байланысты емес, сонымен қатар газ фазасының құрамына да байланысты.

Көміртегі қос тотығының құрамы жоғары болса бірінші реакцияның жылдамдығы қысқарады, керісінше екінші реакцияның жылдамдығы ұлғаяды.

Көміртегі қос тотығының босаңсу жылдамдығы температураға және С мен CO_2 арасындағы жанасу жазықтық шамасына және құралған CO- ның кету тездігіне байланысты.

Көміртегі қос тотығының тез және толық босаңсуына мына төмендегідей жағдай керек:

1) 1000^0C температурадан жоғарыда (қатты көміртегінің қатысуында оның қос тотығы бұл жағдайда болмауы қажет);

2) Қатты көміртегінің артықтығы, оған қоса бетіндегі оның белсенділігі;

3) Шихтаның газ өткізгіштігінің үлкендігі.

Мырыш тотығы қатты көміртегі арқылы да кейде тотықсыздандырылады, тек қана, онда мойындау сипаттамасы болады.

Мырыш тотығының негізгі тотықсыздандырғышы көміртегі тотығы, көміртегі CO_2-ны босаңсыту ролін атқарады, яғни мырыш тотығын тотықсыздандыруды жылдамдатады.

Мырыш тотығы темірмен де тотықсызануы мүмкін.

$$ZnO + Fe = Zn + FeO$$

Яғни, бұл реакция көміртегі тотығынан оксидінен екі есе жылдам өтеді. Бірақ та, осынысына орай темір зиянды қоспа болып табылады, өйткені ол шойын, тез балқығыш шлакты өзімен қоса күкірт және штейндерді құрайды.

Бұл процесстердің өнімі реторттың қабырғасын бұзады, онымен күресу үшін дистилляцияның шихтаға көміртегін қосады, ал ол өз бойына ылғал өнімдерді сіңіргендіктен оның реторт қабырғаларына жылжуына кедергі жасайды.

Мырыш тотығы тағы да сутегі, метан, табиғи газдарымен де тотықсызануы болады:

$$ZnO + H_2 = Zn + H_2O \text{ (реакция } 450^0 C \text{ жүре береді)}$$
$$ZnO + CH_4 = Zn + CO + 2H_2$$

Мырыштың ферриты көміртегі тотығымен мына төмендегідей реакция арқылы тотықсызданады:

$$ZnFe_2O_3 + 3CO = ZnO + 2FeO + CO_2.+C_2$$
$$ZnFe_2O_3 + 3CO = ZnO + 2Fe + 3CO_2.$$
$$ZnO + CO = Zn + CO_2.$$
$$ZnO + Fe = Zn + FeO.$$

Мырыш ферриттен анағұрлым тезірек тотықсызданады.

Мырыштың силикаты дистилляциялық температурада әжептеуір жақсы тотықсызданады.

Дистилляциялық кезінде мырыш сульфиді толық жоғалады, өйткені ол іс жүзінде тотықсызданбайды және раймовкаға өтеді (мырыш алюминаты- мырыш шпинелі сияқты).

Мырыш сульфаты агломератта аз мөлшерде болады.

Дистилляция кезінде диссоцацияланады:

$ZnSO_4 = ZnO + SO_2 + 0.5O_2$,

ал мырыш тотығы металға дейін қалпына келеді.

Күкіртті ангидрид күкірт элементіне дейін қалпына келеді және мырышты сульфидтейді.

$2SO_2 + 2C = 2CO_2 + S_2$,
$2Zn + S_2 = 2ZnS$.

Мырыш сульфаты көміртегімен немесе оның тотығымен араласқанда сульфидке дейін тотықсызданады.

$ZnSO_4 + 4CO = ZnS + 4CO_2$,
$ZnSO_4 + 4C = ZnS + 4CO$,
$ZnSO_4 + 2C = ZnS + 2CO_2$.

Сонымен, күкірт сульфаты да сульфид сияқты зиянды, өйткені ол мырышты раймовкаға айналдырады.

ТЕМІР агломерат құрамында Fe_2O_3 және Fe_3O_4 түрінде, дистилляциялық кезінде FeO қалпына одан әрі Fe- ға дейін келеді.

$Fe_2O_3 + CO = 2FeO + CO_2$
$FeO + CO = Fe + CO_2$

Кремний оксидінің қатысуында темір қос тотығы $XFeO*ySiO_2$ силикатын құрайды, яғни реторт қабырғасын жейтін шихтаның шлак құрамдас компоненті.

ҚОРҒАСЫН агломерат құрамында оксид түрінде, негізінен феррит және силикатпен байланыста, ал кейбір кезде сульфид, сульфат түрінде кездеседі.

Қорғасынның тотыққан қоспалары дистилляция кезінде қорғасын металына дейін тотықсызданады, ал сульфат-сульфидке дейін.

Алынған қорғасын буланады және конденсацияланады, мырышты былғайды. Қорғасынның көп бөлігі ретортта қалып

қояды, буланып үлгермейді. Шихта арқылы қорғасын сүзіледі, реторттың қабырғасына жетіп бу талшықтарына сіңеді және біртіндеп шөгіп, саңлақ қалдырады. Қорғасынның бұл зияндылығына орай шихтаға көмір қосады, ол қорғасынды бойына сіңіреді; көмір реторттың жұмыс кезеңін ұзартады, тек ғана өнімділігін қысқартады.

МЫС агломератта жеңіл тотықсыздандырғыш оксидтер силикат және ферриттер ретінде қатысады, кейбір кезде-сульфид түрінде. Тотықсызданған мыс ұшпайды және барлығы дерлік раймовкада қалады, ал сульфидтер штейнге өтеді.

КАДМИЙ агломератта еркін немесе байланыстағы оксид түрінде қатысады да, ары қарай метал жеңіл тотықсызданады:

$$CdO + C = Cd + CO,$$
$$CdO + CO = Cd + CO_2$$

Кадмий жеңіл ұшады, мырыш сияқты жоғары бу серпімділігіне ие. Тотықсыздану мезетінде кадмий буланған жағдайда алынады және біршама мырышпен конденсацияға түсіп, оны ыластайды. Кадмийдің едәуір бөлігі шаң- тозаңға (пусьерге) өтіп, кадмийді алатын шикізат ретінде қызмет жасайды.

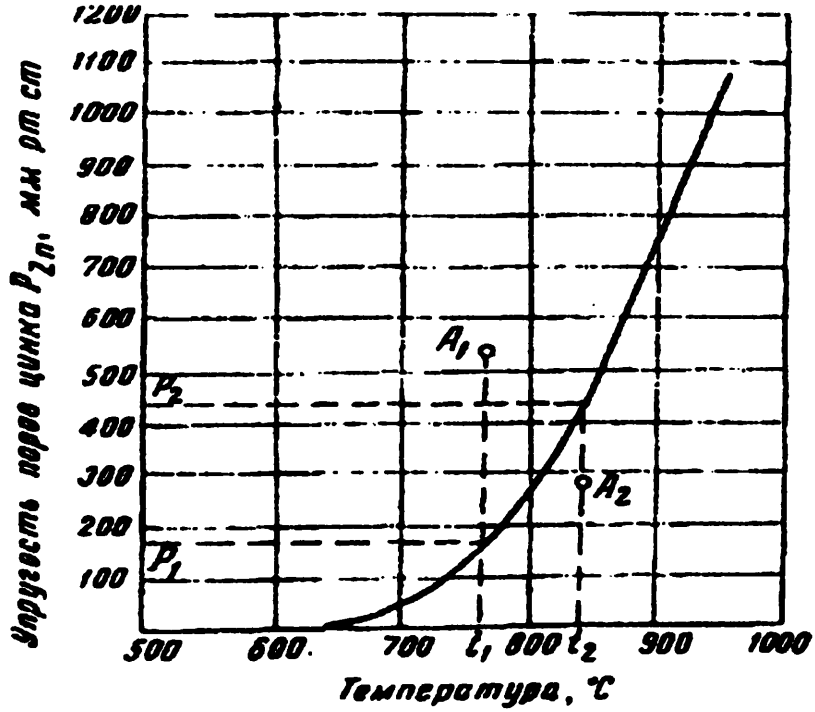
МЫШЬЯК және *СУРЬМА* агломератта ұшпайтын оксидтер, $MeO*As_2O_5$ және $MeO*Sb_2O_5$ типтес арсенат, антимонат металдары түрінде қатысады. Дистилляциялау кезінде бұл қоспалар, ұшқыш үш тотықтар және металдар ретінде, буланғанда пусьер және мырышты ластайтын боп кездеседі.

АЛТЫН және *КҮМІС* шихтаны дистилляциялауда раймовкада- процесстің қатты қалдығында ерітілмеген күйінде қалады, ал ерітілген шихтада олар қорғасын және штейнге өтеді. Егер шихтаға ас тұзын (поваренная) салса, онда алтын және күмістің кейбір бөлшектері хлорланады да ұшып кетеді.

БОС ЖЫНЫСТАР шихтада кальций және барий, сонымен қатар кремнезем және саз балшық қоспалары қамтиды. Бос жыныстардың барлық компонеттері процесстерге кері әсер етеді, мұнда жеңіл балқитын шлак құрылымы немесе мырыш

оксидімен бірге қиын тотықсызданатын қосылыстары, мысалға, $ZnO*Al_2O_3$ мырыш шпинелі арқылы қиындалады.

8.2. Мырыш буының конденсациялануы



Мырыш қалпына келтіру мезетінде буланған жағдайда болады. Мырыштың буланудағы серпімділігінің температураға байланыстылығы №10 суретте көрсетілген. Көрсетілген байланысқа сәйкес, әр температура көрсеткішіне мырыштың булану серпімділігі дәл келеді. Егер осы бұзылса, онда жүйелі теңдік тұрақты жағдайда болмайды, яғни жаңаша бір процесс туындауы мүмкін (сур. 10).

Сурет 10 – Температураға тәуелді мырыш буының қысымы (1 мм сынап бағанасы 133 Па).

Мысалға, А нүктесіндегі булану серпімділігі қисындыдан жоғары, яғни буланудың қаныққан аймағында, жүйенің тең

еместігін сипаттайды, онда конденсация процессі жүруі керек, ол будың серпімділігін төмендетеді. Бұл процесс тоқтамайды, қашан будың Р серпімділігі өз деңгейіне жеткенше, ол t_1 температураға лайықты.

A_2 нүктесі будың қанықпаған аймағында жүйенің жағдайын, t_2 температурада будың серпімділігі қаныққан будың серпімділігінен кем екендігін сипаттайды.

Сондықтан да, қай жүйеде конденсациялық фаза болатын болса, ол жүйеде булану процесі өзінің P_2 булану серпімділік шамасына және оған t_2 температуралық жауабы болғанша жүре береді. Егер де конденсациялық фаза болмаса, онда A_2 салқындағанша, оның кейбір бөлігі конденсацияға түседі.

Шық нүктесі дегеніміз ол булану және конденсациялық фазаның аралығындағы бу серпімділігімен қатар температуралық теңдікті айтады. Бұл нүкте немесе температура будың серпімділігінің салқындауындағы конденсацияның басталуын белгілейді.

Қайнап кеткен (қанықпаған) мырыш буын салқындатқанда бу құрамдас және конденсациялық серпімділігі 10^5Па тең фазалар арасындағы теңдік 906^0С- та кіреді. Бұл температура және де таза мырыш буының 10^5Па қысымымен шық нүктесі бола алады.

Дистилляциялық процессте мырыш буы басқа газдар негізінде, көмір оксидімен аралас күйінде болады, қорытындысында конденсаторға мырыш буының қосылысы және газдары түседі.

Бұл қосылыстардың жиынтық қысымы 10^5Па- ға (сәл жоғары) жақын.

Өзінің көлеміне сәйкес әр газ өз алдына бөлектенген-қысымда болады, сондықтан неғұрлым (парциалды) мырыш буы басқа газдармен араласса, соғұрлым бөлектенген (парциалды) мырыш қысымы төмен болады және оның шық нүктесі де.

Іс жүзінде бөлектенген мырыш буының реторттағы газ қысымы 50 Па- ға жақын (300- 370 мм. сынап бағанасы), әрі оның мырышқа арналған шық нүктесі 830- 870^0С тең келеді. Мырыш буының конденсациясы басталардағы температураны төмендету дұрыс құбылыс емес, өйткені конденсацияның

аяғында біріңғай температурада (мырыш балқуының температурасынан жоғары кезде) температуралық интервал қысқарады, ондай жағдайда осы кезеңде сұйық метал қалпында мырышты алуға мүмкіндік туады. Бұл мырыш өніміне кедей шикізатты өңдегенде, қашан бөлектенген мырыш буының қысымы өз деңгейінен төмен болғанда білінеді.

Қандай сұйықтық буы болмасын, олар соның не басқа сұйықтық тамшысы боп конденсацияға түседі, әрине ол қатты дене не шаң- тозаңның бетінде қайнаған жағдайда. Камера типтес конденсаторда мырыштың буы қабырғаға тамшы ретінде конденсацияланады, сөйтіп төмен тамады. Мырыш буының кейбір бөлшегі шихтаның шаңы болып конденсацияланады, олар газбенен реторттан айдалады немесе көмір түтіні сияқты шаңға айналып сол конденсаторда төменгі температураның өзінде (2CO- CO_2+ C) көмір оксидінің бөлінуімен аяқталады.

Конденсацияланған шаң- тозаңның тамшысы шаң ұстағышқа әкетіліп, онда майда шаңның қабаттарын құрайды- ол пусьерге жіберіледі.

Мырыштың өте майда тамшылары сол конденсаторда мырыштың буын тез салқындатқандықтан құралады, сондықтан өзінің конструкциясы (көлемі, формасы, қабырға қалыңдығы т.б.) мырыштың буын тез салқындатпайтын болуы қажет.

Пусьердің алонжыға шығуы барлық мырыш бойынша 3- 5%-ке жетеді. Одан да көп шаң сол конденсатордың өзінде, оның жағасына сұйық мырыштың жинауымен құралады. Мырышты сұйыққа айналдыруда барлық мырыштың 70-75% конденсациялауға ғана болады, ал 25- 30% кейін тағы өңдейтін мырыш шаң- тозаңын құрайды. Мұндай көп жиналатын шаңның себебін көптеген себептермен түсіндіруге болады.

Оның бірі физикалық түрде: конденсатордың суық артындағы будың көп бөлігі конденсацияланады, газ ағынымен тұмандалған мырыш тамшылары механикалық түрде алонждан шығып кетеді т.б. Мұндай шаңдар таза мырыштан тұрады. Шаңның басқа құрылымдарының себебі ол химиялық сипаттамада, негізінен, мырыш буларының конденсаторда тотығуында: конденсатордағы газ қосылыстарын салқындатқан кезде көміртегінің қос тотығының бөлектенген қысымы көбейіп

кетеді ол әрине өзінің оксиді бөлінуінен (текст бойынша жазылғанға қара), яғни мырыш буын тотықтыруынан болады.

$Zn + CO_2 = ZnO + CO$

Мырыштың сұйық тамшысы жоғарыдан тотыққан соң, мырыш оксидін бөлшектенген пленка әрі металл тамшысы болғандықтан олар шаңға айналып өтеді. Тотықтырушының (CO_2) аз ғана бөлігі мырыш шаңының көбісін құрайды.

8.3. Мырышты жазықтық ретортта алу

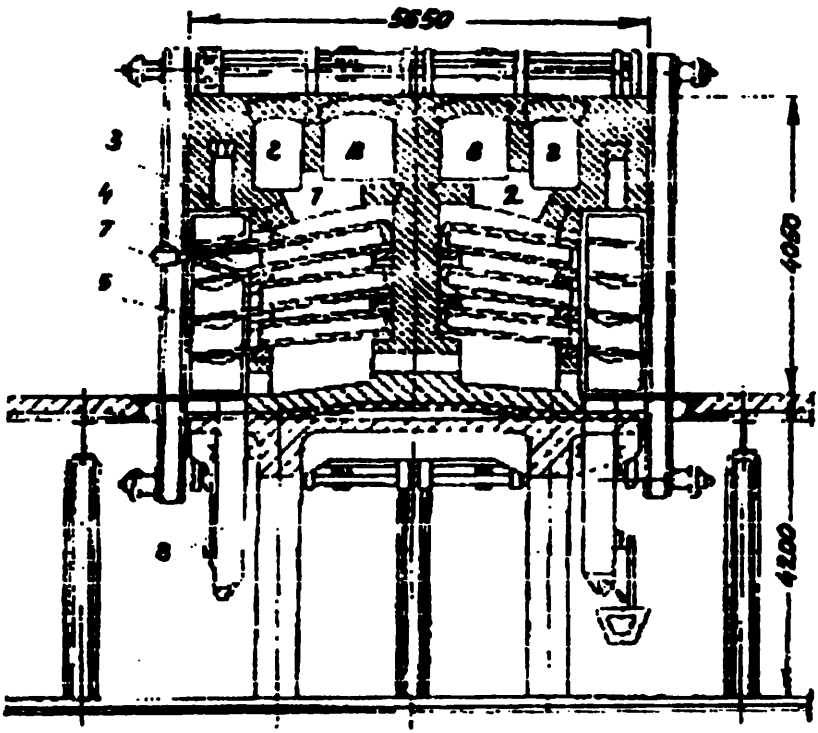
Жазықтық реторттағы дистилляция процессінің маңызы, мұнда тотыққан кенді немесе тотықсыздану қоспасы бар агломератты (майда кокс немесе агломерат салмағымен алғанда оның 35-45%) шағын жазықтыққа орналасқан балшықты ретортқа салады, сөйтіп 1250-1300^{0}С-ға дейін қыздырады. Реторттың ауыз жағына балшықты конденсаторды салқындату және мырыш буынан пайда болған сұйық металды тұндыру үшін қосқан.

Конденсациялаудағы будың бөлігі шаңға айналуына байланысты, оны "пусьера"- деп атайды. Олар алонжыға – конденсаторға қосылған шытырман металды шаң ұстағышқа шығарылады, ал кейбір бөлігі жартылай тотыққан ашытқы ретінде конденсаторда сұйық мырыштың бетіне тұндырылады.

Дистилляциялық ошаққа реторттар қондырылған. Мырыш зауыттарында кездесетін дистилляция пештерінде 1-8 қатарға 96-1000-ге дейін реторттарды қосады. Газбен жылытады (табиғи немесе генераторлық газ).

Мырышты дистилляциялауда шихтаның негізгіне екі материал кіреді: күйдірілген және қанықкан мырыш концентраты мен көмір, тағы да кейбір айналмалы материалдар (конденсаторлық шаң, реторттан- қалқып алынған байытылған өнім, бай раймовка т.б.). Кейде шихтаға 1-2% пусьер құрамдастарды төмендету үшін ас тұзын (қуырылған) қосады. Шихтаға қосатын көмір мына талаптарды қанағаттандыруы қажет:

1) (15-20%) ұшқындардың азғантай болса да саны болу керек. Шихтаны реторттa қыздырарда, мырыш тотығын тотықсыздандырғанша, ұшқындар, оттықтан бөлініп шығып, шихтаны аралап, оның қызуына әсерлетеді, содан кейін конденсаторға түсіп оны қыздырады. Мырыш буы конденсаторға түскенше, ұшқындар көп болса конденсатор өте қатты қызады;



Сурет 11 – Дистиляциялық ошақ (көлденең кесінді).
1 – шаңырақ астындағы канон газды, ауаны және жанған өнімдерді шығармайтын; 5 – шоғырға арналған шойын сорелер; 6 – райтовканы түсіру; 7 – апонж.

2) Күлдің құрамы 10%- тен аспауы керек, өйткені күл шихта қоспасында жеңіл балқитындарды құрауы мүмкін;

3) Күкірт қосылысынан аулақ бояу, өйткені күкірт мырышты сульфидпен байланыстырады, оның өндірілуін төмендетеді;

4) Шихтаның газ өткізгіштігін сақтау үшін, 3-6 мм түйіршіктерді сақтау қажет.

Стехиометриялық қажеттілікке байланысты көмірдің қоспа саны (35-45%), яғни үш есе артық келеді. Ол көмірдің артықтығы күшті тотықсыздандыру атмосфераны (көмір қос тотығы тез ериді) құру үшін және дистилляцияның өніміндегі сұйықтықты жою үшін қажет.

8.3.1. Ошақты іске қосу

Жазықтық ретортындағы мырышты дистилляциялау алмакезекті үрдіс. Ретортқа салынған шихтаның әрбір порциясын өндіру ұзақтығын 24 сағатқа созылады.

Ошақтың жұмыс істеуіндегі барлық жұмыс ошақты мәнерлеген таңғы сменада (3-5 сағ) орындалады, оған кіретіні:

1) Конденсатордан ақырғы мырышты қыру;
2) Конденсаторды тазалау және босату;
3) Реторттан раймовканы қыру;
4) Ретортты шлактан тазалау және реторттың түзулігін тексеру;
5) Реторттағы бұзылғандарды жаңамен ауыстыру және пешті жөндеу;
6) Ретортқа шихтаны салу;
7) Алонж және конденсаторларды құру әрі майлау.

Осылардан кейін цехта қажетті жұмысшылар ошақтың температурасын бақылау, алонжыны тазалау және мырышты конденсатордан қырып алу үшін (3-4 рет тәулігіне) қалады. Барлық операциялар қолменен орындалғандықтан, дистилляциялық ошақтағы жұмыстар қиын әрі денсаулыққа зиян. Қорғасын және мырыштың буы, майда шаңдардың көптігі, ондағы ошақта іске қосарда, мәнерлегенде бөлшектенген раймовкадан бөлінетіндер өте зиянды.

Дистилляциялау барысында алонжыдан цехке көмір тотықтары бөлінеді; одан уланбау үшін ол газдарды өртейді, ал жанғыш өнімдерді алып кетеді.

Дистилляциялау үрдісінде негізінен температуралық режимді сақтау қажет. Барлық дистилляциялау кезінде реторттан шығатын булы- газ қоспасының бөлектенген қысымын біріңғай тиянақтылау ұстау қажет. Бұл мырышты тотықсыздандыру жылдамдығын өзгертіп, өзінің заңдылығы бойынша ошақтың температурасын көтеріп бір тәулік өткенше қарау арқылы нәтижелі болады.

Мырышты жазықтық реторттa дистилляциялау процессінің көрсеткіші мына төмендегіше қаралады:

1) Мырыштың жалпы өндірілуі, барлық жартылай өнімдерді (конденсаторлық шаңдар, пусьерлер, раймовкалар), тағы да айналмалы материалдарды (конденсаторлардағы, реторттағы, конденсаторды майлаудағылар т.б.) өндіру 89- 93% құрайды;

2) Бір реторттың өндімділігі - 100 кг шихта;

3) Бір тонна мырышқа шаққанда - үш тонна отын шығыны;

4) Бір тонна мырышқа (2-2,5 ретортпен, 8-9 конденсаторлар) – отқа төзімділік шығыны.

5) Бұл процесстің кемшілігін анықтайтын мәселелер; процесстің бөлінуі, іске қосардағы көп тұратындығы, отқа төзімділігі мен отын шығынының көптігі, денсаулыққа зияндылығы өндірісіндегі осы тәсілге шек қою болып табылады.

8.3.2. Конденсатор мен реторттy жасау
Алонжылар

Реторттар едәуір қиын жағдайларда жұмыс істейді, сондықтан ол мына талаптарға сай жұмыс істеуі қажет:

1) Отқа төзімділігі жоғары (1500^0C температурада босаңсымауы);

2) Өте жоғары тұрғыда механикалық беріктігі (екі балканың тұғыры ретінде, оған шихта түседі);

3) Раймовка мен шихтаның араласуына қатыспау;

4) Жылу өткізгіштігі жоғары деңгейде болуы;

5) Мырыш буы тотықпау үшін реторттың қабырғаларынан жылу газдары шықпауы.

Реторттар (ұзындығы екі метрге жетеді) 60%- ті метал майлы балшықтан (50% кремний тотығы және 35% алюминий тотығы), 30% шамоттан (60% алюминий тотығы және 25- 30% кремний тотығы) және 10% кокстан (жылу өткізгіштік пен отқа төзімділігін арттыру үшін) т.б. қоспалардан жасалады. Бұл шихтаны ылғалдайды, 2-3 апта сақтап, реторттарды тығыздайды. Одан кейін реторттарды 25-30 тәулікке дейін құрғатады, біртіндеп температурасын (3^0C тәулігіне) көтеріп, оны тәулігіне 900-1000^0 С-қа дейін күйдіреді (қыздырады). Күйдірілген реторттарды ыстық күйінде пешке апарып бекітеді. Мұндай реторттар бір айға дейін (24 күн) қызмет жасайды. Реторттарды карборундпен (кремнийдің карбиді) де жасауға болады. Ең жылу өткізгіш және мықты реторттар 5-6 айға дейін қызмет жасауы мүмкін, бірақ оның материалдары қымбатқа түседі.

Конденсаторларды (ұзындығы 0,5-0,9м) онша жоғары сорттағы балшықпенен де жасауға болады, өйткені ол ретортқа қарағанда, ойнақшы режимде жұмыс істейді.

Ол майлы балшық (50%) және шамоттан (50%) құралады, шамоттың орнына реторт қалдықтарын да пайдалануға болады. Мұнда да шихта ылғанады, араластырылады, бірнеше тәулік бойы сақталады және тығыздалады. Конденсаторды 40- 50% С температурада құрғату 10 тәулікке дейін созылады. Одан кейін ол күйдіріледі.

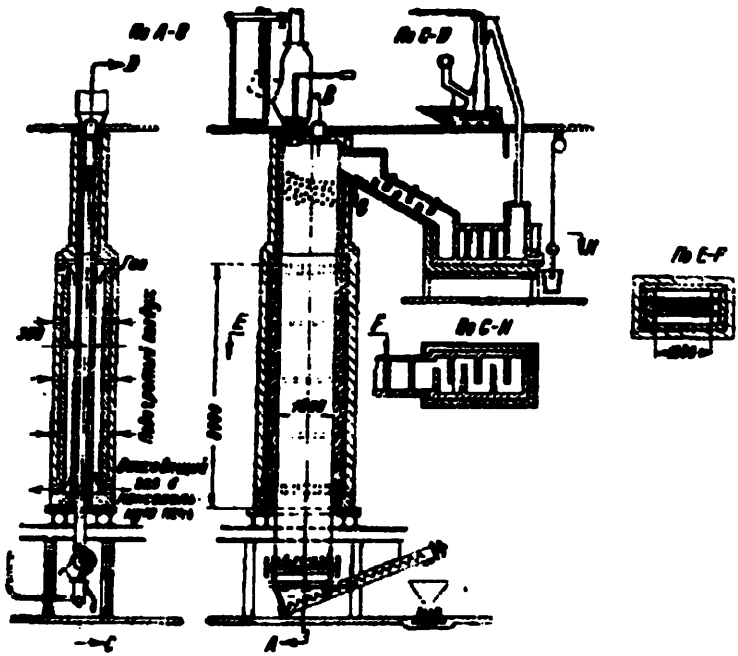
Алонжалар - металды шытырман ыдыс сияқты, ұзындығы 0,6-1,0м пусьераларды ұстайтын құрал. Ол жіңішке қаңылтырдан жасалады.

8.4. Мырышты тік реторттардан алу

Мырышты бұл әдіспен алудағы ерекшелік, мұнда реторттың өзінің көлемі үлкен әрі тура бұрышты формамен ошақта тік қойылған.

Мұндай аппаратты, өзі шихта ошағы сияқты болғандықтан, мұнда майда шихтаны өндіруге болмайды, сондықтан оны түйіршіктейді. Жақсы жылу өткізгіштігі және газ жұтқыштығы болуы үшін ғана түйіршіктейді. Түйіршікке тотықсыздану үшін қосылатын көмір кокстелген соң, ірілеу түйір құрайды, ол қалпына келтіру барысында ажырасып кетпейді.Шихтаның өзі агломерат және көмірден, ол 40%- ке 30%- тен ұшатын заттар және мырыш құрайды. Осы қоспаларға байланыстырушы заттар (шайыр, қара май, күйе т.б.), түйіршіктің кокс пен араласқанша беріктілігін ұлғайту үшін қосады. Шихтаны араластырады әрі валкаменен (дестелермен) тығыздайды, одан кейін пресспенен ($100\text{-}150*10^5$Па қысымда) түйіршіктейді. Алынған түйіршіктерді құрғатады, мұнда жылу шығаратын газдарды пайдаланады, сол кезде 5% өз салмағын жоғалтады. Құрғатылған түйіршікті кокстейді- 800- 900^0С температурада дистилляция ошағынан шығатын газдарды жібереді, осыдан көмір ұшқындары ұшып кетеді де мықты кеуекті түйіршік болады. Тотықсызданудағы мырыштың шығыны 1%-тей болады. Жылыту газынан шығатын жылуды бу қазанына пайдаланады да одан әрі түйіршікті құрғатуға жібереді. Ретортқа түйіршіктерді ыстық күйінде салады. Одан басқа ретортқа (12-15% түйіршік массасы) ірі кокс (50-60мм) салынады. Мырыштың құрамы 4-5% болатын раймовкадағы түйіршіктер қалдық ретінде жіберіледі.

Сурет 12 – Тік реторт нобайы.



Ретортты биіктігі 10-12 м шахта ретінде, ені 0,3- 0,33 м және ұзындығы 1,5- 2,0 м көруге болады. Карборунд қабырғасының қалыңдығы 0,04- 0,25 м (12).

Реторт үш бөлімнен тұрады: шамотпен биіктігі 4 м қапталған жылынбайтын жоғарғы жағы, карборундпен жасалған орта жылынатын жағы және өнім түсірілетін- болат қорапшалы жылынбайтын төменгі жағы.

Жылынбайтын төменгі бөлігінде салынған шихта мен дистилляция газының арасында жылу алмасу жүреді әрі дистилляциялаудағы конденсация алдында салқындату үшін керек. Реторттың орта бөлігі- карборундтық- жылжымалы тесігі бар қабырғамен жасалған: бүйір қабырғасы бөлінген, оған жанама қабырға (12- сурет, E- F кесінді) қойылады.

Реторттар сырттан табиғи қоспамен немесе көмір оксидіне бай генератор газымен, ол мырышты дистилляциялаудан алынған болса да жылытылады. Жандыруға арналған ауа арқылы қыздырылады және ол бүйірдегі тесіктен беріледі. Отын

камерасындағы температураны 1300- 1350^{0}С деңгейінде ұстау қажет. Реторттың төменгі жағы раймовкадағы түйіршіктерді салқындату үшін және даңғара арқылы суға (гидравликалық бекіту) жіберу үшін қызмет жасайды, одан әрі науамен әкетіледі.

Мырыштың буын құру үшін және оның конденсацияланбауын ескерту үшін, реторттың төменгі жағына 200 л/мин ауаны береді, сонда тотықсызданудың біразы күйеді және жоғары бағытталған газ ағынын қамтамасыз етеді. Реторттың жылынбайтын жоғары жағына екі бөлімнен тұратын конденсатор қосылған. Тосқауылды көлбеу каналында мырыш буын 950-1000^{0}С- дан конденсация температурасына дейін салқындату жүреді, ал жазықтықта- конденсациялау.

Конденсатордың ұзындығы- 1,8 м, ені- 1,2 м және биіктігі - 1,0м-ге жақын. Мұндай конденсаторды камералық дейді. Осы кездерде іс жүзінде (ол жөніндегі анықтама кейін жазылады), сұйық типтес конденсаторлар пайдаланылады. Конденсатордан 500- 550^{0}С температурасы бар шығатын газдарды диаметрі 0,3 металды қалақша арқылы кішілеу сумен бүркілер скрубберге жіберіледі. Ұсталған шаң- тозаңдар ұлпа түрінде жалпы науаға түсіп, одан әрі тұндырғышқа ағылады. Пусьера мырыштың 60-62%- тін құрайды, оны агломерациялық шихтаға қайтарып немесе шикізат ретінде мырыш оксидінің өндірісіне сатады. Тазартылмаған газдар ретортты жылыту жүйесіне бағытталады.

Түйіршіктердің ретортта болу уақытысы 30 сағ. жуық болады. Реторттың өнімділігі- 5-9 т/тәулігіне мырышқа баламалауда. Көмірдің шығыны мырыштың бір тоннасына- 1,5-1,7 т. Реторттың жұмыс істер мезгілі- 3- 5 жыл, өйткені бір тонна мырышқа отқа төзімділік шығыны төмен. Мырыш өнімі 96%-ке жетеді, оның ішінде мырыш 92-93% металға, пусьерге- 3- 4% өндіріледі.

Тік реторттағы мырышты дистилляциялау жазықтықпен салыстырғанда мына ерекшелігімен қаралады:

1) Процес механикаландырылған, сондықтан қызмет атқарушылар 3- 4 есекем;
2) Тотықсызданудың шығыны 1,5 есе кем;
3) Мырышты өндіру 4- 5% жоғары;

4) Мырыш буын конденсациялаудан кейінгі реторт газын жылу ретінде пайдалануға болады.

Процестің кемшілігі:

1) Шихтаны (түйіршіктеу) дайындау қиын әрі қымбат;
2) Карборундтық жасалындылардың қымбаттығы;
3) Мырыш таза болғанмен, оны рафинациялау қажет.

8.5. Мырышты электр ошағында дистилляциялау

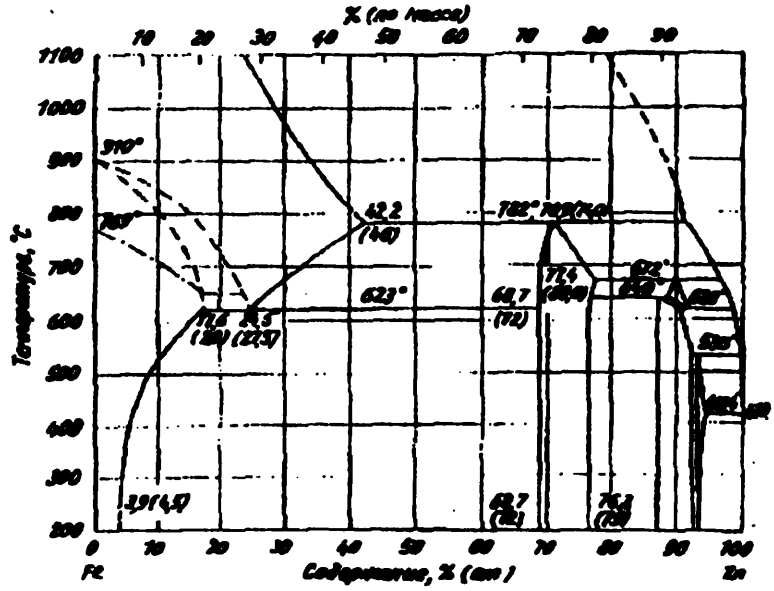
Электр ошағында мырышты дистилляциялау процесі шихтаны балқытусыз (шихтаны құрайтын агломерат және кокс) не болмаса балқыту арқылы- агломерат, кокс, флюстер (кедергі болар дене әк тасы көп шлак CaO*FeO= 1 қатынасымен) доғалы немесе шахта типтес кедергілі ошақтарды жүргізілуі мүмкін.

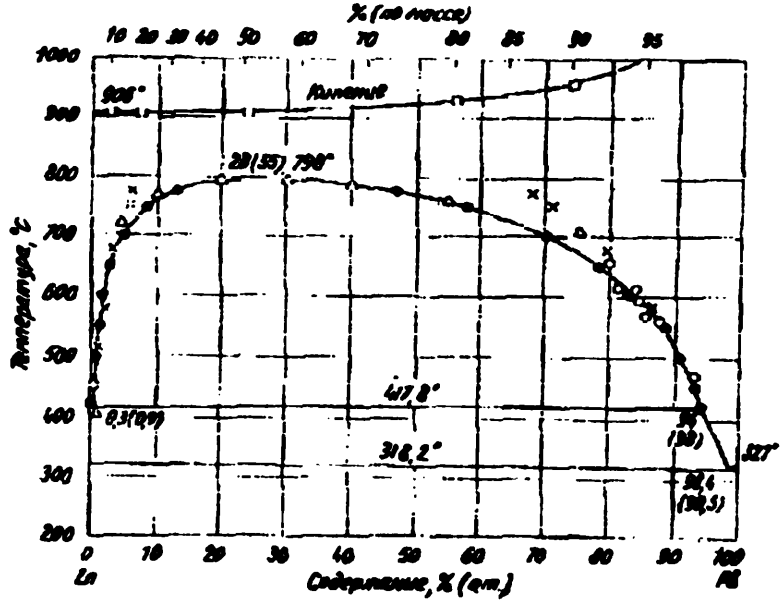
8.5.1. Мырышты шахталы электр ошағында алу процесі

Сульфидті мырыш концентратын алдын-ала күкірт құрамына дейін ұнтақталып бір процентке жеткенше күйдіреді (көптабанды немесе қайнау қабаты ошағында). Содан кейін агломераттық күкірт, қорғасын және кадмийдің құрамы төменгі деңгейде болуы керек, ол әсіресе жоғары сапалы мырыш пен оның оксидін алу өндірісіне қажет. Қиын балқитын шихтаны агломерациялауда күйдіру температурасының ұлғаюымен қорғасын және кадмийдің ұшу қабілеті жоғарылайды. Ең жоғары күкірт, қорғасын және кадмийден тазалануға қос агломерациялауда ғана жетуге болады.

Агломератты кокспен көлемі бірдей қатынаспен араластырады, айналмалы даңғыра ошақта 750-800^{0}С-ға дейін қыздырады, сөйтіп шахталы электр ошағына (13-14 сурет) салады, онда ол 18 сағ. бойы (шихтаның ірілігі- 6-20 мм) болады. Жоғарғы және төменгі электродтың арасында болатын өндірілетін денеде электр тоғымен қақтығысатын, сол шихтаның өзі болады.

Сурет 13 – Қорғасын – мырыш қорытындысының диаграммасы.



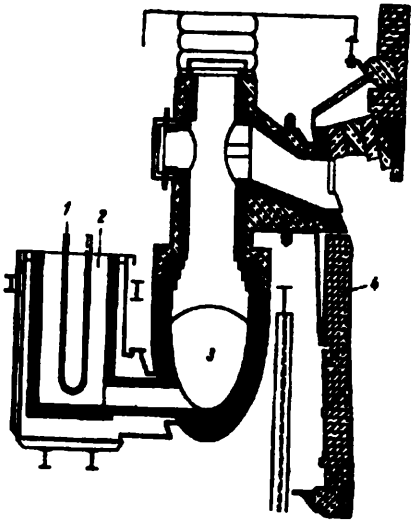


Сурет 14 – Темір -мырыш қорытындысының диаграммасы.

Ең жоғарғы (max) температура ошақтың орталығында болып, ол 1300- 1400^{0}С жетеді, ошақтың қабырғасында 900- 950 ^{0}С болып, ошақтың орташа температурасы 1200^{0}С болады.

Ошақтың жоғарғы жағынан (жоғарыдан төмен қарай үштен бірі) ошақтың қимасы ұлғаяды, осының арқасында шихта аумақты жағына ығысып, онда буланудың жазықтығы туады. Ошақтың сол ұлғайған бөлігінде шығыршықтай газ қоймасы орналасқан, оған тотықсызданған мырыш пен көмір тотығының буы түседі, ол газ жолы арқылы конденсаторға жылжиды (15-сурет).

Шихтаның қатып қалмауына тосқауыл болу үшін, оның әрқашан да қозғалыста болуын қадағалау керек. Мырышты айдау кезінде шихтаның балқу нүктесі төмендейді және пештің төменгі жағындағы қатып қалуы ұлғаяды, міне осының әсерінен электрод арасында шихтаның аздап балқуынан бөгет пайда болуы мүмкін.



Сурет 15 – Шахта ошағымен ваккумды конденсатордың қосылатын жері. 1-мырышты суытуға арналған змеевик; 2-зумер суытқыш; 3-конденсатор; 4-ошақ.

Егерде осылай қатқылдар бола берсе, оларды "қопарылыс" пен (ұзындығы 0,3м екі жағы бекітілген сумен толтырылған

дюймовалы труба) бұзады, яғни ошақтың ыстық зонасына апарып бөгетті "қопарылыспен" бұзып жарады. Шихтаның ағыны жай ғана айналатын жоғары көтеріліп және төмен түсетін тарелкаға кеп тіреледі, одан дистилляцияның қалдығын жинап алады. Мырыш буының шоғырлануы сұйық мырыш арқылы 500- 525^{0}С температурада көпірткіш конденсаторда болады, мұнда булы газдың қоспасы аралап өтеді де мырыштың 92- 94% конденсацияланады.

Процестің жалпы техникалық көрсеткіші:

- мырыш бойынша өнімділігі, Т/сутка – 45;
- мырыштың жалпы өндірілуі, %- 90- ға дейін;
- мырыштың электр қуат шығыны, кВт- 2500- 3000;
- мырыштың электродтық шығыны, кг/т- 2,5;
- ошақтың компаниясы, тәулігіне - 100;
- қалдықтағы мырыштың құрамы, %- 14- 15.

8.5.2. Мырышты кендітермиялық ошақта алу үрдісі

Темірлі мырыш кені және концентратты өндірудегі 1950 жылдың басындағы іздену процестерінде шағылыс ошақта мырышты қудалап, одан темірді шойын түрінде алған тұғын. Іс жүзінде шлак және шойын алумен қатар, мырыш толық өндірілген болатын.

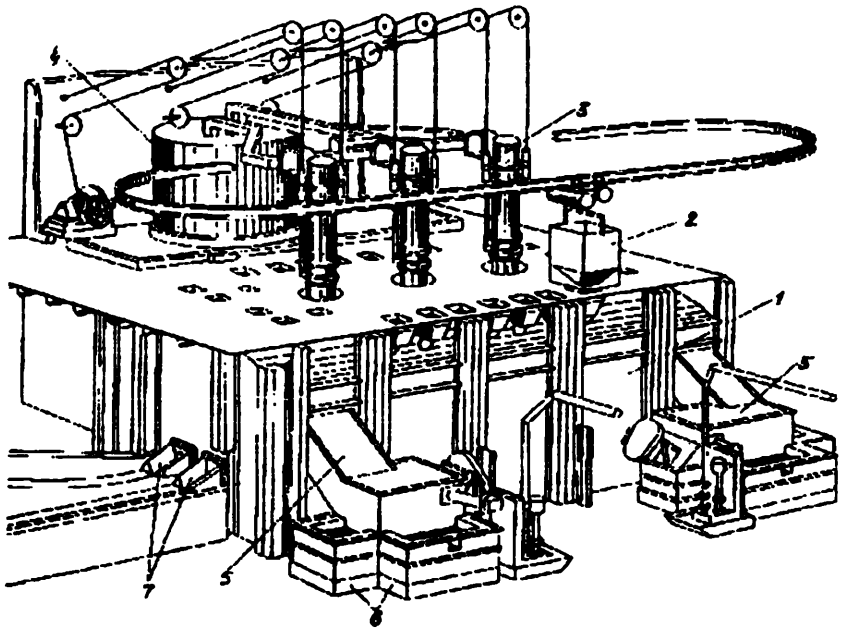
Осы нәтижелер шлак балқытуды электрошағында жүргізудегі ізденіске әкеп соқты. Осыған орай сұйық мырышты алуда, шапшыта бүркетін жаңа типтес конденсаторлар қолданылады. Тәжірибелер құнды көрсеткіштерін берді және 1951 ж. балқытылған шихтамен (стерлингпроцесс) мырышты дистилляциялау үшін өндірістік электр ошағы салынды.

Жақсартылған технологияға сәйкес, мырыш құрамдас материалдар, тотықсыздандырулар және флюстер мұқият араластырылады. Мұнда материалдың ірілігі айтарлықтай роль атқармайды, негізінде, шихтаның компоненттерінің аралығында жақсы байланыс болса болғаны. Шихтаның химиялық құрамына да қатал талаптар қойылмайды. Мұнда мырыш концентраты бойынша өнімге бай әрі кедей, 20% мырыш құрамдас, соншалықты темір, қорғасын, кадмий, мысы бар материалдар

өндіріле береді. Балқытуға арналған шихтада 1% күкірт және 1% көмір оксидінен аспауы қажет, өйткені сульфидті материалдар алдын- ала күйдірілуі және агломерациялануы керек (сур. 16).

Араластырған шихтаны алдымен екі сағат бойы түтікшемелі пеште 850- 900^{0}С дейін ысытады, бұл кезде отыннан ұшатындар қуылады, темірдің үш тотықты қышқылтымға (закись) жеткізіледі.

ЫССЫ шихта электр пешіне түседі (16- сурет). Бір мезгілде 2-3 т шихтаны тиейді. Балқыған шлак пен шойын пештің түбіне жиналады. Түпті доғаның әрекетінен қорғау үшін шойынның қабатын тұрақты ұстайды. Шойынмен электр доғасының тікелей контактысының алдын алу үшін шлак қабатын қолдайды. Шойынмен шлактың басы артығын алып тастайды, ал мырыш, қорғасын, кадмий ж.б. металдардың буларын конденсаторға береді. Үрдіс былайша жүргізіледі, шихтаның негізгі массасын құрайтын мырыш сауығады (жетіседі) да бос жыныс балқытылып, сұйықты шлак түзілгенше қуылады. Бұл кезде электр доғасының шихтаға тура әрекет етуі шектелген. Жылу шихтаға радиациямен беріледі.



Сурет 16 – «Стерлинг» үрдісі үшін кентермиялық ошақ.
1-ошақ; 2-контейнер; 3-электродтар; 4-трансформатор; 5-конденсатор; 6-зумфтар; 7-леткалар.

Электродпен шлак арасындағы доға ашық. Доғаның температурасы 3000-4000^{0}С жетеді, ал ваннаның температурасы 1450^{0}С айналасында ұсталады, өйткені бос жыныстан элементтер жетісуі мен ошақтың қаланысымен артық қызуын болдырмауға тиеумен қол жеткізеді және ол жылуды эндотермиялық реакцияларға жұтады, сол сияқты шихтаны қыздырады. Реторттардағы дистилляция кезіндегідей, электр ошақтарының негізгі химиялық реакциясы мырыш оксидінің көміртегі оксидімен өзара әрекеттесуінен мырыштың буымен көміртегінің қос тотығы түзілуі болып табылады:

$$ZnO + CO = Zn + CO_2$$

Бұл реакция қайтармалы және реторттың жағдайында ол көміртегінің басы артығы есебінен оңға қарай ауысып, қос тотығы қышқылдайды.

$$CO_2 + C = 2CO.$$

Электр ошағында басы артық көміртегінің молынан жіберу мүмкін емес, себебі бұл ошақтың кокспен тосқауылдарына әкеледі. Сондықтан бұл жерде конденсация жағдайы нашар, көміртегінің жетіспеуінен 1000^{0}С температураға дейін шығатын газ температураларын көтерумен компенсацияланады, бұл кезде газдың жылдам сууы көптеген санды пусьерлер түзілуінің жолын кеседі. Көміртегінің басы артық болуы жібергісіз, себебі бос жыныстан компоненттер жетісуі және ұшуы мүмкін, бұл мырыштың конденсациясына күрт әсер етеді. Сондықтан көміртегіні мырыш, қорғасын, кадмий және темірдің бөлігінің жетісуі үшін теоретикалы қажет мөлшерінде тиейді. Темірді шлакта 1,5-6,0% жетіспеген күйде қалдырады, бұл кремний, магний, кальцийді жетістірмеудің амалы. Шлак ішінде кальций

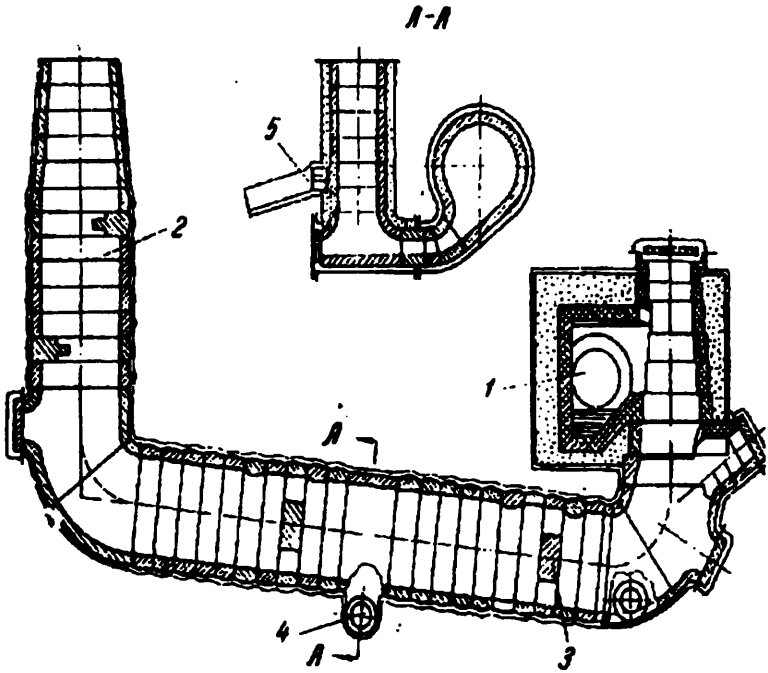
оксидінің кремний оксидіне қатынасы бірге тең. Бұндай шлактын ошақтан (1350^0C) шығарғанда жеткілікті ағымы бар, шойыннан жақсы бөлінеді және шихтадағы мырыштың негізгі массасын қуғаннан кейін ериді.

8.5.3. Мырыш буларын конденсациялау

Электр ошағында мырышты дистилляциялау кезінде қондырғының өнімділігі күрт артты және мырышты конденсациялау кезінде бөлінген жылуды атмосфераға жіберу конденсатордың қабырғасы жылу өткізбейтін материалдан жасалмағандықтан мүмкін болмай қалды. Бұдан басқа, егер горизонтальды және вертикальды реторттарда шихта құрамы жеткілікті жоғары шығынды кокспен тұрса, және ол шихтаның рудалы бөлігімен тығыз байланыста болса, ал шахталы электр ошақта шихтаға кіргізілетін кокс мөлшері экономикалық (көмірдің шығыны, ошақтың көлемін пайдалану) есеп шарғыны былай қойғанда, техникалық шарттарға шихтаның оптималды электр өткізгіштігімен жауап беретіндей регламенттеледі, ал кенді термиялы ошақта кокстің шығыны стехиометриялы қатынаспен ғана регламенттеледі. Бұл табиғи түрде, бумен газ қоспасында көміртегі қос тотықты құрамын көтеруге және жетіспейтін көміртегіні компенсациялауға әкеледі, сөйтіп мырыш буын тотықтырмайтын газ алу үшін, оның температурасын көтеру қажет. Егер реторгты тастап кететін газдар температурасы 900^0C болса, ал электр ошағында 1000^0C тең. Сонымен, конденсатордан тек қана мырыштың конденсацияланатын көп санынан емес, сол сияқты өте ыссы газдардың жылуын алып кету керек. Газдардың суыйтын периодын ұзартпау үшін, мырыш буларының қайталап тотығу процесін максималды болдырмау үшін, оларды жылдам суытып-бу газ қоспасын шынықтырады. Бұл мәселелерді камералы конденсаторда экстенсивті суытумен орындау мүмкін еместігі табиғи.

Мырышты алудың электротермиялық процестері үшін сұйық типті- барботажды немесе сұйық металды себелейтін конденсаторлар жасақталған.

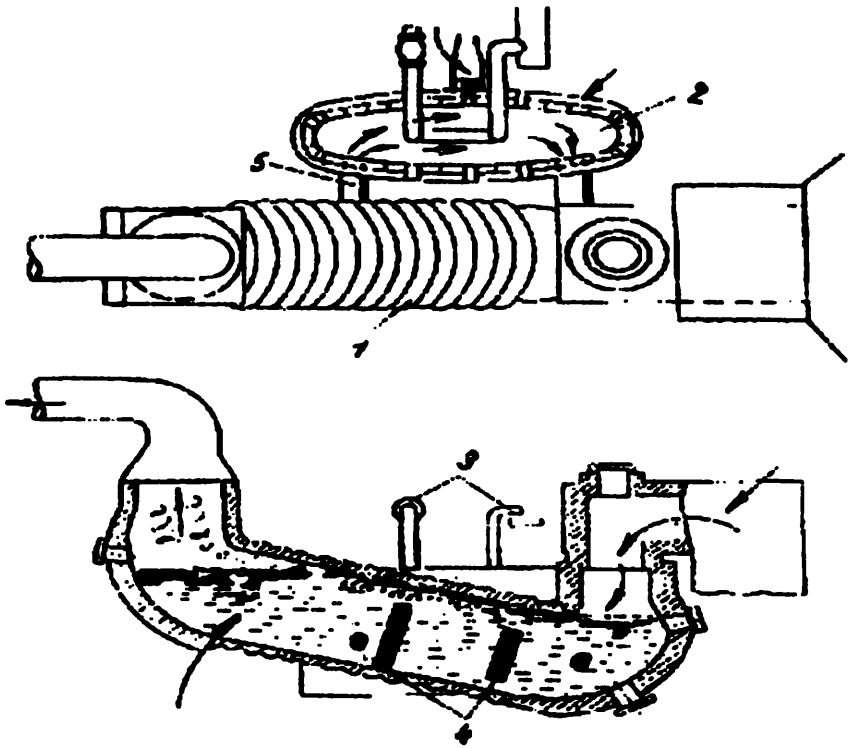
Барботажды конденсатор сұйық мырышпен толтырылады, ол арқылы булы газ қоспа сыртқа тебеді. Шеңбер типті конденсатордың диаметрі 0,813 м, ұзындығы 6,7- 9,45м тысы болат тақтайшаларынан дайындалып, 16 мм қалыңдықпен рифленген және 50 мм карборунды кірпіштен өрілген. Болат тысы сумен суғарылып, суытылады. Конденсаторда мырыш температурасын 500- 525^{0}С деңгейінде ұсталады. Булы газды қоспа сыртқа тепкен кезде, сұйық мырыш арқылы өтіп, бу сығылып, оның ішінде метал саны өседі. Жинақталған металды 2 сағ. бір рет шығарады. Мырыштың сұйық металға конденсациялану дәрежесі 92- 94% жетеді. Сол сиякты сырттай циркуляция жасайтын мұздатқышты (17- сурет) конденсатор қолданылады.



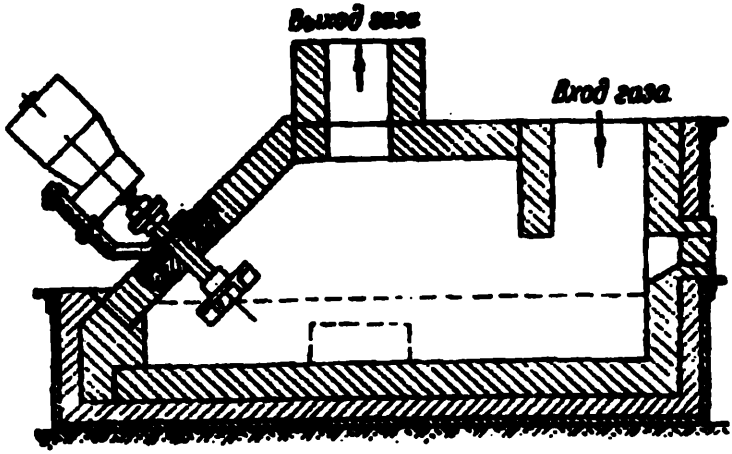
Сурет 17 – Ваккумды копсытатын конденсатор. 1 – ошактың тесігі; 2 – газ шығаратын кынып; 3 – кедергі; 4 – кынып; 5 – летка.

Конденсаторға екі тосқауыл орнатылып, сұйықты мырышқа батырылған. Булы газды қоспа, жоғары бұлқылдап, металдың түпке қарай төмен циркуляция жасауына "аэролифт" түзеді. Конденсатор бойында жұмыртқа тәріздес ашық мұздатқыш орнатылған, оның тысы болат және карборунды кірпіштен өрілген. Диаметрі 200 мм екі түтікше мұздатқышты конденсатормен қосады. "Аэролифт"- пен түзілетін циркуляция, металдың мұздатқыш кірпіштерімен суытылуын қамтамасыз етеді. Бұндай конденсатор құрылымы мырыш температурасын 485-510^{0}С дейін төмендетіп, конденсациялау коэффициентін 97-98% дейін көтеруге жол ашты.

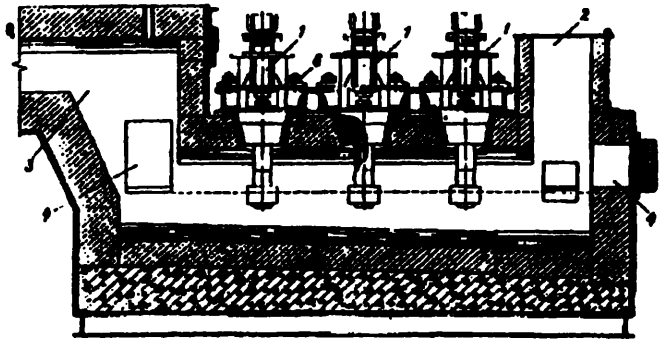
Сұйық металды себелейтін конденсатор (18-20 сурет) тікбұрышты болат камералы, отқа төзімді кірпішпен өрілген болып келеді. Камераның төменгі бөлігі балқыған мырышпен толтырылған. Импеллердің жәрдемімен сұйық мырыш себеленіп, бүкіл көлемін металдың (мырыш тұманы) ұсақ тамшылары жауып тұрады. Газ осылайша жасалған шымылдықтан өтіп, суиды да мырыштың буы себелеген металлдың суық тамшыларында конденсацияланады. Жылуды мырыш ваннасымен алып кетеді. Бұл конденсатордағы температураның дәл өлшенуіне жол ашып тиісінше конденсация жағдайы жақсарады. Булы газды қоспа жылдам суиды, мырыш тамшысымен "шынығады", бұл "химиялық" сондай- ақ "физикалық" пусьерлерінің түзілуін төмендетеді (сур. 18-20).

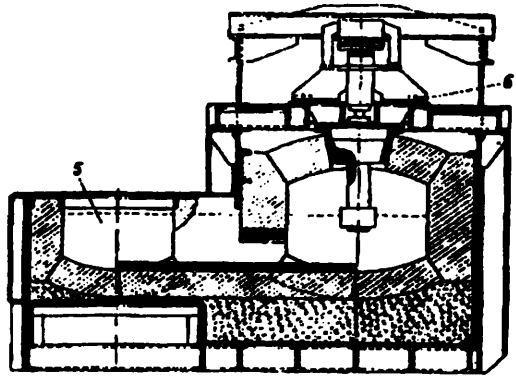


Сурет 18 – Ваккумды конденсатор сыртқы айналдырғыш суытқышымен. 1 – конденсатор; 2 – сыртқы суытқыш; 3 – змеевик; 4 – кедергі; 5 – конденсатормен суытқышты қосатын патрубок.



Сурет 19 – «Стерлинг» ошағына арналған ағынды конденсатор.

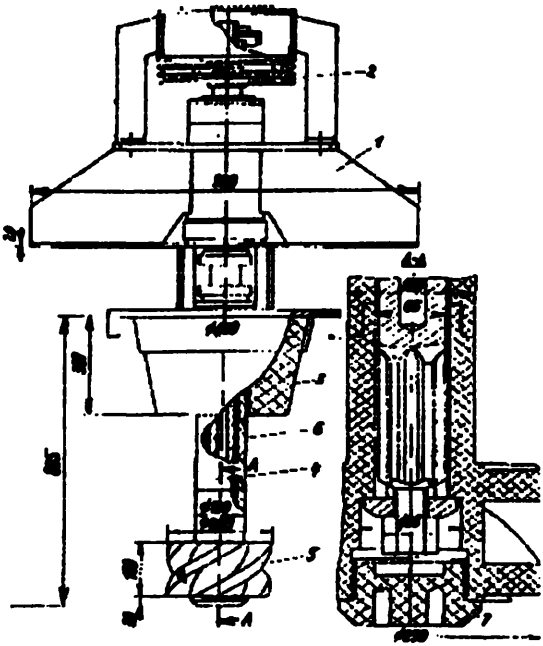




Сурет 20 – Ағынды конденсатор мырышпен қоректенетін. 1 – шашыратқыш; 2 – газ жүретін құбыр; 3 – ошақтан шығатын газ жүретін орын; 4 – дрос пен мыстыльді тазалайтын тесік.

Мырыш газдардың жылуын және конденсация жылуын жұта отырып, конденсатордың екі жағында орналасқан зумпфаларда интенсивті суытылады. Зумпфқа сумен суытылатын мұздатқыштар орнатылған, олардың бату терендігі, алынатын жылу сандарына тәуелді. Ванна температурасы 500^0С шегінде ұстатылады. Конденсатордың интенсивтілігі зор. Тәулік ішінде конденсатордың 1м^3 көлемінен 10-15т мырыш конденсациялауға болады. Бұл конденсаторда мырыш бойынша сұйытылған газдардан көптеген пусьерлер санын түзбейді. Бұл кезде мырыштың 96% конденсацияланады.

Мырыш аз шикізатты өндеген кезде мырыш буларын конденсациялау үшін сұйық қорғасын ваннасын қолданады. Қорғасынның еру температурасы (327^0С) болғандықтан конденсацияның температуралы интервалын көбейтуге мүмкіндік береді, демек, мырыш буынан жоғарғы дәрежеде конденсациялайды. Конденсатор ваннасының температурасы 450^0С дейін төмендетіледі. Түзілген қорғасын- мырыш балқымасы 350- 400^0С дейін суытылады, ал мырыш қорғасын-мырыш жағдайының диаграммасына сәйкес ликвацияланады (сур. 21).



Сурет 21 – Мырышты шашыратқыш. 1 – тірейтін рама; 2 – текстропты қозғалтқыш; 3 –пробка; 4 – болаттын сумен суытатын вып.; 5 – граффиттен шашыратқыш; 6-валды граффиттен қабы; 7-шеткі түбіндегі қорғайтын тығын.

Кенді пештерде мырышты дистилляциялау кезінде 1 т мырышқа энергия шығыны 3000 кВт- сағ. айналасында, ал мырыштың 5-7 кг/т құрайды. Сұйық мырыштың тура шығыны 80% жетеді. Мырышты металл есебінде ажырату концентраттарды өңдеу кезінде 95% құрайды. Қорғасынның 90% буға айналады. Кадмий практика жүзінде түгелдей буға айналады. Темірдің 70%, мыстың барлығы және алтынмен күміс бөліктері шойынға өтеді, ал оны қосымша өңдеусіз мысты шойын түрінде пайдаланады.

8.6. Шахталы ошақта мырыштың сұйықты конденсациясымен балқыту (JSP)

Мырышты басқа ауыр металлдарға аналогты түрде шахталы немесе шағылыстыру ошақтарынан алу үшін, отын өнімдерін жағудан шығатын газдардың үлкен көлемінен конденсациялау қажет. Конденсаторлардың әдеттегі типі мырышты көміртегінің диоксиді құрамында жоқ газдардан конденсациялай алады, бұл дегеніміз көмірді көміртегінің оксидіне дейін жағу керек, бұл кокстi көп шығындайды, сол сияқты шихтада темірдің металлға дейін жетілуіне байланысты. Процессті зерттеу көрсеткеніндей, мырыштың шахталы ошағы тек көміртегіні толық жаққан жағдайда ғана жылу пайдаланудың жоғарғы коэффициентімен жұмыс істей алады және көміртегі қостотықтың концентрациясы жоғары газдар алынады. Бұл жағдайда мәселе мырышты осындай газдардан конденсациялау жағдайын іздеуге итермелейді, себебі мына реакция

$$ZnO + CO \leftrightarrow Zn + CO_2$$

қайтарымды болып табылады да, температураны төмендетсе, көміртегінің оксиді солға қарай көшеді.

Көрсетілгендей, мырыш оксидінің 40% ошақтың шахтасында жетіледі, ал 50% фурм зонасында, демек, фурм аумағын тастап кететін газдардың құрамы: 3,5% мырыш, 10,7% көміртегі қостотығы және 18,5% көміртегі тотығы тұрады. Бұл қатынаста CO_2 : CO= 0,57 темір жетілмейді, себебі бұл қатынас 0,31 тең болуы керек. Бұл жағдайда конденсаторға кіретін газдың 5,9% мырыштан, 11,3% CO_2 және 18,3% CO- дан тұрады (тәжірибеде 5,7 мырыш, 10- 13% және 16- 18% CO).

Мырыш оксидінің жетілу реакциясы- эндотермиялы, сондықтан теңсалмақтылық константының теңдігі

$$K_p = \frac{C_{Zn} * C_{CO_2}}{C_{CO}},$$

температура көтерілген кезде өседі. Жоғарыда аталған газ құрамы температурасы кезінде K_p үлкен болса тұрақты, айталық

$$\frac{0,059*0,113}{0,183} = 0,037$$ - ге қарағанда.

Бұл шаманың $К_р$- на температура 1010^0С айналасында сәйкес келеді. Бұндай теңсалмақтылық температурасынан шығатыны, егер газдар температурасы 1010^0С түсетін болса, мырыш булары көміртегінің қостотығымен мырыш тотығына дейін тотығады. Бұл тотығудан конденсаторға кірер жердегі газдар температурасын 1010^0С жоғарылатып, қашуға болады.

Үрдістің ақиқатын төмендегідей тұжырымдайды. Қорғасын-мырыш шихтасын күйдіріп, агломерлейді. Агломератты кокс қоспасымен шахталы ошақта балқытады. Бұдан алынған қорғасынмен шлакты алдыңғы тұндырымда бөлінуге жібереді, ал газды қорғасынмен суаратын конденсаторға береді. Мырыш конденсацияланып, ішінара адсорбленіп, қорғасында ериді. Ликвационды ваннада балқыманы суытқан кезде мырыш бөлініп, қорғасын конденсаторға қайтады. Газдарды конденсатордан кейін тозаңнан тазартады да ошаққа берілетін ауа мен шихтаны қыздыру үшін жағады.

Шахталы ошақ өз құрылымы бойынша қорғасын балқытатын ошаққа ұқсас (24 сурет). Оның фурм аумағындағы (төменгі қатар) кесіндісінің ауданы 7- 12,6 $м^2$, реакция зонасындағы биіктігі 5,1- 5,5 м, фурм саны 18- 30 дана, агрегаттың шихта бойынша өнімділігі 100- 300 т/тәулік. Калошник жабық типті. Шихтаны периодты түрде екі қосарланған топса арқылы түйеді, олар ось бойына орналасқан.

Агломерат пен қызған коксті (800^0С) шөмішке толтырып, топсаларды кезегімен коректеп отырады. Шахтаның жоғарғы бөлігі шамотты кірпіштен қаланған, төменгісі кессондардан құрастырылған. Әрбір кессонда қабырғасы ұзын екі фурма бар. Фурмалар сумен суытылады және пештің ішіне сұғылған. Үрлеу 550- 650^0С дейін қыздырылған, оның қысымы автоматты түрде балқу процессінде түзілген газдар саны тұрақтылығын сақтайтындай түрленеді, үрлеу қысымы шихта діңгегінің кедергісіне тәуелді түрде өзгереді.

Мырышты шығаруға арналған шахталы пеш жағдайында берік агломератпен тиелетін шихтаның үзінділерінің ретортты

процесс жағдайындағыдан гөрі артық мәні бар. Кесек ірілігі 60-90 мм болуы керек. Бұндай агломерат алу үшін бастапқы кезде шихтада күкірт пен кремний оксидінің құрамын көбейту арқылы талаптанды. Балқытуын табысты жүргізу үшін известняк қосты , ал ең жақсы қуырымына- 4% дейін жетістіргіш алуға тура келді. Бірақ бұл жағдайда да жеткілікті берік агломерат ала алады. Сонда агломераттың беріктігі үшін шихтаға қорғасын материалдарын кіргізе бастады. Бұндай жолмен алынған агломерат құрамы: 35- 40% мырыш, 15- 20% қорғасын, 7- 8% кремний тотығы, 9- 10% кальций тотығы, 1% күкірттен тұрды.

Тозаң шығымын азайту үшін, шихтаның сүзілетін қабатында температураны төмендету керек. Бұл үшін қызған коксті тиейді, агломератты қыздырмайды. Себебі газдардың суыуы мырыштың тотығу мүмкіндігіне қарап жібергісіз, ошақтың жоғарғы бөлігіне оттегі үрлейді (жалпы шығынның 12% құрайды). Бұл кезде көміртегі қостотығы құрамы 1,5% көбейеді де конденсацияланған металлдың (мырыштың) саны соншалықты азаяды, бірақ газдардың температурасын қажет деңгейде сақтауға, мырыш буларының тотығу мөлшерінің көбін болдырмауға қол жетеді.

Мырышты жетілдіре отырып, темірді жетістірмес үшін процесстің соңғы стадияларын жоғарғы температурада жүргізу керек, бұл үшін жеткілікті баяу балқитындай шлак алуымыз керек. Қоқысты балқу температурасы 1250^0С етіп алады, құрамы төмендегідей %: 30-32 кальций тотығы, 20-25 кремний тотығы, 20-32 темір (II) тотығы және 6-11 алюминий тотығы. Шлак 6-7% мырыштан, 0,5- 0,8 қорғасыннан, 0,5 мыстан тұрады.

Қалыпты тәртіп кезінде (кокстің температурасы 800^0С, үрлеудікі 600^0С) кокстің шығыны жетіскен және қуылған мырыш салмағының 100% құрайды.

Берілген тәсіл қорғасын- мырыш концентраттарын өңдеу кезінде ыңғайлы, себебі таза мырыш концентраттары үшін берік әрі ірі агломерат алу қиынға соғады. Шихтада қорғасынның болуы берік агломерат алуға мүмкіндік береді әрі мырышты дистилляциялау кезінде жолшыбай ажыратылады. Шихтаның ішінде жатқан қорғасын тотығыпештің жоғарғы горизонттарында мына реакциямен жетіседі:

$PbO + CO = Pb + CO_2$.

Бұл реакция экзотермиялы, сондықтан қорғасынды балқыту қосымша отын шығынынсыз өтеді. Бірақ бұл кезде газдарда CO_2 құрамы жоғарылайды. Сондықтан қорғасынның балқытылуы жағатын отынның 1 тоннасына бір тоннадайға шектеледі (сур. 22).

Мырыш құрамды газдар қысқа өрілген газжолымен карборунды кірпіштен өрілген конденсаторға түседі. Конденсаторда араластырғыштан себелеген сұйық қорғасын бар. Өтпелі газдар 450^0С дейін жылдам суытылады, ал мырыш конденсацияланады және Қорғасын тамшыларымен адсорбіленеді: Бұл кезде түзілетін мырыш қорғасында – құймалары (2,3-2,4% мырыш бар) 560-570°С температурада шығырмен ваннада сорылып, 440^0-450^0С дейін суытылады да қорғасында мырыштың еруі төмендегендіктен лигверлейді. Құрамында 2% мырышы бар қорғасын конденсаторға қайтарылады. Конденсирленген мырыштың әрбір тоннасына қорғасынның 400 т жуығы сорылып, 1000 т жуығы себеленеді. Бұлардан күрт сууы (мырыштың, цинктің) тотығуын төмендетеді және 87% мырыш бұдан металға айналады, 8-9 % дроссқа айналады, 4-5% конденсатордан пусьер түрінде шығып кетеді.

Қаралай мырышты балқытқан кезде 91-93% металға айналады, 6,5% шлакта жағалады және 2,5% - ескерілмеген шығын құрайды.

Шлактың шығуы агломераттағы мырыш құрамы салмағының 70% жуық.

Қазіргі уақытта фирманың потенті бойынша 12 ошақ жұмыс істейді: (1995 жыл жағдайында алынған) Австралияда, Замбияда, Францияда, ФРГ, Японияда, Канадада және басқа елдерде жылдық өнімділігі 400 мың .т. мырыш және 200 мың.т. қорғасын болып тұр.

IS – үрдістің ізгілігі ошақтардың жоғарғы өнімділігінде, механизациялық дәрежесінде, отынның қалыпты шығынымен құрамы бойынша күрделі әрқиылы шикізатты өңдеудің комплексті мүмкіншілігімен тұжырымдалады. (Коллективті

концентратор, сульфидті рудалар, өндіріс өнімдерін байыту және металлургиялық өндіріс). Үрдістің кемшілігіне жататындары агломерат сапасына жоғарғы талап қою, мырыштың сапасының төмендігі, жоғары квалификациялық күтімнің қажеттігі.

8.7. Мырышты тазалау (рафинация)

Дистилляция тәсілімен алынған қаралай мырыш 1-3% кірмелердн тұрады, оның ішінде 2-3% қорғасын, 0,2-0,3% темір, сондай-ақ кадмий, мыс, мышьяк, сурьма, күміс және басқа кірмелер.

Мырыш үш тәсілмен тазалау:

1) Ликвациямен;
2) Химиялық тазалау;
3) Ректификациямен.

8.7.1. Ликвациямен тәсілімен тазалау

Ликвидациялы тазалау метал-кірмелердің еру өзгерісіне немесе олардың мырыштағы қосындылары мен алынған фазалардың қалыңдығына қарай бөлінуіне негізделген.

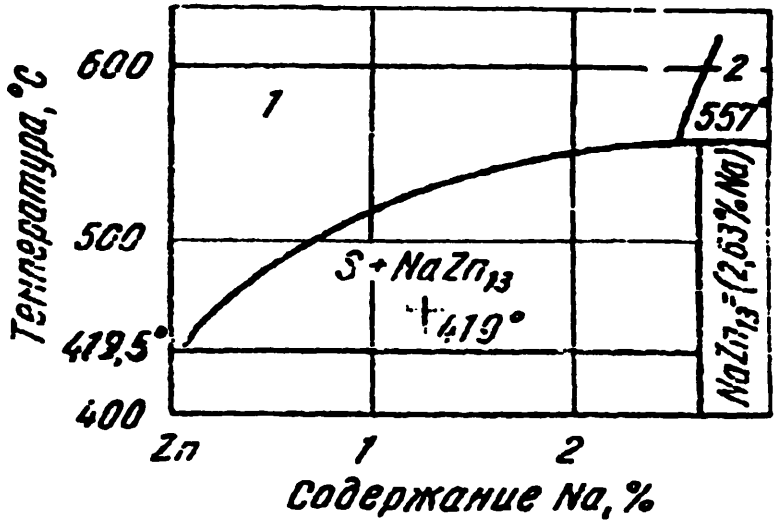
Мырышты қорғасынмен темірден тазалау, үрдіс негізіне мырыш-қорғасын (23 сур) және мырыш-темір (24 сур) диаграммаларындағы жағдайлары жатады. Қорғасынның мырышта еруі шектеулі және температура төмендеген сайын өзара еруі төмендейді. Толық бөліну өткенше температураның ауыс-күйісін, эфтектиканың қатаю температурасына (417,8^{0}C) жақын ұстап отырған жөн. Бірақта практикада ликвациялауда 430-450^{0}C температура кезінде өткізеді, оған мырыштағы қорғасынның 0,8-1,2 % құрамы сай келеді. Темірмен мырыш бірқатар химиялық қосындылар түзеді. Құрамында темірі бар балқытылған мырышты суытқан кезде, қатты ерітінділер, темірмен байытылған ($FeZn_3$, $FeZn_7$) химиялық қосылыстар кристалланады. Бөлінген кристаллдар мырыштан ауыр болса, мырыш ваннасының түбіне түсіп, мырыш сіңген ернекті масса деп аталатын қатты мырыш (гартмырыш) түзеді (сур. 23, 24).

Сұйық ваннада ликвация кезінде әдеттегідей үш қабат түзіледі: төменгісі мырышы бар қорғасынның құймасы, онда 5-6% мырыш бар; ортаңғысы- темірлі мырыш; жоғарғысы- рафинделген сұйық мырыш. Бұдан басқа сұйық мырыштың үстіне мырыштың тотық-дроссы жүзіп шығады.

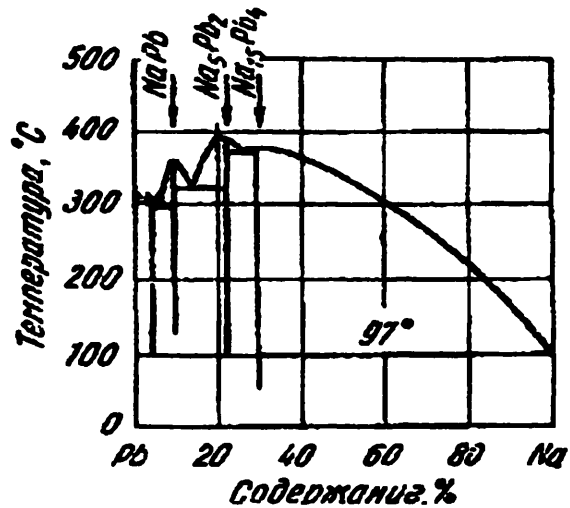
Әдеттегідей мырышты шағылыстыру ошағында жетістіру атмосферасының сиымдылығы 30-150 т, температурасы 430-450^{0}С кезінде 24-36 сағ. Бойына көмір, мұнай немесе генератор газы жағылады. Ликвациядан кейін алынған мырыш 0,8-1,2% қорғасын және 0,03-0,04% темір құрамаларынан тұрады. Мырыштың 90% дайын металға ажырайды. Мырышты қорғасынның 5-6 % мырышы болса, қорғасын зауыттарына жібереді, олар әдеттегідей оны қаралай қорғасынның жігін ашу стадиясынан өткізеді. Ваннаның бетінен алынатын дросстардың дистилляция шихтасына қайтарады. Ваннадан қойылған темірлімырштың құрамында 4-5% темір мен 94% мырышы бар, оларды дистилляцияға қайтарады немесе ақтама өндірісінде пайдаланады.

8.7.2. Химиялық тәсілмен тазалау

Үздіксіз гальваникалы мырыштандыру тәсілінің дамуымен 0,2-0,3% қорғасыннан көп емес мырыш қажеті туындады, яғни ликвация бере алатыннан таза, бірақ электролиттік мырышқа қарағанда көп қорғасыны бар құрамда. Қорғасыны көп мырыш алу жолдарының бірі,- бұрын хатталғандай күйдірумен агломерация кезінде концентраттан қорғасынды шығару тәсілі. Екінші жолы,- натрийдің көмегімен (алдын-ала лигвирленген 0,8-1,2% қорғасын құрамы бар) қорғасыннан мырышты химиялық тазалау мырыш (цинк)-натрий жағдайының диаграммасы (оның мырышты қорғасы) 25 сур. келтірілген. Ол кең ауқымды сұйық күйде араласпайтындай және аралық фазасы – $NaZn_{13}$ қосындысы таза мырышқа жақын орналасатындығымен сипатталады. Екі қосарланған қабатты тәжірибеде таза мырышқа дейін басталады (сур. 25, 26).



Сурет 25 – Диаграмманың мырыш шығындығы мырыш-натрий күйі. 1 – сұйық қорытпа; 2 – қабаттану облысы.



Сурет 26 – Диаграмма корғасын анод–натрий күйі.

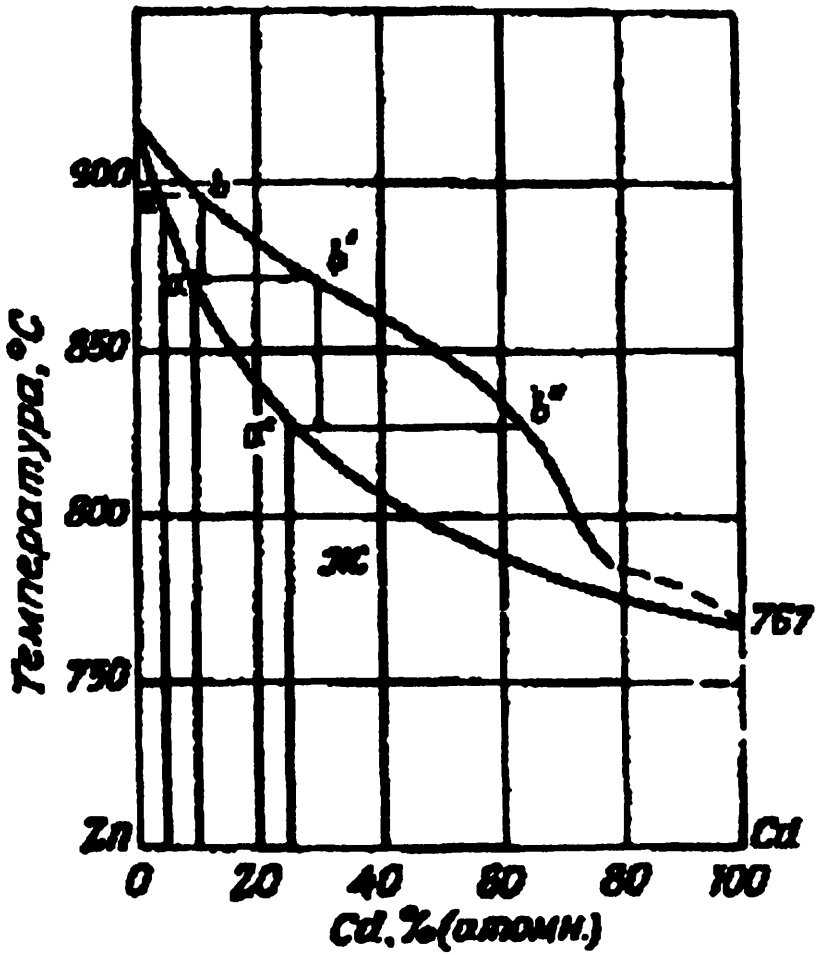
Натрий – қорғасын (25 сурет) системасында барлық қосындылар температуралары, осы системада түзіліп, мырштың балқу температурасынан төмен жатады. Натриймен ең бай қосынды $Na_{15}Pb_{14}$ (натрий 29,4%) 386^{0}С температура кезінде, ал ең баяу балқитыны (400^{0}С) – Na_5Pb_2 қосындысы, онда 22% натрий бар. Сонымен натрийді араластырған кезде (1т мырышқа 7кг) қорғасын құрамды дросстар түзіліп, қорғасын мен мырышты ажыратады. (натрийден құтылу үшін таза сумен, мырышты ажырату үшін – күкірт қышқылымен жуады; қалғаны-қорғасын сульфатпен-қорғасынды балқытуға жібереді).

8.7.3. Ректификациялау қайтарма тәсілі

Ректификация – ермелерден толық құтылу үшін мырышты қайтара дистилляциялау. Әдеттегідей ректификациядан ликвиция бұрын жүреді. Ректификация мырышты тазалығы 99,996% болатындай алуға, сондай-ақ қорғасын, кадмийді бөлек өнімдерден алуға жол ашады. Бұл жаңарту салыстырмалы түрде қымбат, сондықтан оны жиі қолданбайды.

Ректификация дегеніміз үздіксіз қарсыағымды екі компоненттің бөліну процесі, онда дистилляциялау операциясы мен фазалардың конденсациясы көп рет қайталанады. Тазалаудың бұл әдісі қаралай мырыш компоненттерінің әр түрлі температурада қайнауына негізделген: мырыш-906^{0}С температура кезінде, кадмий – 767^{0}С температура кезінде, қорғасын – 1745^{0}С, мыс – 2543^{0}С және темір - 2870^{0}С. Егер қаралай мырышты 1000^{0}С температураға қыздырсақ, онда ішіндегі мырышпен кадмий қайнайды да бу түрінде қуылады, ал қорғасын мен басқа кірмелер (мыс, темір) түгелдей сұйық күйінде қалады. Қорғасын буының серпімділігі бұл температурада 133 Па құрайды, ал мыс пен темірдің серпімділіктері өте аз мөлшерде. Сондықтан қорғасын аз мөлшерде ұшады. Құйманың жеңіл қайнайтын екі компоненті (мырыш пен кадмий) бөлінген кезде таныс құбылысты ректификациямен пайдаланады: қайнауы төмен компоненттің қайнаған сұйық буларындағы құрамы, онымен теңсалмақты қайнайтын фазаға қарағанда әрқашан жоғары. 27 суретте сұйық

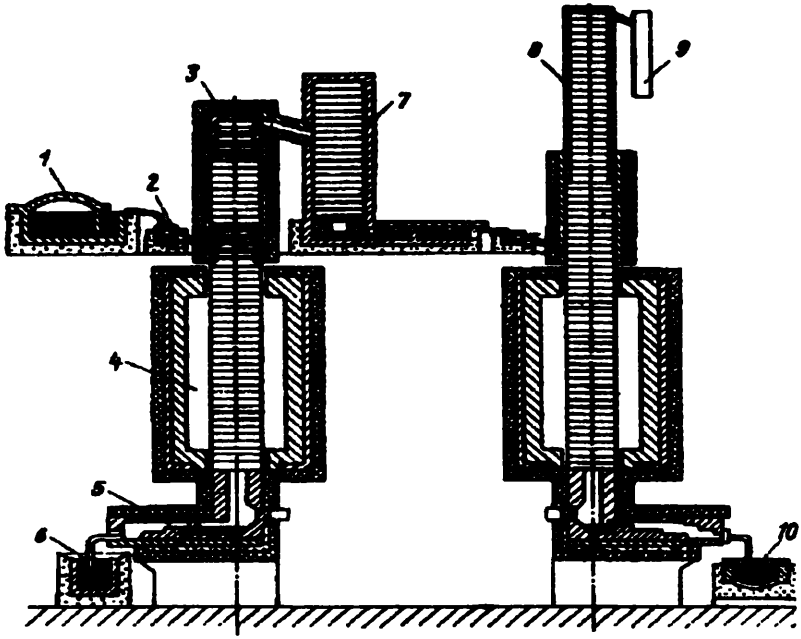
пен бу арасындағы мырыш-кадмий системасында қайнауы кезіндегі атмосфералық қысымның теңгерімді диаграммасы келтірілген. Диаграмманың төменгі қисығы құрамының қайнау температурасына тәуелділігін, ал жоғарғысы қайнайтын сұйық буының құрамына тәуелділігін, олардың арасындағы кеңістік екі фазалы күйдегі аумақты бейнелейді (сур. 27).



Сурет 27 – мырыш кадмий қорытпасының қайнау кезіндегі тепе теңдік диаграммасы және ректификация жүрісі (Д.М. Чижиков және Н.Н. Сервиков бойынша).

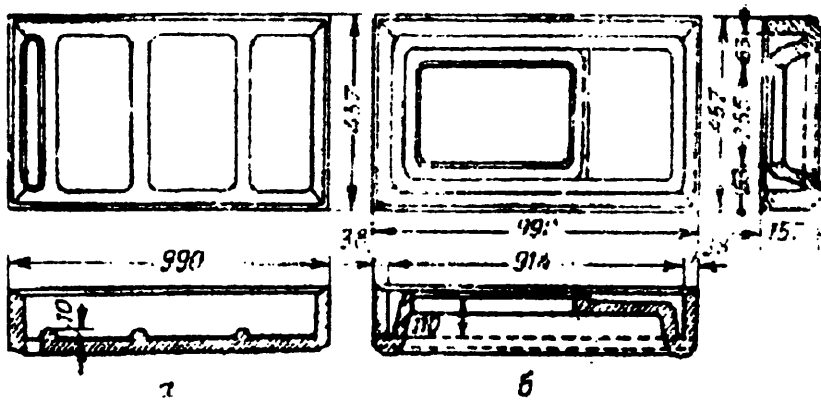
Айталық, а құймасының 5% айналасында кадмийі бар, қайнау жағдайында делік, оның буы, диаграммаға сәйкес кадмийдің 12% (в нүктесі) құрайды. в құрамының буын 870^0С дейін суытып, яғни системаны екі фазалы ауқымдық күйге түсіреміз де 10% кадмийі бар $а^{I}$ сұйығын және кадмий 30% тен асатын $в^{I}$ буын аламыз. $в^{I}$ буын келесі жолы 830^0С дейін суытып, 25% $а^{II}$ сұйығын және кадмийі 63% болатын $в^{II}$ жаңа бу аламыз. Осылайша әрекет жасап құйманы таза компонеттерге бөлуге болады. Ректификация осылайша өзін кезектесетін буға және конденсация процесіне сайлайды.

Ректификацияны бағандарда (сур. 28) іске асырады, оларды 40-50 тарелдерден жинайды. Іргелес тарельдер (тарелкалар) бір-біріне қарай 180^0 бұрылған, бұның салдарынан рафинделетін металл зигзагты жолмен өтеді. Әрбір тарель (сур. 29) өзін түбінде тесігі бар ыдысқасайлаған, бұл металдар буының қызған кезде бойымен жоғары өрлеуіне, ал сұйық фазаның төмен жатқан тарельге соқтығып төмен құйылуына жол ашады. Жоғарғы, қыздырылмайтын, сондықтан суық баған бөлігінде, бу ішінара конденсацияланады, флегма деп аталатын сұйық конденсат түзеді, осыдан дефлегматтар-аты шығады. Флегма ректификация тарельдермен төмен ағып, жоғары көтерілетін металдармен жанасады. Сұйықтың температурасы әрқашан бу температурасынан төмен, ал фазалар құрамы теңгерілмеген (сұйық баяу еритін компонентен әлдеқайда бай). Сұйық пен бу жанасқан сайын ішінара конденсацияланады, бөлінген жылудан сұйықтың тиісінше саны буға айналады. Осының нәтижесінде бу баяу еритінділермен үнемі, ал сұйық жоғары еритін компонеттермен байытуы (сур. 28, 29).



Сурет 28 – Ректификация кондырғысының апараттар тізбегінің нобайы

1-тиксер ошағы; 2-қорғасын колоннасы қабылдағыш; 3-қорғасын ректификациялық колоннасы; 4- отын жанатын камера; 5-қорғасын колоннасының зумфы; 6-корғасынды ликвациялық тазалау; 7- корғасын колоннасының колоннасы; 8-кадмийдің ректификациялық колоннасы; 9-кадмий колоннасының конденсаторы; 10-тазаланған мырышты құятын ошақ,



Сурет 29 – Ректификациялы колоннаның карбофраксовкалы тарелі. а – жалпак; б –түбі дөңес.

Мырыштың ректификациясын екі стадияда өткізеді. Бірінші стадияда мырыш пен кадмийді басқа қалған кірмелерден бөледі. Бұдан күбті қалдығы бар ұшпайтын кірмелерді, ал мырыш-кадмий құймасын-дисстилляттан алады. Екінші стадияда мырыш пен кадмийді бөледі. Бірінші стадияны баганда іске асырады, ол "қорғасынды" (екі баған паралельді жұмыс істейді) деген атақ алған, екіншісін – "кадмийлі" дейді. "Қорғасынды" бағанның булағышта температурасы 1150-1200^{0}С арасында ұсталса, "кадмийлісі" -200^{0}С төмен.

"Қорғасынды" бағаннан ректификация қалдығы ликвациялы ошаққа беріледі, ондағы температура 430-460^{0}С кезінде қорғасын, "қатты мырыш" (гартмырыш) пен ливацияланған мырыш бөлінеді де соңғысымен қайтадан ректификацияға жібереді. "Кадмийлі" бағанның буын жәшікке жіберіп, кадмий тозаңын алады немесе мырыш-кадмий құймасын алуға конденсаторға береді; бұл өнімдерді кадмий құрамы 40% айналасында.

Процесстің көрсеткіштері:

1) Тәуліктік өнімділігі-20т тазаланған мырыш,
2) Отын шығыны – тазаланған мырыштың 40%,
3) Алынған мырыш құрамы, %:99,995-99,998 мырыш; 0,002 қорғасын; 0,003 кадмий; 0,001 ден мыс пен темір
4) Тазаланған металға мырыш ажырауы 93-95% құрайды, қайтарылмас шығыны – 0,5-0,75%, қалған мырыш (3,5-4,3%) жартылай өнім түрінде ажырайды. Мырыштың жалпы ажырауы жартылай өнімдерді қосып есептегенде 99% құрайды.

8.8. Мырыш дистилляциясының жартлай өнімдерін өңдеу

Пусьера өз құрамында өңдеуге түзетін шикізаттың 3-5% мырышын ұстайды. Алонжада жинақталып, 0,7-2,3% кадмийден тұрады (кадмийі көп пусьерлердің алғашқы күресіні) ол кадмий алудың бірінші өнімі болып табылады. Гидрометаллургиялық жолмен өңделеді. Тозаң ерігеннен соң күкірт қышқылы

ертіндісінде ертіндіден электролиттикалық жолмен немесе цементациямен тұндырылады. Алынған мырыштың сульфаты ертіндісін не купоросқа дейін булайды, не электролизге жібереді.

Конденсаторлы тозаңды сұйық мырышпен бірге ожауға күрейді, одан құйып алады. Ол мырыштың 60% құрайды және айналмалы өнім болып табылады, екінші рет дистилляцияға қайтарылады.

Пусьер мен конденсатор тозаңы өте төмен температурада әдейі аппаратпен жеке өңдейді. Тозаңда металл түйіршіктері оксидтің жұқа перделерімен жабылған. Егер бұл перделерден ажыратсақ, онда жеке түйіршіктерді балқытқан кезде сұйық мырыш түзіледі. Осыған қарай, оларды өңдеу тәсілі негізделген. Оксид перделерін сылуға сыртынан қыздырылатын жабық және айналатын барабан ішінде айналысқа түскен тозаң арқылы қол жетеді. Барабан өзін қызуға берік ұзындығы 2м және диаметірі 1м, іші корборунды кірпішінен өрілген екі қақпағы бар шойын түтікшесіне сайлаған. Барабанды тиеу, қалдықтарды түсіру қолдай жасалады. Барабан ішіндегі температура 450^0С шегінде ұсталады. Орташа айналу жылдамдығы 8айн/мин құрайды. операцияның ұзақтығы 8 сағ. (реторттағы 24 сағ. орнына). Мырыштың жалпыдан ажыратылуы 75%, металлдан-92% құрайды.

Раймовка 7-18% мырыштан; 1-1,5% қорғасыннан; 0,9-4,0% мыс сульфидтері түрінде, силикаттан, ферриттерден тұрады. Раймовканың шығымы күйдірілген концентратт салмағының 60% құрайды. Егер раймовка қорғасын мен мысқа бай болса, онда оны агломерациядан соң шахтылы ошақтың верквблей және штейнінде балқытуға болады. Раймовка – вельцевание үшін таптырмайтын материал: төгілмелі және жетістіру үшін көміртегіден тұрады. Вельцеваниеден кейінгі клинкер, егер мысқа бай болса, мысқорытатын зауытқа жібереді.

Реторттың соққысы 3-7% мырыштан тұрады. Аяқтағанда әр түрлі қосынды түрінде мырышы бар 12-15% материал алуға болады. Мырыш вельошақтарда ажыратылады.

Конденсаторлы соққысы металл қабыршықтарынан тазартқан соң 10-15% мырыштан тұрады. Бұл ақтасынды

байытады, концентратқа 60-70% мырыш өтеді, қалғаны құрығына кетеді.

Құйрығы райловкамен бірге және реторттың соққысыен қоса вельцпештерде өңделеді. Концентрат күкірт қышқылында өңделеді және 90% жуық мырыш ертіндіде ажырайды.

9. Мырыштың гидроэлектрометалургиясы

Мырыштың гидроэлектрометаллургиясы мырыш ертінділерінің электролиз үрдісі игерілісінен кейін дами бастады. Алғашқы кезде электролитті үрдіс өндіріс дамуы электроэнергия көздерінің тапшы болуынан кідіріп. 1867 жылы динамомашинаның ойлап табылуымен металлдарды электролитті тұндыру кең көлемде қолданыла бастады. Бірмезгілде металдардың ертінді суын алу технологиялық үлгісі интенсивті жасақталып, оларды кірмелерден тазартыла бастады.

Мырыштың гидрометалургиясы өндірістік масштабта алғаш рет 1914 жылы екі америка зауытында игерілді. Америкалық зауыттарда алынып, жетілдірілген технологиялық процестің стандартты үлгісі, электролиттің төмен қышқылдығымен (10-12% күкірт қышқылы), токтың қалдығы аздығымен (350-450 а\м^2) және электролизге түсетін нейтральді ертіндіде мырыштың концентрациясы, 110-120 г\л арқылы сипатталады.

(СНГ) ТМД-да мырыш электролитті зауыттар негізінен стандартты үлгі бойынша ток қалыңдығы 550-650 а\м^2 шегінде және жұмсатылған электролиттің 12-15% күкірт қышқылды қышқылымен жұмыс істейді. Жоғары сортты цинкке өндірістің сұранысы, метал алудың электролитті тәсілінің дамуына мүдделі.

Мырыштың гидрометаллургиясы бірмезгілде селективті флотацияның дамуы мен өндіріске қолданыуменен өмірге келді, іске асты. Флотационды концентраттардың жұқа ұсақталуы үрдісі күрделендіретін жағдайға итермелейді. Бай цинк концентраттарын алу олардың технология схемасын жеңілдетіп, ылғалдау тәсілімен өңдейді мырыштың ажырауы электролит тәсілінде 90% асады, ток қолдану кезіндегі коэфицентінде 90%.

Әрбір кен немесе концентрат гидрометаллургиялық зауыттарда жеке өңдеу тәсілін талап етеді. Кен немесе концентраттың химиялық және минералогиялық құрамына тәуелділікке және қышқылдылыққа кірмелердің ертіндіге ауысу дәрежесіне қарай ертіндіні тазартудың түрлі әдісін қолдану қажет. Бұл тұста ең рационалдысы, электролит зауыттарын, белгілі кеніштен алынатын концентраттармен қоректендіру (жабдықтау) болып табылады.

Мырышты еріту тәсілімен алу үшін алдын-ала руданың структурасымен қасиетін зерделеу қажет. Концентраттарында марматит пен мырыш силикаттарының жоғарғы құрамы болса кей жағдайда гидрометаллургиялық өңдеуге жібермеген тиімді. Оны қолданған кезде қосымша металлургиялық үрдістерді кіргізіп мырышты толықтай ажыратуды қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда вальцпроцесті жасақтан, енгізу ойдағыдай роль атқарып, мырыш тотығының қуындысын кремнийлі мырышты кеннен және мырышқа бай кектерді еріту, кейінірек мырыш кектерін өңдеудің ярозит – үрдісінен алды.

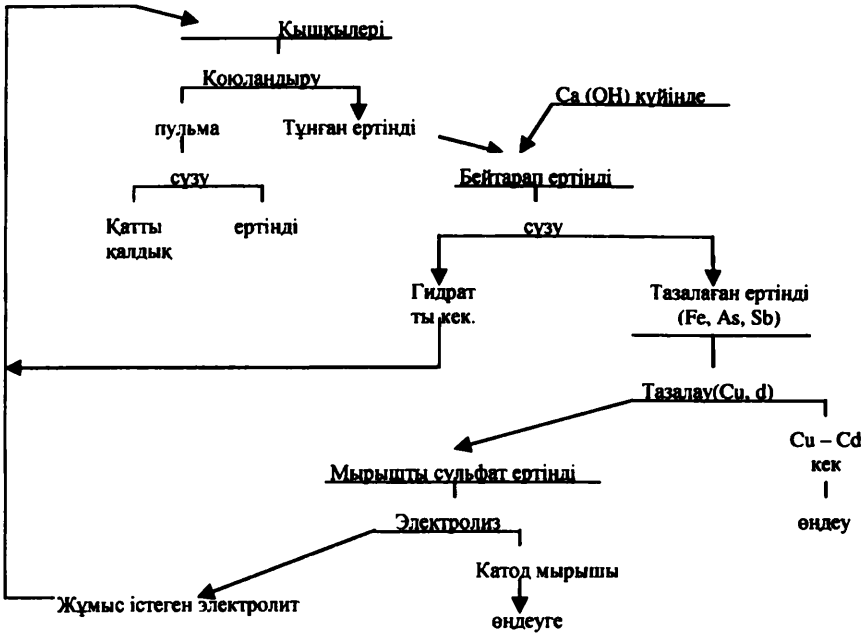
9.1. Мырыш өндірудің стандартты әдісі

Үрдістің жалпы нобойы.

Мырыштың таза күкіртқышқылды ерітінділерін электриздеу жақсы зерттеген үрдіс болып табылады. Оның жағымды өтуі және катодтық тұнбаларының жақсы сапасын алу электролит құрамына тура тәуелді, оның қоспалары мырыштан тұратын материалдарды еріткен кезде оған ауысып отырады. Кейде электролиздеу кезінде қиыншылықтардың туындауына сол қоспалардың ізі жеткілікті қалады да: катодты тұнбалар қабыршақты ернекті, желінген болып алынады. Сондықтан электролиздеу алдында жасалатын барлық дайындықтар алынатын ерітінділерден қоспалардан толық мүмкіндікте жою мақсатын қояды. Гидрометаллургиялық тәсілмен мырыш алу үрдісі төрт негізгі сатыдан тұрады: сульфидтік концентраторды сатылап күйдіру, қамтиды: еріту, қоспалардан ерітінділерді тазарту, мырышты электролитті тұндыру (сур. 30). Сульфидті концентраторды күйдірудің мақсаты, мырышты күкірт

қышқылдық қосындылардан ерітіндіге ауыстыру болып табылады. Мырыштың сульфиді тәжірибе жүзінде әлсіз қышқылдармен ерімейді. Шоғырланған күкірт қышқылында еріту (60-65% күкірт қышқылы), тек 150-170 С мүмкіндік алады, бірақ оны аппаратпен жабдықтау қиын әрі экономика жағынан тиімсіз.

Мырыш концентраторына тотығудағы күйдіруді жүзеге асырар кезде, гидрометалургиялық үрдістердің келесі талаптарына толық сай келетін күйінді алуға тырысады. Күйдіруден өткен өнімдердің ұнтақ болуына баса маңыз аударылады: ұнтақ ұсақ болған сайын оны ерітудің жылдамдығы да жоғарылайды (сур. 30).



Сурет 30 – Мырыш күйіндісін еріту.

Негізінен мырыш оксидін және мырыш сульфатының біразын алғаннан кейін күйдіруді бастаған жөн. Сульфаттайтын күйдіру, тотығуға қарағанда өте төмен температурада өтуіне қарамастан, ол өте үнемділенеді және мырыштың сульфаты суда да ериді, ал мырыш тотығын еріту үшін қышқыл керек.

Сондықтан барлық мырышты суда еритіндей сульфат түріне ауыстыру негізсіз. Істің жайы мынадай, мырышты электролитпен бөліп алу үрдісінде көптеген қышқыл пайда болады, олар металдардың тотығын еріту кезінде қолданыс табады; 120-160 г/л күкірт қышқылы бар пайдаланылған электролит – тотығы күйінді үшін жақсы еріткіш. Сульфатты күйіндіні ерітуде пайдаланылған еріткіш ретінде пайдалануға болмайды, одан қышқылдың артығын алып тастау керек, ал бұл күйдіруге қарағанда, өте ауыр жұмыс.

Пайдаланылған электролитті халық шаруашылығында қышқыл ретінде қолдануға болмайды. Оның ішінде мырыш т.б. металдар бар.

Күкірт қышқылының шығынын өтеу үшін келесі күйінді өңдеу жұмысында 2-3% күкірт сұльфатын қалдырады. Күйіндіде қалдырылған күкірт сульфидінің қалдығы 0,5% аспауы керек қиын еритін әлсіз еріткіндегі мырыш ферритінің құрылымының түзілуіне жол бермеу үшін күйдіруді төмендегідей өткізуі қажет; мырыш силикатының кремний қышқылына әрі темір тотығының қышқылды ерітіндісін ластауға бейімделген. Күйдіру газы контакт тәсілімен күкірт қышқылын алу үшін күкіртті ангидрид бойынша жеткілікті шоғырланған болуы қажет (күкірттің қос тотығы 3,5% жоғары).

Күйінді еріту қазіргі уақытта көптеген зауыттарда үзіліссіз (периодты) қарсығамды жабық технологиялық схема бойынша жүргізіледі.

Мырышты толық ерітіндіге ауыстыру үшін күйіндіні еріту 2-3 сатыда өткізеді: біреуі бейтарапты және екіншісі қышқылды. Көбіне бейтарапты және бірқышқылды еріту.

Бейтарап ерітуге түсетіндер: пайдаланған электролиттің бөлігі, қышқылды ерітіндімен бірге қышқылды ерітудің сүзінділері, айналым ерітінділері, жуатын су және күйінді. Бейтарапты еріту кезінде мырыш сульфатының ерітінділерін темір, алюминий, мышьяк, сурьма, кремний қышқыл араласуынан тазарту мақсатында гидролиздеу тәсілін бейтарап ортада (pH=5,2-5,4) ғана жүргізеді. Ерітінділерді бейтараптау кезінде, сұйытқы 50-60° дей қыздыратын жылу бөлінеді, ол коллоидты кремнеземді кристальді модификацияға ауыстыруға

септігін тигізеді, сол сияқты ерітіндіден металдардың гидртотықтары шығын қалып, коагуляцанады. Ерітудің пневматикалық немесе механикалық агитаторлармен жүргізеді. Бейтарап ұлпа классификатордан (құмның бөлінуі) кейін, ұйытқышқа түседі. Тұнбаның үстіңгі бетін кірмелерден тазарту үшін электролизге жібереді, ал қойылтқыштың астынғы пульпасы құмымен қоса – қышқылды ерітуге жібереді.

Сонымен еріту кезінде үрдістен алынғандар:

1) Бірінші еріту өткен бейтарап ерітінділер әріқарай өңдеуге түседі.

2) Қышқылды ерітінділер (тұнбалар беті, сүзілген ертінді) айналымдық және жуатын сулар бейтарап ерітуге түседі.

3) Қышқылды ерітудің жуынды ұйыған қаспағын – кек.

Мырышпен байытылған (130-170 г/л) нейтралды ерітінділер мыстан, кадмий және басқа кірмелерден тазартуға жөнелтіледі. Мыс пен кадмийден тазарту ұнтақ мырышпен жүргізіледі. Мыс мөлшері жеткілікті болған кезде бұдан мышьяктың қалдығы түседі де, еріген кремнеземнің іздері асорбцияланады. Тұнған пульпаның сүзіндісі вакум ішінде – дискалы фильтрде жүргізіледі – жалпы сүзу жүргізіледі.

Күкірт қышқылды мырыштың кірмелерден тазартылған ерітіндісі ерімейтін анодтары бар электролизге түседі. Мырыш катодта тұнады, ал қышқылды анодпен қалпына келтіруге болмайды. Пайдаланған электролитті ерітуге қайтарады. Осылайша жабық цикл алынады.

Схеманың қарсығамы ерітетін материалмен (ол схеманың "басынан" "соңынан" қарай азаяды) қышқылды (ол схеманың "соңынан" "басына" қарай азаяды) мырыштың концентрациясыларының өзгерімінде жатыр, яғни бейтарап ерітуге қышқыл айтарлықтай аз берілсе, қышқылға – керісінше. Бұл мырышты ерітіндіге толығынан ауыстыруға, және сол еріткіш агент – күкірт қышқылы түгелдей пайдалануға мүмкіндік жасайды.

Өте ластанған күйінді сирек металдар үшін стандартты схемадан басқа қарсығамды схеманы қолданған жөн (сур. 34) ол бойынша күйіндіні тура ерітуден кейін тұтқыштын жоғарғы бетін күйіндімен әкті сүтпен бейтараптайды да гидролизбен

қоспаларды ажыратады, оның ішінде сирек кездесеітн металдарды, гидратты кекке бөліп жібереді. Қалған операциялар ұқсас түрде.

9.2. Мырыш күйіндісінде күкірт қышқылының ерітінділерімен еріту

Еріту деп сұйық ерітіндегі қатты массалы бөлшектердің бір немесе бірнеше компоненттерін еріту процесін айтамыз. Қатты бөлшектер түйірінің сұйық ерітіндіде еру механизмін былайша қарастыруға болады. Алдымен ерітінді түйіршік бетіне сыртқы жағында, ішкі жағында беріледі (қуыс арқылы, капилляр арқылы, және басқа арқылы) одан кейін, екі фазаның шекарасында – қатты және сұйық – химиялық өзара әрекеттесу процесі жүреді. Бұл жерде қаттыдан жаңа химиялық қосылыстар түзіледі де ол ери бастайды. Ерітіндінің жоғарғы беті осы затпен біртіндеп байыйды. Бұның салдарынан еру жылдамдығы азаяды. Жоғарғы беттің баюынан одан әрі еру тоқталарма еді, егер байыған еретінді ерігіштерге жіктелмесе диффузияның нәтижесінен еріткіштің жаңа порциялары қатты дененің келесі қабатына күш салады. Мырыш қосындыларының еруіне қарай, қоспадағы басқа ерімейтін заттарға байланысты қосымша кедергі туындайды. Қатты денелердің диффузиялық теориясын Нернст ойлап тапты, ол басқа да зерттеушілерімен қуатталды. Ол бойынша фазалардың бөліну шекарасында химиялық реакция жылдам өтеді. Еру жылдамдығы еріткіштің диффузиялық жылдамдығымен байыған ерітіндінің жұқа қабаты (20-40мкм шамасында) - диффузиялық қабат арқылы анықталады. Бұл қабаттан шеткері ерітінді концентрациясы пульпаның араласу есебінен тұрақты болып қалады.

Сонымен, еру жылдамдығы төмендегідей тәуелдікпен анықталады.

$$\frac{dM}{dt} = \frac{D}{\delta}. \qquad S(C_H - C_t)$$

бұндағы М- еріген заттардың саны, Д- дифузия коэффициенті; δ- диффузиялық қабаттың қалыңдығы; S – қатты

дененің беті $C_н$ - мырыш сульфаты ерітіндісінің байыған концентрациясы; Ct-уақыттың t моментіндегі сульфатының конецтрациясы.

Бұл теория кірмелердің еру жылдамдығына әсерін (бірі баяулатса, басқасы үдетеді) және беттің физикалық жағдайын түсіндірмейді.

Әрбір жеке жағдайда еру жылдамдығы диффузия коэффициентіне тәуелді. Оның шамасы ертіндінің температурасына тура пропорционалды және ертіндінің жұғымына тәуелді. Диффузиялық қабат қаншалықты қалың болса еру жылдамдығы соншалықты үлкен. Дегенмен, ерітуге түсетін күйінді көп майдаланбайды (тастарын айтпағанда), себебі өте майда материялдан көп шлак бөлінеді де пульпаның жұғымдылығын көтереді, сөйтіп пульпаның тұну сүзілуі қиынға соғады. Еру жылдамдығы ерудің тездету күшіне тәуелді: мырыш сульфатының конецтрациясы ертіндіде берілген уақыт моментінде 0-ге тең болса (таза еріткіш) еру жылдамдығы максималды болады және берілген уақыт моментінде мырыш сульфатының концентрациясы, баю концентрациясына теңессе, еру жылдамдығы 0-ге тең болады.

Мырыш тотығының күкірт қышқыл ертіндісінде еру туралы айтқанда, мынаны атап өткен жөн, еру жылдамдығы диффузиялық құбылыстарға тәуелді. Бұл жерде күкірт қышқылы ертінді де 30г/л кем болса, онда үрдістің жылдамдығы мырыш тотығының қатты фаза бетіндегі қышқылдың диффузиясы тасымалданады және мына теңдікпен жазылады.

$$\frac{dM}{dt} = D_{H_2SO_4}(S/\delta)\cdot C_{H_2SO_4}$$

Ал егерде күкірт қышқылы ертіндіде 30г/л (30-200), көп болса онда үрдістің жылдамдығы ертіндігі қатты фаза бетіндегі мырыш сульфаты диффузиясы стадисяымен тасымалданады де мынадай теңдікпен жазылады

$$\frac{dM}{dt} = D_{ZnSO_4}(S/\delta)\cdot (C_{HACZnSO_4} C_{ZnSO_4})$$

мырыш күйінді еріту үрдісі үшін 3 компоненті қосылыстардың мінездемесі шешуші маңыз атқарады: негізгісі- мырыш және кірмелері- темірмен кремнезем. Мырыш, темір және кремнеземнің мәжбүрлі бірге орналасу күйдіру процесінде өзара қосындыларға (ферритер, силикаттар) түзілімен шарттасқан. Ертіндінің қышқылын еріту кезінде өзгерте отырып, бір мезгілде еріген темірмен кремнеземді тұндыра отырып, олардан мырыш бөліп алуға болады.

9.3. Еріту кезінде күйінді компонентінің сипаттамасы

Күйіндіде мырыш тотығы, сульфат, сульфиді, ортамеликад, феррид, алюминий түрінде кездеседі.

Күйіндіде басты қосынды тотық болып табылады. Ол күкірт қышқылында мына реакциямен ериді.

$$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O + Q$$

Мырыш тотығының еру жылдамдығы күкірт қышқылының конецтрациясына, температура, араласу жылдамдығы тотықтың қасиеттеріне тәуелді(кристалға қарағанда аморфты тотық тез ериді) мырыш тотығының толық еруі қышқыл мөлшеріне тәуелді. Тәжірибеде мырыштың таза тотығы бейтарап ерітіндіде аз ериді (күкірт қышқылы жетіспейді) және қышқылды ерітіндіде түгел ериді.

Мырыш сульфаты суда жақсы ериді, әсіресе ыссы болса, сондықтан ол бейтарап кезінде ертіндіге толық ауысады.

Мырыш сульфидін тек концентрленген күкірт қышқылында қыздырған кезде жақсы ериді.

$$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$$

сондықтан мырыш сульфиді нейтралды ерітіндіде іс жүзінде ерімейді, ал қышқылда мағынасы өте аз. Іс жүзінде мырыштың сульфиді түгелдей кекке өтеді.

Мырыштың ортосиликаты – $2Zn{\cdot}SiO_2$ сұйытылған күкірт қышқылында жақсы ериді. Ерітудің зауыттық тәжірибесі көрсеткендей, сұйытылған күкірт қышқылында мырыш силикаты ерімейді (концентрациясы 0,05 г/л, РН=3), ал цинк тотығы болса жақсы ериді. Осының негізінде қарығында бай кремний тотығында бола "қарсы еріту" әдісі тәжірибеден өткен: мырыш силикаты бар пульпаға аздап күкірт қышқылын қосады, мырыштың тотығы бұл кезде ериді, ал силикаттар қалдықта қалады. Бұл жағдайда көптеген мырыш кекке өтіп, қайтадан жұмысталады.

Тайланд зауыттарының бірінде кремнийі жоғары кенді (37% кремний тотығы) күкірт қышқылды ерітіндіде 90° С температурада ерітуге әрекет жасайды. Пульпаның ерітуден кейін 70°С температурада негізгі мырыш сульфатымен ертіндіні РН=4 жеткенге дейін бейтараптайды, бұл стадияда пульпаны әрі қарай сүзгеннен бөлінетін кремний қышқылдың колоидты коагуляциясы өтеді. Кекті жуады және жуынды судан экті мырыштың негізгі сульфаты тұндырылады.

Мырыштың ферритті күкірт қышқылы аз ерітінділерде шамалы ериді. Айталық, 40° температурада күкірт қышқылы концентрациясын 100 г/л 4 сағатта феритпен байланысқан мырыштың 4% проценті аз ериді. Мырыш ферриті температурасы 90-95° кезінде, қышқыл концентрациясы 4-6 сағат 180-210 г/л болса жақсы ериді.

Мырыш алюминийі еріту кезінде өте аз ериді.

Темір күйіндіде негізінен тотық түрінде таза немесе байланысқан феррит түрінде орналасады; кейде магнетит () және қышқылтым () түрінде орналасады.

Темірдің үш валентті тотығы нейтралды еріту кезінде ерімейді, қышқылды еріту кезінде жекелей ерітіндіге мына реакциямен ауысады:

$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Алынған III-валентті сульфаты мырыш сульфитін ерітіп, оның толық бөлінуіне көмектеседі.

$ZnS + 4Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

Темірдің қышқылтымы әлсіз деген қышқылды ерітінділерде мына реакцияда ериді.

$$FeO + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2O$$

Феритті күйдегі темір мырышпен қоса ерітіндіге мырыш сияқты баяу ауысады. Ерітіндіге күйіндіде бар темірдің 3-4% ауысады, нәтижесіндегі оның ерітіндегі концентрациясы 1-2 г/л жетеді, бұл келесіде ерітіндіден мышьякты, сурьма, германий ж.б. кірмелерді гидролитикалы тазартуға пайдасын тигізеді.

Алюминий таза тотық және байланысқан металдар алюминатты түрінде ұшырасады. Қышқылды еріту кезінде глинозем аз мөлшерде ериді:

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Мыс таза тотық күйінде сол сияқты ферритті және силикат формасында кездеседі. Мысты бейтарай еріту кезінде тіпті ерімейді. Ол негізінен қышқылды еріту кезінде мына реакциялармен ериді.

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$$
$$CuFe_2O_3 + H_2SO_4 = CuSO_4 + Fe_2O_3 + H_2O$$
$$CuSiO_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + SiO_2 + H_2O$$

Іс жүзінде мыстың жартысы еріп, екінші жартысы кекте қалады.

Кадмий негізінен тотық түрінде кездеседі және еріту кезінде көп бөлігі (85-90%) ертіндіге ауысады.

$CdO+H_2SO_4=CdSO_4+H_2O$

Мышьяк пен сурьманың ертіндіге үшвалентті ауысып, (тазаңнан) мынадай реакцияда өтеді.

$$As_2O_3 + 3H_2SO_4 = As_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$
$$Sb_2O_3 + 3H_2SO_4 = Sb_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

Ертіндіге мышьяк, мышьякті қышқыл H_2AsO_3 түрінде болады.

V-валентті мышьякпен сурьманың тотықтары қышқылда баяу ериді, сондықтан кекке ауысады.

Никельмен кобальт күйіндіде бар болса, олар тиісті сульфатын түзіп, ериді.

Хлор күйіндіде (тозаң) кейде суда еритін металдар хлориді түрінде кездеседі.

Қорғасын кейде айтарлықтай мөлшерде ұшырасады. Еріту кезінде ол сульфатқа ауысады, ол басқа да қорғасын қосындыларымен кекке ауысады. Қорғасын сульфатын түзу үшін кальций мен барий сульфаты сияқты сұйытылған қышқылда ерімейтіндіктен күкірт қышқылы шығындалады, оның орнын толтыру үшін күйіндіде күйдірген кезде күкірт сульфатының қажет мөлшерін қалдырады.

Алтын мен күміс. Алтын еріткен кезде ерімейді де кекке ауысады. Күміс күйіндіде сульфид пен сульфат түрінде ұшырасады. Сульфидті күміс еріту кезінде ерімейді және кекке ауысады, ал күміс сульфаты суда ериді, бірақ кең хлорид түрінде ерітіндегі хлордың есебінен тұнады. Кремний тотығы таза күйінде ерімейді, ал метал тотықтармен силикатты формада байланысып, сұйытылған күкірт қышқылының ерітіндісінде ериді.

$$MeO + SiO_2 + H_2SO_4 = MeSO_4 + SiO_2 + H_2O$$

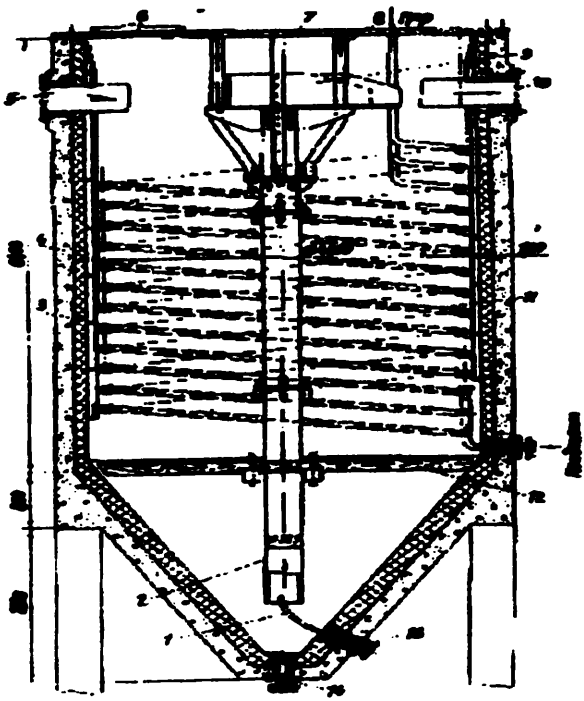
Ерітіндіге ауысатын кремний тотығы коллоидты ерітінділер стадиясынан өтеді.

Сирек кездесетін металдар негізінен ерімейді (ванадий), немесе ерігендері (германий, таллий, индий, кейде) ерітіндіден металдар гидраты түрінде бейтарай еріту кезінде шығарылады. Ерітіндіге ауысқан таллий мыс пен кадмий, мырыш тозаңымен бірге тұнады.

9.4. Ерітінділерді тазарту мен еріту аппаратурасы

Мырыштың гидрометаллургиясына қолданатын аппаратура жеткілікті түрліше болып келеді. Еріту процестеріне, ерітінділерді кірмелеуден тазартуға арналған және сұйықты қаттыдан болу үшін технологиялық талаптарға сай әр түрлі конструкциялы агитаторлар, классификаторлар, қойылтқыш, диірмен фильтрлер сол сияқты пульпаны мен ерітіндін айдайтын шығырлар қолданыс табады.

Агитаорларды пневматикалық және механикалық деп ажыратылады. Пневматикалық агитаорлар үздіксіз еріту үшін, сондай-ақ сұйық жоғарғы химиялы активті болып, нәтижесінде айналатын бөлшектері тез желініп қалатын болса қолданылады. Ол барботажды және айролифтілі – пачук болуы мүмкін. Соңғысында араластыруы жалғасқан ыдыстар принципінде орындалады (сур. 31).



Сурет 31 – Пачук. 1 – Сойло; 2 – аэролифт; 3 – футеровка; 4 – темірбетонды тұлға; 5 – тиейтін науа; 6 – ауа беретін тесік; 7 – қақпақ; 8 – 12 – құбырларды бекіту; 9 – аэролифттің беті; 10 – шығаратын науа; 11 – змеевик; 13 – сонлоны бекіту; 14 – шығарып босататын патрубок.

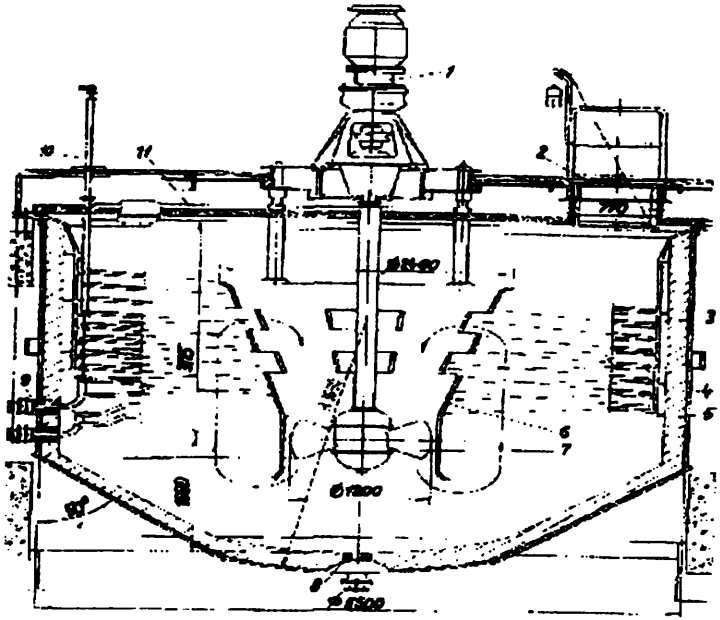
Пачук деп биіктігі 6 –10 метр, диаметрі 3-4 метр болатын конустық түбі бар чанды айтамыз, чанның жұмысшы көлемі 40-100 м^3 . Ол ағаштан, тотықпайтын болаттан немесе темір бетоннан жасалады, іші қорғасын немесе қышқылға берілмейтін керамика қабырғаны футерленеді, қышқыл ерітінділердің бүлдіру әрекеттерінен сактандыруға арналған. Чанның центріне түтік – аэролифтті орнатылған оның бойымен сығымдалған ауа беріледі (0,2-0,25 МПа). Ауа пульпамен араласып, ауа мен пульпаның жеңіл аралас көбіршігін түзеді, ол төмен өте ауыр пульпамен ысырылып, пульпаның бетіне лақтырылады. Аэролифтінің сыртындағы өте ауыр, ауамен қанықпаған пульпа төмен түсіп, қайтадан аэролифке түседі. Бұның нәтижесінде

пульпаның интенсивті циркуляциясына қол жетіп, ол ерітудің негізгі процестерінің ағуына көмектеседі. Ерітудің қажет ұзақтығын қамтамасыз ету үшін тізбектей қосылған бірнеше пачуктерді орналастырады. Алғашқы пульпаны бас пачукке беріп, соңғы пачуктен пульпаны қойылтқышқа бағыттайды. Қарықты периодты еріту кезінде процесті механикалық араластырғышы бар агитаторларда жүргізеді. Механикалық агитаторлар ауамен аэроция жасау пульпаның құрамды бөліктерінде оттегінің әрекеті орынсыз жағдайға әкелетін болса, қолданыс табады. Механикалық араласғышы бар агитатор (32 сурет) конусты түбі бар цилиндірлік корпустан жәэне араластырғыш құрылымнан тұрады. Корпустың ішкі бетін қорғасын қабырғамен немесе қышқылға төзімді цементте қышқылға төзімді кірпішпен өреді. Қабат астын рубероид немесе полиизбутиленмен орындайды. Механикалық агитардың сиымдылығы 150м^3 жетеді. Араластырғыш құрылым қышқылға төзімді болаттан орындалған пропелледлі араластырғыштан және іргесінде терезелері бар конусты түтік-диффузордан тұрады. Диффузорды қолдану вертикальді бағытта интенсивті араластыруға көмектеседі. Диффузор ішінде пульпа жоғарыдан төменге қарай, сыртында төменнен жоғары көтеріліп, терезелері арқылы диффузарға құйылады. Пульпаның агресивті және абразивті әрекетінен сақтандандыру үшін диффузормен араластырғыш пронеллерін қышқылға төзімді резинамен гумерлейді. Кейде агитаторларды қышқылға берілмейтін болат иіршіктермен құрастырып, оның бойымен еріту кезінде пульпаны қыздыру үшін бу беріледі (сур. 32).

Күйдірілген цинк конецтратынан(нейтральді және қышқылды) еріту кезінде алынған пульпаны ертіндінің кірмелерінен тазартуға қолданып, сұйық пен қатты фазаны бөледі. Фазаларды бөлу үшін классификация, тұщындыру мен фильтрацияны қолданады.

Пульпаны классификациялау ірі фракцияларды және қойылтуға түсетін сазды, ұсақталатын құмды бөлу үшін жүргізеді. Құмды ұсақтау еріту кезінде мырыштың ажырату дәрежесін арттыруға жұмсалады, себебі өте ұсақ түйіршектерден мырыш жылдам және толық ериді. СНГ мырыш

зауыттарында классификаторлар үсті ашық конус ыдыстан тұратын конус типті келеді (сур. 33).



Сурет 32 – Агигатор. 1 – қозғалтқыш; 2 – тиейтін люк; 3 – змеевик; 4 – тұлға; 5 – каптал; 6 – дифузор; 7 – араластырғыш; 8 – шығаратын тесік; 9 – конденсаторды босату тетігі; 10 – буды әкелу тетігі; 11 – қақпақ.

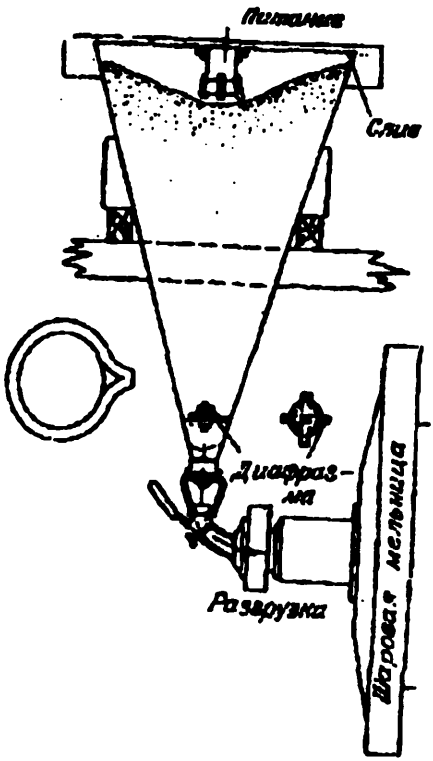
Пульпа конусытың центріне түседі де дискаға соқтығып, конус жиегіне қарай тең өлшемде тарайды. Ірі бөлшектері (құм) тұндырылып, ал ұсақ (саз) конус перифериясында орналасқан сақиналы астауға құылады. Құм диафрагма жәрдемімен төменнен түсіріледі. Құмдағы Ж:Т қатынасы 3:4, ал сазды пульпада 35:40. барлық пульпадан 10-20% саз алынады. Қойылту дегеніміз фильрация алдында сұйықты қаттыдан бөлуден аралық процесі. Пульпаның барлық массасында сұйықфаза көп блып, ондағы ауыр бөлшектер оңай отырса, оны тұндыруға қояды. Ұйытқыш (34 сурет) дегеніміздің өзі фермаға ілінген тырмалы құрылымды диаметірі 10-18м, биіктігі 4-5м болатын чан. Чанды ағаштан, темірбетоннан немесе болат

тақтайшасынан жасайды және рубероид немесе полиизобутилен үстінен қышқылға шыдамды кірпішпен өреді. Қойылтқыш түбін аздаған еңістен (8-15^0) орындайды, ол отыратын қатты денелердің орталықтан түсіретін тесігіне қарай қозғалуына көмектеседі. Бұған жетегі мен вертикальді валға бекітілген крестовинасымен тырмасы бар тырмалы механизм ыңғайлатылған. Тырмалы механизімді қышқылға төзімді болаттан жасайды немесе өреді. 50-100 г/л қаттысы бар пульпаны торы бар қабылдағышқа беріп, пульппадан күтпеген заттарды (шүберек, жаңқа ж.б) ұстайды. Қойылтқыш пульпаның қатты бөлігі түбіне отырып, тырмалы механизммен аппаратортасына қарай жиналып, түсіріп тасталады, ал пульпаның сұйық фазасы жоғарыдан қайталай түсетін ауыр пульпадан ығысып, сақиналы астауға құйылады. Тұндыру процесін ерітіндету үшін пульпаға полиакриаламид (ПАА) қосады, ол ұсақ бөлшектердің өте ірі және ауыр флокулаға айналуына көмектеседі. Қаттысы жоқ деген тұнық ертіндіні ағызып, тазартуға жібереді, ал ұйыған пульпаны Ж: Т=2:3 қатынасын да фильтрациядан өткізеді. Нейтралды циклді қойылтқыш өнімділігі ашық ертіндінің 1м^2 тәулігіне 2,5-4,0м^3, қышқыл циклді 1м^2-қа тәулігіне 6-7м^3 келеді. Қойытылған пульпада қатысы 20-дан 50%, нейтральды ағзымы 1-2 г/л, қышқылында 30-50 г/л болады (сур. 33, 34).

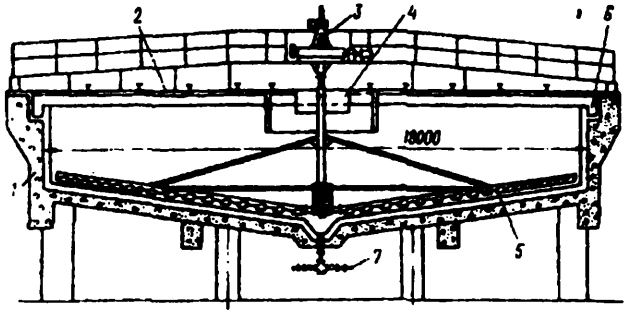
Фильтрлер. Гидрометаллургияда периодты және үздіксіз қозағалысты фильтрлер қолданыс табады, ондағы қысым атмосфералықтан жоғары және ауытқып отырады. Вакум-фильтрлер қатты фазаның ірі бөлшектерімен қатынасты пульпалерды (қою пульпілер) қатынасы Ж: Т бар (ашық ертінділер) жұқа суспензияларды филтрлеуге қолданады.

Қышқылды ұйытқыштың төменгі ағызымын фильтрациялауды екі стадияда жүргізіледі. Фильтрацияның бірінші стадиясында периоды қозғалысты- рамалы вакумді қолданады. Ол ішінен қышқылға шыдамды футеровкамен жабылған бірнеше темір бетонды бункерлерден және бірнеше фильтірлейтін қоржыннан тұрады "Қоржын" фильтрлейтін элемент- рамалар жиынынан тұрады (10-20 рама). Раманы ағаш кеспелтегі (35 сурет) нен жасайды, оған диаметрі 25 мм илген

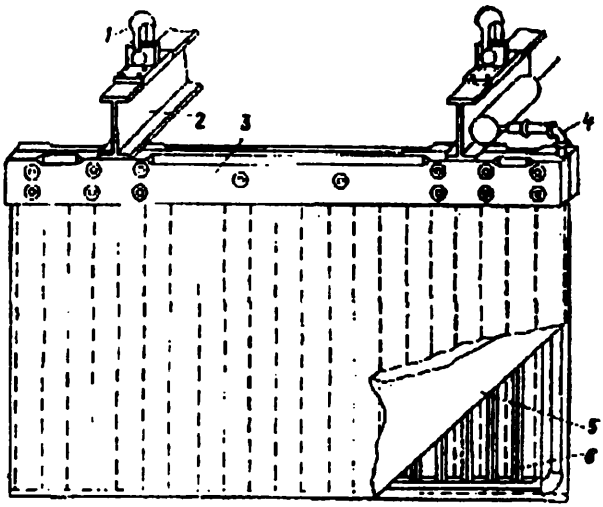
мыс түтігін бекітеді. Түтіктің біруші бітелген, екіншісі вакум-шығырмен қосылған. Түтіктің төменгі горизонталді ауқымы перфорленген матамен тарттылған. Бүкіл раманы фильтрленген матамен тарттырған. Раманың өлшемі 2,5х3м (сур. 35).



Сурет 33 – Конусты топқа бөлгіш (ветикальді кесімдер).



Сурет 34 – Қойылтқыш. 1 – темірбетон чан, іші қышқылға қарсы керамикамен қапталған; 2 – қақпақ; 3 – қозғалтқыш; 4 – пульпаны қабылдағыш; 5 – қызғыш қондырғы; 6 – тұнған ертіндінің науасы; 7 – пульпаның шығаратын тесігі.

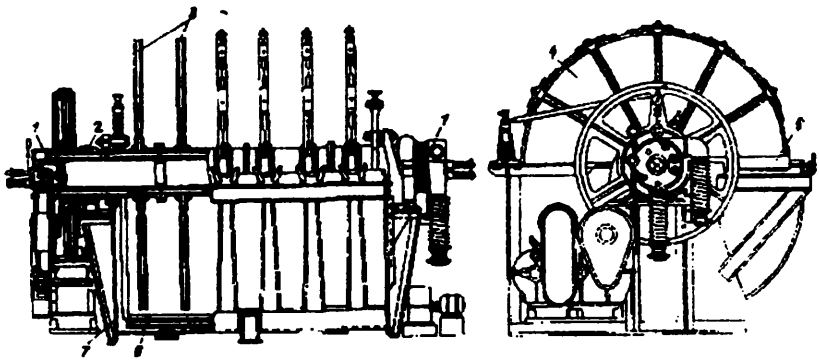


Сурет 35 – Ваккум фильтрдің жеке рамасы. 1 – ваннаның корзинасын көтеретін қондырғы; 3 – белдеме; 4 – мыс құбыр; 5 – сүзетін материал; 6 – тақташа.

Вакум – шығыр жұмыс істеген кезде – қапшық мата ішінде ауа сирейді, соның нәтижесінде сұйық қапшық матасынан тесіп өтіп, ағашерейкасының жыраларымен төмен ағып, түтіктің тесігі

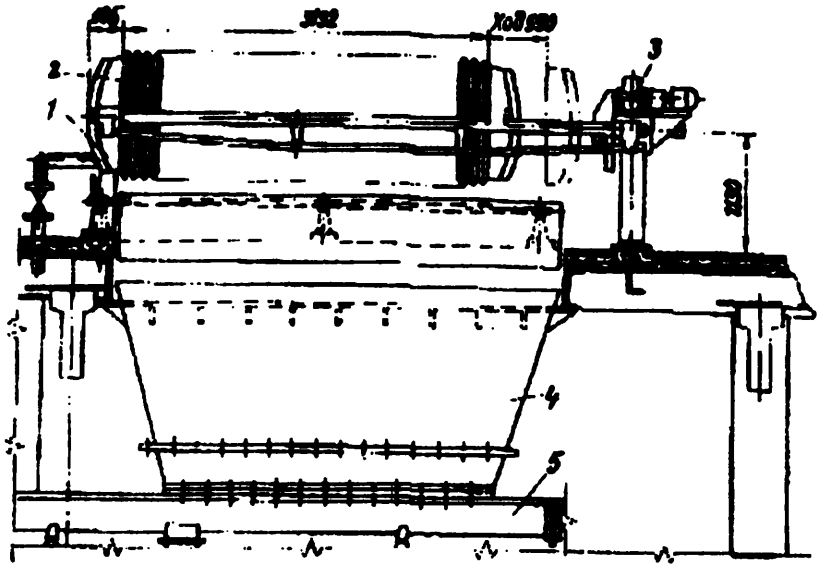
арқылы шығарылады. Пульпаның қатты бөлшектері матада ұсталып, оның бетіне шоғыркек түзеді. Кектің рама бетіндегі қабаты 30-40 мм жеткенде, қоржынды кранмен көтереді де вакумды кек түсіп қалмас үшін сөндірмей, жуатын бункерге апарады. Кектің қуысында ұсталған мырыш ертіндісін әкету үшін кек арқылы суды сүзеді. Кекті жуып, кептірген соң, вакумды сөндіреді де фильтрге сығылған ауа жіберіп, кекті жуынды сумен бункрге төгеді. Рамасы бар қоржынды пульпамен қоса жаңа циклді сүзу үшін бункерге қайтарады. Жуынды бункеріндегі кекті репульпілейді және сүзудің екінші стадиясы үшін сорып алады. Рамалы фильтрдің өнімділігі кепкен кек бойынша 1м^2 фильтрлі бетке 0,3 т/тәулік құрайды. Кектің ылғалдығы 40 % тең.

Сүзудің екінші стадиясын дискілі вакум-фильтрдің үздіксіз қозғалысында жүргізіледі (36 сурет). Дискалы фильтр әдейі формалы метал астаушалары ішінде орталық валдан айналады. Әрбір дисканың ағаштан жасалған 8-10 жеке секторы бар. Секторға фильтрлейтін матадан қапшық кигізілген. Дискі қабырғалары бойымен өтетін жұмыр валға сектор санындай тікідей канал құйылып жасалып, дисканың барлық секторларын жалғастыру үшін тесік жасалған. Каналдың басқа аяғы таралымды төбеге қосылған, оған вакумжелісінің, және сығылған ауа түтіктері әкелінген (сур. 36).



Сурет 36 – Дискалы ваккум фильтр. 1 – бөлгіш басы; 2 – тесік белдеме құбыр; 3 – дискалар; 4 – сектор; 5 – кекті қырғыш; 6 – тербелетін араластырғыш; 7 – фильтірдің астауы.

Фильтрдің жұмысы кезінде дисканың бір бөлігі пульпаға батып тұрғанда, кекті жинайды. Диска айналып пульпадан шыққан кезде, ауамен үрленген кектің кебуі басталады. Келесі жолы сектор фильтрдің астаушасына бастырылған кезде оған автоматты түрде сығылған ауа беріледі де ол кекті лақтырады (кекті үрігенде түсіреді). Сүзетін беттен кекті түгел алуға әдейі пышақтармен қамтамасыз етілген. Дискалы фильтрдің өнімділігі кепкен кек бойынша 1-2 т/тәулік $1м^2$. Кектің ылғалдың 30-35% тең. Қатынасы (1-5г/л) көп емес пульпаны сүзудің негізгі аппараты – фильтрпресс (37 сурет). Онда мыс пен кадмийден тазартылған пульпаны сүзеді, сол сияқты нейтраль қойылтқыш ағызымында фильтрпресстің металды қондырғысында раманың ашық денесі мен рифленген плиталар (шойын мен ағаштан) орналасқан. Плита мен раманың әркайсының арасына фильтрлейтін ұяшық болып табылады. Рамаға 0,2-0,3 Мпа қысыммен пульпаны айдайды. Қатты бөлшектері рама ішінде қалып, ал ертінділері фильтрлі мата арқылы өтіп, рифленген плитаның бетімен астауға ағады. Кектің рама жинала бастаумен матаны шоғырдың жұқа бөлшектерінің бітеуінен сүзудің жылдамдығы сүзулердің тоқтауына апарады. Сонда ғана ерітінді беруді үзіп, раманы сығылған ауамен үрлеп, плита мен раманың герметикалы жақындасуын қамтамасыз ететін қысымды әлсіретеді, плита мен раманың арасын ашып, кектен тазартады. Фильтрматаны жуады немесе жаңасымен ауыстырады. Фильтрді жинау, бұзу және шоғырды алу қолдан жүргізіледі. Рамамен плита құралдарын қысуды гидравликалы немесе механикалы жетекне іске асырады. Фильтрпресс жалпы сүзу беті $80-400м^2$ құрады. Фильтропресстің мыс-кадмийден пульпіні тазарту фильтрациясы $1м^2$ сүзу бетіне 5-10 $м^3$/тәулелік- ке тең (сур. 37).



Сурет 37 – Фильтрпресс қысымды электромеханикалық әдіс. 1 – станина; 2 – рама; 3 – қысқыш; 4 – кекке арналған бункер; 5 – шығарып босататын инек.

Қандай рамалы фильтропрорессер – ФПАК- үздіксіз жұмыс істейтін аппараттар сыналған, олардың арасымен сүзетін таспа зигзаг жасан жүріп отырады. ФПАК- тің көрсеткіші қолдай істейтіннен әлдеқайда жоғары: өнімділігі жоғарғы (4-5 есе), алынатын кектің ылғалдығы төмен, физикалық еңбек аласталған ж.б. Бірақ сынақ ұйғарғандай, бұл аппараттар жоғарғы құрамды фильтраттар берді, онда қатты бөлшектер бар, оңдау өте күрделі, сондықтан олар өндірістік қолданыс таба алмады.

9.5. Мырыш сульфатының ертінділерін кірмелерден тазарту

Күйдірілген мырыш концентратын еріту кезінде мырыш сульфатының ертінді суын алады, ондағы мырыш 120-170 г/л. Бұл ертіндіде темір, мышьяк, сурьма мыс, кадмий, кобалыт және басқа кірмелердің біраз мөлшері бар. Олардың бәрі мырыш ертіндісін электролиз процесіне зиянды әсерін тигізеді

сондықтан бұл процесті ойдағыдай жүргізу үшін ертіндіні кірмелерден тазарту керек. Мырыш сулфатын тазарту бірнеше тізбекті тәсілдерімен жүргізіледі. Ертінді көптеген элементтермен ластанады еріту сілтілеу кезіндегі үрдістерден тазара бастайды. Нейтралді еріту кезінде темір, мышьяк, сурьма ж.б кірмелер ертіндіден гидрат түрінде отырып қалады- бұл ертіндіні тазартудың гидролитикалық тәсілі.көптеген кірмелер гидролиздеу кезінде ертіндіден аласталмайды(мыс, кадмий, кобальт, хлор ж.б), оларды ертіндіден аластау үшін гидролитикалық тазартудан кейін басқа тәсілдермен қосымша өңделеді.

9.5.1. Кірмелерді гидролитикалы тұндыру.

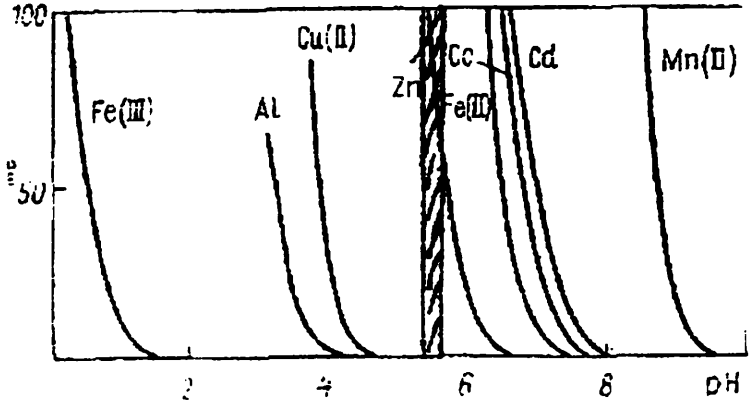
Бұл тәсілдің негізінде электролиз- тұздарыды сумен тұндыру процесі немесе судың металдың иондармен әректтесу процесі. Жалпы түрде, қандай болмасын металдың катионын гидролиздеу реакциясы:

$$Me^{n} + H_2O \Leftrightarrow Me(OH)_{n} + nH^{+}$$

Реакцияның бағыты.

Ертіндінің РН-ке тәуелді: қышқылдан ортада гидрооксид ериді, ертіндіде – тұнады. Гидролиз реакциялардың теңдігі әрбір метал үшін ертіндінің белгілі РН кезінде гидрат түзілімінің –рН г РН деп аталатын, ертіндінің металдық концентрациясына тәуелділігінен (сур. 38) басталады. Молярлы ертінділер үшін 25°С температурада рНг төмендегідей құрамда:

Me^{n+}...	Co^{3+}	Sb^{3+}	Sn^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Co^{2+}	Fe^{2+}	Cd^{2+}
РНг...	1,0	1,2	1,4	1,6	3,1	4,5	5,9	6,4	6,7	7,0



Сурет 38 – Ертіндіге катион шоғырларының тұнбаға түсуі pH-қа тәуелді.

Гидрат түзетін қатарға орналасқан металдар және (сур. 38) мырыштың сол жағындағылар соңғыдан гидролизбен бөлінуі мүмкін, себебі гидрооксидтері pH кезінде, мырыштың pHг әлдеқайда төмен. Нейтральды еріту процесінде ертіндінің pH-ді біртіндеп көтерген кезде түзілім жасап, Co^{3+}, Sb^{3+}, Sn^{2+} 6 Fe^{3+}, Al^{3+} гидраттары шоғырға шөгеді. Ертіндінің PH –ді тек мырыш гидрототығы құлағанға дейін көтеруге болады. CO^{2+}, Fe^{2+} және Cd^{2+} катиондарын гидролиздемейді, ол ертіндіде қалады. Cu^{2+} катионын ішнара гидролиздейді. Нейтральді еріту кезінде ертіндінің PH-ін ондағы мырыш концентрациясына тәуелділіктен 5,2-5,6 шегінде ұстап тұрады.

Жоғарыда аталған катиондардың гидролизі мына реакция бойынша өтеді.

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \Leftrightarrow 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4$$

+

$$3H_2SO_4 + 3ZnO = 3ZnSO_4 + 3H_2O$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O + 3ZnO = 2Fe(OH)_3 + 3ZnSo_4$$

Аналогты түрде алюминий, мышьяк пен сурьма:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O + 3ZnO = 2Al(OH)_3 + 3ZnSO_4$$
$$As_2(SO_4)_3 + 3H_2O + 3ZnO = 2As(OH)_3 + 3ZnSO_4$$
$$Sb_2(SO_4)_3 + 3H_2O + 3ZnO = 2Sb(OH)_3 + 3ZnSO_4$$

Шындығында нейтральді еріту кезінде негізгі металдар сульфатары тұнады, мысалы $Fe(OH)SO_4$, себебі таза гидрооксидтер тек сұйытылған ертінділерде тұнады.

Темердің гидролитикалық тұнбасы ертіндіні мышьякпен сурьмадан толығынан тазартуға көмектеседі. Олардың құрамы ертіндіде төмен болса, темірдің негізгі сульфаттармен бірігіп, адсорбция и хемосорбция жолынан тұнады. Мышьякпен сурманың тұнуы олардың темір қосындыларын түзуі нәтижесінде өтуіде мүмкін. А. Л. Цефтың зерттеулері көрсеткеніндей, мышьяк темір өзара әректескенде арсенат пен арсенит түзіледі. Өте ерігіш қосынды темір арсенты PH = 1,8-2,0 кезінде мынадай реакциямен түзіледі.

$$Fe_2(SO_4)_3 + H_2AsO_4 \Leftrightarrow 2FeAsO_4 + 3H_2SO_4$$

Сурьма да аналогты түрде: ло бесваленті формада толығынан аластайды.

Ертінділерде ұшырасатын темірді толықтай аластау үшін Fe^{2+}-ні Fe^{3+} дейтін пуьпаға тотықтырғыш қосады. Тотықтырғыш ретіде марганец кенін немесе марганец шылауындағы марганец қос тотығы - пирлюзитті қосады. Бұл кезде тотықты ортада мына реакция жүреді.

$$FeSo_4 + MnO_2 + 2H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + 2H_2O$$

Тәжірибеде темірдің интенсивті тотығын алу үшін ертіндіні ауамен, таза оттегі немесе озонды ауамен үрлейді. Бұл мақсатта еріту кезінде пневатикалы араластығыш агитаторларды қолданды.

Темірдің тотықтырғыш мыста бола алды.

$$Fe^{2+} + Cu^{2+} \Leftrightarrow Fe^{3+} + Cu^{+}$$

Мыстың (2) pH>2,5 көп болса, темірді(2) тотықтырады, ал pH<2,5 аз болса, темір(III) мысты тотықтырады. Сондықтан тотықты еріту жағдайында мыс темірді Fe^{2+} дейін жетістіреді, бірақ нейтральді еріту жағдайында темір тотықтырғыш бола алады. Гидролитикалы тазарту кезінде Fe^{3+} ертіндіде бар болса гидролиз толығынан жүреді және теллур, германий, индий, және таллийдің тұнуы темірдің негізгі тұздарының негізінде адсорбция есебінен өтеді.

Ертіндідегі кірмелерден мырыш сульфатын гидролитикалы тазарту кезінде нейтрализация және кремний қышқылының каогуялиясы, күлдің гельге айналуы және коллогидты бөлшектердің іріленді өтеді. Гидролитикалы тазартуға соң ертіндіде қалатындар, мг/л:

40-50 Fe^{2+}, 0,3-0,6 As және Sb, 200-300 SiO_2 500-1000 Cu, 200-500 Cd.

9.5.2. Ертінділерді мыспен кадмийден тазарту

Мыстың бір бөлігі гидролиз нәтижесінде ертіндіден аласталады (гидролиздің 9H 4,5). Мырыш сульфатының ертіндісін мыспен кадмийден толық тазартуға мырыш ұнтағын қолданады. Тазарту процесі металдардың нормальді потенциялдарының айырымына негізделген.

Элемент	мырыш	галий	темір	кадмий	талий	индий	мыс
E^0, в	-0,763	-0,50	-0,44	-0,402	-0,33	-0,30	+0,337

Ертіндідегі ең құнды металдардан (оң электрлі) құны төмендерді (теріс электрлі) ығыстыру реакцияларына негізделген процесті цеменатция дейді. Мыспен кадмийді цементациялау үшін, цинктен басқа, құны төмен металдарды қолдануға болады, бірақ оларды қолдану ертіндіні жаңа кірмелерден ластауға әкліп соғады.

Ертіндіні мыспен кадмийден тазарту кезінде мынадай реакциялр өтеді:

$$CuSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cu; Cu^{2+} + Zn^0 = Cu^0 + Zn^{2+}$$

$$CdSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cd$$

$$CuSO_4 + Cd = CdSO_4 + Cu$$

Ертіндіде сирек кездесетін металдар болған кезде олардың цементациясы мырышпен орындалады: талий мыс пен кадмиймен ішнара тұнады (басқа бөлігі гидрототыққа өтеді). Мыс кадмийден бұрын цементацияланады, себебі ол ең құнды метал болып табылады, содықтан тәжірибеде тазарту, ереже бойынша, бірнеше стадияда тұнады жүргізіледі.

Мырыштың ұнтағы сығылған ауамен мырыштың сұйық тамшысын таңдату әдісімен немесе доғалы электропеште дроссты құйындатумен дайындалады. Сұйық мырышты тозаңдату мақсатымен сапалы ұнтақ алу үшін ультрадыбысты тозаңдатқыш конструкциясы тәжірибеден өткен.

Ертіндідегі оттегі зиянды, себебі ол метал шоғарларын тотықтырады және оларды қайтадан еруге итермелейді, бұл мырыш тозаңының шығынын өсіреді. Содықтан ертінділерді мыспен кадмийден тазартуды механикалық аралыстырғышы бар агитаторда жүргізеді.

Мысты цементациялаумен ертіндіден аластау жеңіл, кадмийді толық аластау қиын, себебі ол ертіндіге қайта ауысуға ыңғайлы. Кадмийдің қайта еруіне ертіндідегі мышьяк, сурьма, германий мүмкіндік жасайды.

Тазартуға түсетін ертіндінің қалқымалы қатты бөлшектері мен еріген кремнеземі болмауы керек. Бұндай ертіндіге мырыш ұнтақ қосатын болсақ кремний қышқылдың гелі отырып, тұндырумен сүзуді қиындайды.

Қалқымалы бөлшектері кекті ластайды, сүзуді қиындатады.

Кобальт пен никельді мырыш пен цементация, оларды ертіндіден ажырату поляризациялық құбылыстардың пайда болуынан мүмкін емес олардан тазарту үшін тек мышьяк, сурьма, қалайы немесе сынапты қосып, активті процеспен жүргізу керек.

Қәзіргі тәжірибеде ерітіндіні мыспен, кадмиден тазарту үшін бірнеше технологиялық үлгілер қолданылады:

1) периодты бірстадиялы;
2) периодты екістадиялы;
3) үздіксіз екістадиялы;
4) үш стадиялы.

Периодты бірстадиялы тазарту кезінде цементацияны механикалық араластырғыш агитатормен жүргізеді, онда ертінді құйып, мырыш ұнтағы есептелген мөлшерін қосады да 45-60 мин. 50-60 ^{0}С араластырып, пульпаны сүзеді. Үлгі мырыш ұнтағының көп шығынымен, аппарутуралардың төмен өнімділігімен, ерітіндінің сапасыз тазартылуымен сипатталады.

Ерітінділердің екі стадиялы тазартуы үздіксіз немесе периодты (сирек) вариантарда жүргізіледі (сур. 43).

Мырыш сульфатын екістадиялы тазарту кезінде мырыш тозаңының шығыны оның көп пайдалану есебінен қысқарады (қарсыағым принципін ұстанады): бірінші стадиялы тазартуға мырышты – кадмийлі кекті тазартудың екінші стадиясында қолданады. Сонымен қатар бұндай тазарту технологиясы ерітіндіден кірмелерді терең аластуды қамтамасыз етеді.

Кәсіпорын жұмысынң тәжірибесінде үшстадиялы цементацияны қолданады, бұл екістадиялы салыстырғанда кектің шығуын екі есе қысқартады және керісінше олардағы кадмий құрамын көбейтіп, электролит тазалығын көтеріп, жұмыстардың экономикалық көрсеткіштерін жақсарта отырып, кірмелерді ерітіндіден тазартуға мүмкіндік ашады.

Мырышты электролизді; мыс-кадмий кектерін өңдейді. Бірінші стадияда мыстың артығын алып мыс кектерін мыс өндірісіне жібереді. Екінші стадияда – кадмий және мыс қалдығын, мыс – кадмий кектерін алуға тұндырылады.

Үшінші стадияның цементациясында ерітіндіні кобальт, кадмий және никельден тереңдеп тазартып жүргізеді.

9.5.3 Ерітіндіні кобальттан азарту

Кей жағдайда ерітіндіні кобальттан тазартуды мыс пен кадмийден тазартумен біріктіреді. Бұл жағдайда тазарту мырыш ұнтағы орындайды, бірақ сурьманың иондары қатысып,

ерітіндіге натрийдің антиионаты – Na_3SbS_4 немесе натрийдің ортасульфоантиионаты (Шлиппе тұзы) - $Na_3SbS_4*9H_2O$ түрінде қалыптасады. Дифракционды рентгенографикалық шоғыр анализі сурьмамен жасалған стадиялы цементациясынан кейін S_OSb және C_OSb қосындыларының қатысуын тапқан. Көрсетілген қосындыдағы кобальтпен сурьмяның түзілімі кобальтті цинкпен цементациялаған кезде артық кернеуді төмендетіп, оның шоғырға өтуіне жол ашады.

Кобальттан тазарту операциясы міндетті болып табылады, себебі оның ерітінді циркуляциясы кезіндегі жиынтығы 7-10 м/л жетіп мырыштың электрлі тұнуын тез төмендетеді. Ерітіндіде кобальттің жиыны 3-4 м/л болып, шектен аспауы керек. Кобальтті ерітіндіден тазартудың негізгі әдісі химиялық болып табылады.

СНГ зауыттарында кобальттпен тазартуды ксантогенатты әдіспен жүргізеді, ол негізінен ксантогенатты кобальттің қиын еритін түзілімінен тұрады. Ерітінділерді тазартуда суда жақсы еритін этил немесе бутильді натрий немесе калий ксантогенаттарымен жүргізеді. $C_2H_2OC_2K$ немесе $C_4H_9OCS_2K$.

Ерітіндіні кобальттен терең тазарту үшін Co^{2+}-ны Co^{3+} дейін тотықтырады. Тотықтырғыш ретінде пиролизит (баяу әрекеттеседі), калий перманганатын пайдаланады немесе сутегі қышқылын ерітіндіден озондалған ауамен (ауа кобальтті тотықтырмайды) үрлейді. Ең күшті тотықтырғыштар қымбат әрі дефицитті, сондықтан оларды сирек қолданады. Кобальтті ерітіндіден тұндыруға мыс купоросын қосады. Түзілген мыстың ксантогенаты (Cu^{2+}) жеңіл ыдырап өте тұрақты мыс ксантогенатын (Cu^{2+}) және диксантогенатын – $(C_2H_5OCS_2)_2$ бөледі, соңғы кобальттің ксантогенатын тотықтырады да кобальттің (Cu^{2+}) ден (Cu^{3+}) ксантогенатын түзеді. (Co^{3+}) кобальт ксантогенат тұзу реакциясын қосындысын былайша сайлауға болады:

$$CoSO_4+4C_2H_5OCS_2K+CuSO_4=(C_2H_5OCS_2)_3\,Co + C_2H_5OCS_2Cu +2K_2SO_4$$

Тазартуды үш тізбектей жалғасқан агитаторларда үздіксіз тәсілмен жүргізеді. Алғашқы агитаторға мыс купоросын құйып, ерітіндіден 20-30 мг/л мыс концентрациясын алуға, содан кейін мыс пен кобальттің ерітіндідегі массасынан 20-25 есе артық калий (натрий) ксантогенат этилін түзуге есептелген. Процесті 40-50^{0}С температурада жүргізеді. Ерітіндіні агитаторларда 1-2 сағ. араластырып, фильтрден өткізеді. Тазартылған ерітіндіде 3-4 мг/л кобальт болады. Кекте 3-5% Co, 6-8% және 20-25% Zn болады.

Ксантоагентті кобальт кекін өңдеу көп қиыншылықтардан тұрады. Кекті күйдіруді келесі жолы күйінді кобальт алу үшін ерітуге болмайды, себебі күйдіру кезінде токсикалы мерхантан түзіледі. Зауыттардың бірінде ксантогенатты кекті натрийдің күкіртті ерітіндісімен өңдейді. Ауыр металдардың ксантогенаты тіпті ерімейтін сульфидтерге ауысады.

$$2(C_2H_5OCS_2)_3Co+3Na_2S=\downarrow Co_2S_3 + 6C_2H_5OCS_2Na$$

Бұл кезде натрий ксантогенатының 50% регенерленеді.

Кейбір шет ел зауыттарында (Канада, Австралия) кобальтін ерітіндіден тазартуға α-нитрорзды, - β-нафтолен жүргізеді, олар кобальтті қиын еритін тұздар түрінде тұндырады.

Ерітіндіні α-нитроды - β-нефтолген-$C_{10}H_6NO(OH)$ тазартуды былайша жүргізеді. Ерітіндіні агитаторға сорып, күкірт қышқылымен 0,3-0,5 г/л дейін қышқылдайды, β-нафтолды тұзды натрийі, натрий нитраты бар ерітіндіге қосып, реагенттермен 2-4 сағат бойы 40-50^{0}С араластырады. Бұдан түілген қиын еритін α-нитрозды βнафтолат кобальтін – $Co(C_{10}H_6OHNO)_3$ сүзеді.

Сүзу алдында пульпаны известьпен pH=5,4 ке дейін бейтараптанады. Тазарған ерітіндіде кобальттің қалдық құрамы 1-2 мг/л құрайды. Шоғырда 2% кобальт, көптеген мырыштың негізгі тұздары және кальцийдің сульфатын ұстайды. Мырышты күкірт қышқылының әлсіз ерітіндісімен жуады, α-нитрозды β-кобальт нафтолатын кальций сульфатынан флатациямен бөледі.

Құрамы жоғары (40%) металды кобальт концентратын тұтынушыға жөнелтеді.

Ерітіндіні кобальттен α-нитрозды-β-нефтолмен тазарту тәсілі ксантогенаттаумен салыстырғанда әлдеқайда арзан, ерітіндінің өте терең тазартып, кобальтті кектен-цинк алуға мүмкіндік беріп, жеңіл тез өңделеді.

9.5.4 Ерітіндіні хлормен фтордан тазарту

Ерітіндіні бұл кірмелерден тазарту міндетті операция болып табылады. Хлор қорғасында анодты және аллюминий кіршіктерін бүлдіреді (разрушение). Хлор Cl иондары түрінде ерітіндіде қажетті 80-150 мг/л-ден 500-800 мг/л дейін жиналады. Фтор – электролитте зиянды кірме, ал мырыш тұнбаларының аллюминий катодына "қайнап" кіргізуінен, катодты тұнбалардың структурасында "тесік" жердің көбеюіне шарт жасап, анодтың бүлінуіне, майысуына, ең соңында мырышты қорғасынмен ластайды. Фтор ион F – түрінде ерітіндіде максимальді қажеті 20-40 г/л ден 50-100 мг/л жиналады.

Хлор мен фтор қорғасын зауыттарының тозаңын өңдеген кезде (1% хлорға дейін), вельцоқышқылдан (0,1% хлорға дейін) және шлак қуындыларынан ерітіндіге ауысады. Бұл материалдарды сульфатизиялау, тотықты күйдіру фтор мен хлордың электролитке түсуіне жол бермейді.

Ерітіндіні хлордан тазартудың көп тәсілі бар. Қуындыны ыссы сумен сода қосып жуғанда 70-75 % хлордан арылуға болады. Ерітіндіні хлордан тазартудың ең эффектілі тәсілі – оны күкірт қышқылды күмісіне ерімейтін күміс хлориді түрінде тұндыру.

$$Ag_2SO_4+2NaCl=2AgCl+\downarrow Na_2SO_4\downarrow$$

Күкірт қышқылды күмісті қолдану хлордан тазартудың жақсы тәсілі дегенмен, бірақ күмісті регенерациялау қиындықпен байланысты, ол көп шығындалады және оның бағасының жоғары болуымен шектелген. Егер мырыш концентратында күміс болса, онда күйінді еріту кезінде күміс

сульфаты хлордан арылады, ол күміс сульфатын әдейі қосуды отандық зауыттарда жүргізбейді.

Хлорды тұндырудың жартылай хлорлы мыс түріндегі тәсілі кең қолданылады. Бұл үшін кадлий өндірісінің мысты кектерін пайдаланады, онда мыстың 40% тотық түрінде және 60 % - цемент металлы түрінде орналасқан. Таза қышқылы (3-5 г/л) бар кезінде мына реакция өтеді.

$$Cu^{2+}+2Cl = Cu_2\downarrow Cl_2\downarrow$$

Хлордан тазарту үшін ерітіндіге мыс купоросы мен цинк тозаңын қосады, бұл кезде мына реакция өтеді.

$$2CuSO_4+Zn+2CL^- \leftrightarrow CuCl_2\downarrow ZnSO_4+SO_4^{2-}$$

Хлордан ерітіндіні тазартуға ионайырбас тәсілі қызықтырады. Анионит АВ-27 жоғарғы pH кезінде хлорды ерітіндіден тазартады. Хлордан ионитпен регенерациялау күкірт қышқылы ерітіндісінде жүргізеді.

Сульфат цинкі ерітіндісін фтордан тазартуды тотықпен немесе кальцилі сульфатымен мынадай реакциядан алады:

$$2NaF+CaO+H_2O \leftrightarrow CaF_2\downarrow +2NaOH$$
$$2NaF+CaSO_4 \leftrightarrow CaF_2\downarrow +Na_2SO_4$$

Бұл тәсіл ерітіндідегі фтор концентрациясын 20 мг/л дейін фторидінің еруі жоғарылайды да ерітіндінің тазару дәрежесін F- болса, төмендетеді.

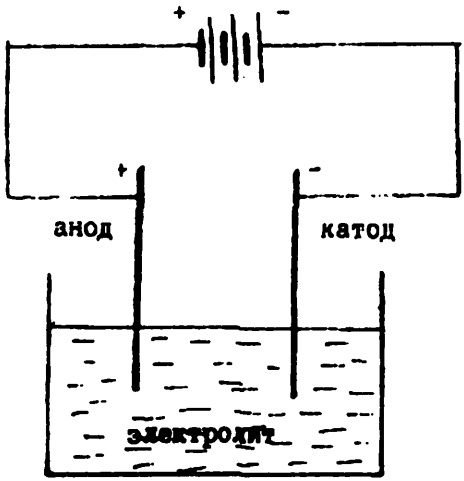
9.5.5 Жиналатын қоспалардан ерітінді тазарту

Кейбір зауыттарда айналмалы ерітінділерде сілтілі металдар көп мөлшерде жиналған кезде (магний, натрий, калий 15-30 г/л) оларды осы қоспалардан тазарту қажеттігі туады, өйткені соңғылар ерітіндінің қалыңдық пен жұғымдылығын көбейтіп, оның омдық кедергілерін арттырады, бұл мырыштың тұнуына қолайсыз және тұну және пульпаны сүзу үрдісін қиындатады.

Ерітіндіні бұл қоспалардан тазарту тәсілі мырышты қозғамай табылмайды, сондықтан периодты түрде ерітіндінің бір бөлігін өндірістік циклдан шығарып, оны өз алдына өңдейді. Ол токтың жоғарғы қалыңдығы кезінде, көбейтілген циркуляцияда және ағаш желісінің жоғарғы шығыны кезінде электролизге беріледі. Электролизді электролит мырышы 8-12 г/л тауысылғанға дейін жүргізеді, содан кейін жұмысталған электролитті ерітіндідегі күкірт құрамы 900 г/л жеткенше булайды. Содан кейін ерітіндіні мұздатады, одан 80-90% магний сульфаты мен 80-90% мырыш сульфаты шығып қалады. Шоғырды фильтрлейді процеске қайтарады.

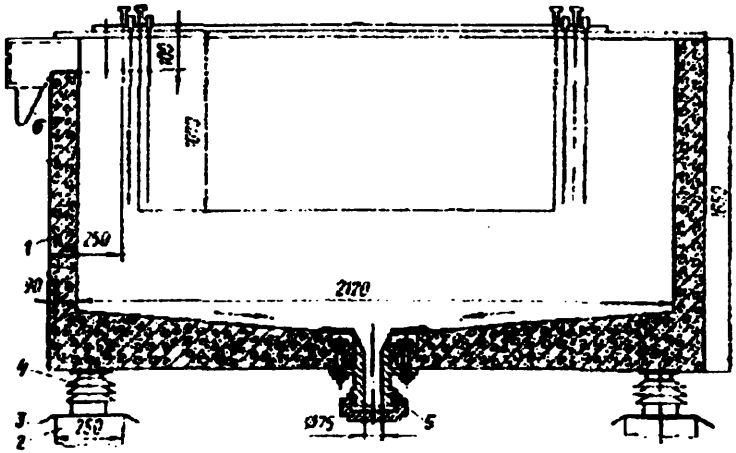
9.6 Мырыш сульфаты ерітіндісін электролиздеу

Электролизге тазартылған мырыш сульфатының нейтральді ерітіндісі мына құрамда түседі, г/л: мырыш-120-170, марганец-2-5 (10 дейін болуы мүмкін), мг/л: кадлий 0,1-2,0; мыс 0,05-0,1; никель 0,01-0,5; кобальт 0,1-4,0; германий 05-1; сурьма ,01-0,15; мышьяк 0,05-0,2; темір (II) 50 ге дейін, фтор 20-50; хлор 100-150.

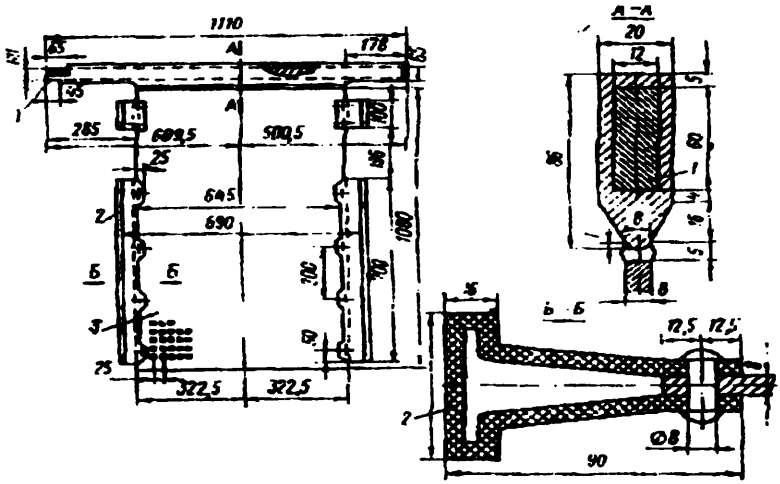


Мырыш сульфатты ерітінділерді электролиздеу өзінен төмендегілерді сыйлайды (39 сур).

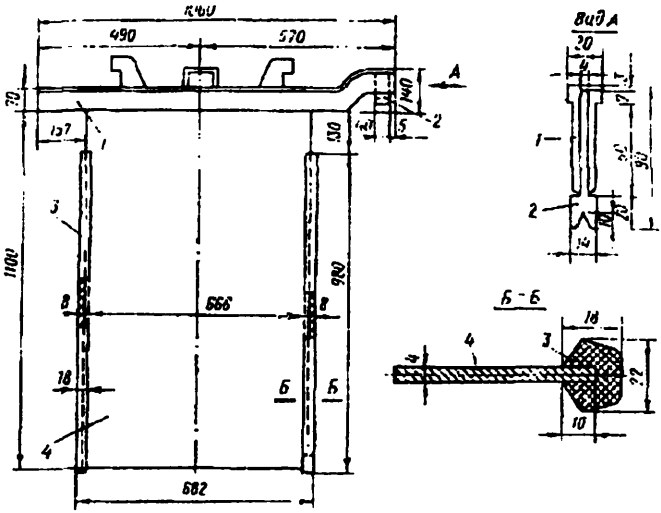
Сурет 39 – Электролиздік ячейка.



Сурет 40 – Электролиздік ванна, мырышты электролиз тәсілі мен отырғызу үшін. 1 – тұлғасы; 2 – рама; 3 – винипластты прокладка; 4 – ізолятор; 5 – электролит ағатын тесік; 6 – құятын ернеу.



Сурет 41 – Қорғасын анод. 1 – мыс қорғасынданған штанса; 2 – винипласты шектегіш; 3 – қорғасын-күмістенген анод.



Сурет 42 – Аллюминиден катод. 1 – аллюминилі штанга; 2 – мыс контакт; 3 – резиналы рейка; 4 – алюминилі матрица.

Күкірт қышқылды мырыштың ерітінді суы үздіксіз электрролитті ванналарға түседі. Бұл ванналардың катоды алюминий тақтайшаларынан, аноды – қорғасын немесе оның күміспен (1%) құйындысынан жасалған.

Электролит күкіртқышқылды мырыштың ерітінді суына (50-60г/л) және күкірт қышқылын өзін сайлаған. Бұндай ерітіндіде диссоциация кезінде түзілген иондары бар:

$ZnSO^4 \rightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-}$

$H_2SO_4 \rightarrow + + HSO_4^- \leftrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$

Электр тогының өту әрекетінен оң зарядталған иондар – катиондар (Zn^{2+}, H^{2+}) катодта разрядталса, ал теріс зарядталған иондар аниондар (OH^-, SO_4^{2-}) анодта разрядталады.

Бұл кезде мына үрдіс өтеді.

Катодта: $Me^{2+} + 2e = Me^0$

$2H^+ + 2e = H_2$

анодта электр энергиясы анодтық ревкцияларға шығындалады.

Металдарды анодта электролитикалы реафиндегенде пайдалы процесс – қара металдық еруі жүреді. Бұл жағдайда - мырыш электролизі - анодты ерітуге болмайды, себебі анодты метал немесе кірмелер еріп, ерітіндіні ластайды, сосын катодты мырыш шоғырланады. Ерітінділерден мырышты электрмен тұндыру кезінде пайдалы анодты реакциялар тәжірибеде жоқ. Демек, мырышты электролитикалы сауықтыруын іске асыру кезінде ерітіндіде анодты процес өнімдері электролитті ластауы керек, ал процестің өзі аз шығынмен жүруі керек; бұдан басқа анодта бөлінетін заттар улы болмауы керек.

Анодта өтетін: $OH - e = 1/2\ O_2 + H^+$ немесе

$H_2O - 2e = 1/2\ O_2 + 2H^+$

Жалпы келісілген шарт бойынша электролизді қышқылды ортада жүргізіледі, сондықтан гидооксильдің жоғарғы қышқылды салыстырмалы жағдайында иондардың разряд беруі мүмкін емес, олардың концентрациясы өте аз (10^{-12} – 10^{-14} моль/л) разряд потенциалы жоғары болуына қарай SO_4^{2-} иондарының разрядталуы мүмкін емес, дегенмен кейбір авторлар (Е.В. Маргулис) осыған табан тіреп, анодта мынадай процес жүреді деп тұжырымдайды.

$SO_4^{2-} - 2e = SO_3 + 1/2\ O_2$

$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

Іс жүзінде анодта судың молекуласы потенциалы 1,24 в айналасында разрядталады. Анолиттегі судың бақланған кемуі күкіртқышқылды ерітінділерден мырышты тұндыру кезінде оның процесінің ыдырауын көрсетеді:

Осыдан мырыш сульфатты тұздар ажырау көрінеді, H_2O мен Zn^{2+} активтері бірге тең болғандықтан, мынаған тең.

Еа – Ек = 1,24+0,76=2,0 в

Оттегінің артық кернеуі қорғасынды-күмісті анодта 0,35 в жақын. Осыдан ажырау кернеуі 2,35-2,45 в немесе 2,40 +- 0,05 в шамасын құрайды.

Электролиздеу процесінде анод материалында да өзгеріс жүреді. Алғашқы моментте мына реакция жүреді:

$$Pb^0 - 2e = Pb^{2+} + SO_4^{2-} = PbSO_4$$

Қорғасын сульфатының еру көбейтінділерінің шамасы аз болуынан ($ПР_{PbSO4} = C_{Pb2+}\ C_{SO4}^{2-}$) анод қорғасын сульфатының перделерімен жабылып, оның кедергілері үлкен болғандықтан, анодтың өткізуін төмендетеді, бұдан жүйедегі ток күші көтеріледі, анод потенциалы өседі және бұрын анод потенциалы аз болуынан қиындаған процес басталатын момент туады, яғни қорғасынның әрі қарай тотығуы жүреді.

$$Pb^{2+} -2e = Pb^{4+} + (SO_4^{2-})_2 = Pb\ (SO_4)_2$$
$$Pb^0 - 4e = Pb^{4+} + 2(SO_4^{2-}) = Pb(SO_4)_2$$

Ал $Pb(SO_4)_2$ тұзы қорғасынның деоксидін тұзумен қоса гидролизденеді:

$$Pb(SO_4)_2 + 4H_2O = Pb(OH)_4\ /PbO_2\ 2H_2O/ + 2H_2SO_4$$

Яни, анодта қорғасын сульфатының ($PbSO_4$) пердесі ериді және қорғасынның диоксиді – PbO_2 қалың, жақсы электроөткізгіш түзеді, сондықтан, анод потенциалы төмендейді. Осылайша анодтың пассивациясы жүріп, ол кезде катодтың мырышта қорғасын кірмесі пайда болады. Бұны болдырмас үшін, электрод ванналарына алдымен пассивтелген анодтар орнатады.

Электролиздеу үшін қажет кернеулер қосылады:

$$E = JR_{зл} + (E_a - E_k)$$

бұндағы J- өтетін ток күші; $R_{эл}$ – электролит кедергісі, ол анод пен катод арасында орналасады; E_a –анодты процесс өтетін потенциал; $E_к$ –катодты процестің потенциалы.

Бұдан шығатын ерітіндіден бірінші кезекте өз разряды үшін аз потенциал талап ететін метал бөлінеді (ең оң электрлі). Бұл жөнінде жеке элементердің кернеу реттерін, немесе олардың нормальді потенциалдары (тұздан элементтің бөліну потенциалын) біле отырып туралы сөз айтуға болады.

Электролизге түсетін ерітінділерде мырыштың және сутегінің ктиондары бар. Бірінші кезекте сутегі бөлінуі мүмкіндік алар еді, бірақ тәжірибеде сутегінің бірінші кезекте бөлінуіне қиындық туғызатын шарттар пайда болады. Сөйтіп, катодтан мырыш бөлінеді, ол периодты түрде сыдырылып, құйынды үшін балқытылады, ал анодттан оттегі бөлінеді: Электролит мырыштық иондарынан кедейленіп, сутегі иондарымен эәне сульфат-иондарымен байыпты, яғни күкірт қышқылы жинақталады.

Түгелінен электролиз реакциясын былайша сайланады:

$$ZnSO_4 + H_2O = Zn + 1/2O_2 + H_2SO_4$$

Жұмсатылған электролиттің күкірт қышқылы жоғары болып мырыш концентрациясы төмен болса күйіндіні еріту цехына жібереді.

9.6.1 Мырышты катодқа отырғызу

9.6.1.1. Сутегінің кернеуінің артуы

Мырышты оның күкірт қышқылды тұзының ертінді суынан таза күкірт қышқылы мен кірмелерін құрайтындай етіп тұндырған кезде төмендегі электрохимиялық реакциялар өтуі мүмкін:

$$Zn^{2+} + 2e = Zn$$
$$2H^{+} + 2e = H_2$$
$$Me^{2+} + 2e = Me$$
$$Zn - 2e = Zn^{2+}$$

Электролиз кезінде мына шарттарды жасау керек, ондағы катодта көбіне мырыштың катиондарын разрядтау процесі өтуі тиіс және сутегі катиондарының разрядтары процестері түгелдей қатыспауы керек. Бұл шарттарды анализдеу үшін алдымен қайтарымды электролизді қарастырамыз, яғни онда поляризациялау құбылысы түгелдей қатыспайды (Электролизді қиындататын – концентрациялық немесе химиялық шарттар). Катиондарды разрядтау потенциалы бұл жағдайда Нернст теңдігімен өрнектеледі:

$$E=E^{o} + RT/nF \ln a,$$

Бұндағы E - теңөлшемді ион потенциалы (разряд потенциалы); E^{o}-ионның нормальді потенциалы, яғни иондардың активтілік кезіндегі бірге тең потенциалы ($e=E^{o}$); ал a – ертіндідегі иондардың активтілігі концентрациясының активтілік коэфицентіне көбейткенге тең ; R – газдың тұрақтысы (8,31 Дж/мольК); T – абсалютті температура; F – Фарадей константы (96487 Кл/моль); n – ионның зарядттарының саны (валенттілік).

Бөлмелік (комнаталық) температурада мырыштың ионды және сутегі иондарының қайтарымды потенциалдары мынаған тең:

$E_{Zn}^{2+} = -0,762 + 0,029\ a_{Zn}^{2+}$ бірлігі
$E_{H}^{+} = +- 0,00 + 0,058\ a_{H}^{+}$ бірлігі

Екі ионның бірлескен разряды $E_{Zn}^{2+} = E_{H}^{+}$ болғанда өтеді. Бұл іс жүзінде іске аспайтын (мырыштық тоннасы метрде) ертіндідіегі мырыш концентрациясы өте үлкен жағдайда орын алуы мүмкін. Бұған есеп-айырыммен көз жеткіземіз. Сутегінің активтілігі мен ертіндідегі сутегі концентрациясы бірге тең деп аламыз, $a_{H}^{+} = 1 = C_{H}$, онда $E_{H}^{+}=0=E_{Zn}^{2+}= - 0,762+0,029\ C_{Zn}$ бірлігі, бұдан $C_{Zn}=10^{0.0762/0,029} = 10^{26}$ г/л, бұдан шығатыны қайтарым Электролизінде бірлескен мырыш пен сутегінің бөлінуі мүмкін емес, ал сутегінің разрядталу потенциалы көп. Оң электрлі, сондықтан сутегі бөлінуі керек.

Реальді (қайтарымды емес) электролиз процесінде иондардың потенциалды теңдеулері ток қалыңдығы Д мырыш пен сутегінің иондарын разрядтау кезіндегі поляризацияны ескеріп, былайша жазылады:

$Zn^{2+} = - 0,762 + 0,029 Lga_{Zn}^{2+} - \eta_{Zn}$,
$E_H^+ = +- 0,00 + 0,058 Lg\ a_{H}^{+} - \eta_H$

Электролиздеудің қайтарымды емес процесінде мырыш катодында (алюминий электролиз процесіде мырышпен жабылады) үлкен мәнге жетеді (1в шамасында), сол уақытта Zn нульге жақындайы (ондаған милли вольт). Осыған орай электролизде поляризациялау есебінен сутегінің разряды кезінде оның потенциал разряды теріс электрлі жаққа жылжиды да мырыштың катиондарының разряды мүмкін ғана болмай, басым болады.

Катодтың поляризациясын онда сутегі катодтары разрядталса берілген катодта сутегінің кернеуінін ұлғайюын берілген ертіндідегі сутегі иондарының разрядталуымен берілген катодтағы потенциалдар айырымы және осы ертіндідегі сутегі потенциалының тең өлшемділігі деп атайды.

Сутегінің кернеуінің ұлғайюы көптеген факторға тәелді:

1) катод материалына:

катод	алтын	күміс	никель	мыс	кадмий	қорғасын	мырыш
η_H,в	0,02	0,15	0,21	0,23	0,48	0,64	0,70

2) тоқтың катодтың қалыңдығына: катодтың ток қалыңдығы Дк жоғарылаған сайын, сутегі кернеуінің ұлғаюы жағары. Сутегі кернеуінің ұлғаюы шамасының ток қалыңдығына Тафель теңдеуімен өрнкетеледі.

- $\eta_H = a + b \lg Дк$

3) Катодтың бетіне: катодтың беті неғұрлым қабыршықты болса, қожарылған шоғыр отырған кезде, оның шынайы беті көп

болады, ал тоқтың шынайы қалыңдығы катод бетінің бірлігінен аз, демек, сутегінің кернеуінің ұлғаюы азаяды;

4) Температураға: электролиттің температурасы көтерілетін болса, сутегінің кернеуінің ұлғаюы төмендейді .

5) Электролит құрамына:

а) қышқылы көп электролитте оның электрөткізгіштігі көбейеді сутегінің кернеуінің ұлғаюы төмендейді.

б) Электролитте металл ұшырасса, ол мырышпен бір мезгілде немесе одан бұрын берсе және ондағы сутегінің кернеуінің ұлғаюы мырышқа (цинкке) қарағанда аз болса, катодтағы сутегінің бөлінуін күшейтеді, яғни токқа шығуын азайтады. Мырыштан бұрын бөлінген металл онымен микрогальваникалы бұл түзейді, онда (цинк) мырыш теріс электрлі ретінде анод ролінде ойнап, ертіндіде көшеді, ал катодты ауқымда сутегі бөлінеді.

Мырыш сульфаты ертінділерінде электролиздегенде сутегінің разряды аталған себептен 5-6 % шеңберінде орын алады.

в) Электролитке біраз шекте калойдтар қоссақ (желім, желатин) сутегінің кернеуі ұлғаюы көбейеді.

Бұдан басқа қышқыл ертінді суларында сутегі катионы ертіндіде тек химиялы түрде сумен байланысып, гидрооксоний ионын - $(H_3O)^+$ түзеді. Гидооксоний ионы судың біраз мөлшерімен электростатикалы – $(H_3O)+ nH_2O$ байланысқан. Сондықтан катодта сутегінің бөлінуі бірнеше процестен тұрады:

1) Гидрооксоний ионының катодтық күштік алаңында дегидратацияланауы.

$$(H_3O) + nH_2O \rightarrow (H_3O)^+ + nH_2O$$

2) Гидрооксоний ионының ажырауы және сутегі катионының разряды.

$$(H_3O)^+ \rightarrow H_2O + H^+ + e \rightarrow H_{(ME)}$$

3) Катодтың адсорбіленген бетімен сутегі атомдарын мольдеу

$H + H \rightarrow H_{2(МБ)}$

4) Сутегі молекулаларын десорбілеу, олардың ертіндіге ауысуы, ертінді олармен басып, содан кейін катод бетінен газ тектес сутегі бөлінеді.

Сутегінің кернеуінің ұлғаюы, егер осы стадиялар бірінде жылдамдығы шектелсе, себебі оны өсіру үшін қосымша энергия қажет. Активацияны процестің екінші стадиясында өтеді деп есептейді – онда гидрооксоний иондары ажырайды, сутегінің иондары разрядталады.

9.6.1.2. Ток бойынша (выход) шығымы

Ток бойынша шығуын – электротұнба кезіндегі алынған фактілі мырыштың теория бойынша тиіс мырыш мөлшеріне, проценттік өрнегі.

$$BT(\%) = \frac{P}{aQ}100$$

Бұндағы Р-бөлінген мырыштың мөлшері: Q-электр мөлшері а-сағ; а-электрохимиялық эквивалент, яғни бір ампер – сағатта

$$a = \frac{A}{n*26,8}$$

бөліндігін металл мөлшері, г\а-сағ Фарадей заңы бойынша бір грамм заттың эквивалетін бөлуге 26,8 а-сағ шығындалады, демек бұндағы А-атомдық салмақ, п - металдың валенттілігі.

Мырыш үшін а=65,37/2. 26,8=1,220 г. Ток бойынша шығым әрқашан 100% аз. Бұның себебі катодта негізгі мырыш иондары разрядымен жанама электрохимиялық процестер бір мезгілде өтеді.

$2H^+ + 2e = H_2$

$Fe^{3+} + e = F^{2+}$

Екінші химиялық реакцияларда

$Zn + 1/2O_2 = ZnO$

$ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$

Мырыштың ток бойынша шағымы көптеген факторға тәуелді:

1) Цинк иондарымен сутегінің (қышқылдық) электролиттегі концентрациясына. Электролитте мырыш құрамы төмендеген сайын оның қышқылдығы көтеріліп, оның ВТ-гі төмендейді.

Әсіресе ВТ мырыш құрамы 50-30 г/л төмен концентрацияда күрт құлдырайды. Бұл сутегінің катодта біртіндеп кернеуінің азаюының есебінен, сол сияқты катодтың мырыштың қышқыл электролитте еруінің күшеюі есебінен жүреді. Электролиттің қышқылдығы көтерілген сайын, токтың қалыңдығы көтерілуі тиіс.

2) Токтың катодтық қалыңдығынан: токтың қалыңдығы көтерілсе ВТ өседі, себебі сутегінің кернеуінің ұлғаюы өседі, ал поляризация цинк тұнған кезде шамалы өседі.

3) Электролиттің температурасынан: электролитте температура жоғарылыса ВТ сутегінің кернеулік ұлғаюының төмендігінен құлдырайды, сондықтан электролиттік суытылуы керек.

4) Электролиттер кірмелер мөлшерінен:

темір ток бойынша шығымды төмендетуі салдарынан анодта оның тотығуын Fe^{3+} -ке дейін

$Fe^{2+} - e = Fe^{3+}$

ал катодта – Fe^{2+} дейін суықтырылады

$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$

бұларға энергия шығындалады.

Марганец ВТ-ға темір анологиндай әсер етеді:

анодта $Mn^{2+} - 2e = Mn^{4+}$

$Mn^{2+} - 5e = Mn^{7+}$

Сондықтан анодтық кезінде кеңістікте ертінді кейде боямалы пайда болу есебінен қыздырады:

катодта $Mn^{7+} + 5e = Mn^{2+}$

Мыс тіпті аз құрамда ВТ-ға күрт әсер етеді. Мышьяк, сурьма, күміс және германий кірмелерінде аналогты әрекетеседі. ВТ құлдырауымен бір мезгілде мырыштың тұнба қабаттарында ұсақ тесіктер пайда болады. Бұндай ертіндіден алынған мырыш

қышқылда тез ериді. Кобальт өте күтілмеген кірме: мырыш катоды күрт желіне алынады, ВТ күрт төмендейді де электроэнергиясының шығыны өседі. Кобальттың зиянды әсері Каллоидтармен айтарлықтай дәрежеде төмендейді.

Көрсетілген кірмелердің мырыштың ток шығымына әрекет ету механизімі төмендегілерден тұрады: мыс, мышьяк, сурьма және т.б., катодта разрядталып, мырышпен салыстырғанда сутегінің кернеулік ұлғаюы төмендеген ауқым құрады, сондықтан бұл ауқымдардан мырыштың еруі есебінен сутегі бөлініп, оның ВТ-сін төмендетеді. Бұл қысқақардалынған микрогальваникалы элементтер түзілу себебінен өтеді, оларды мырыш анод, ал металл – кірмесі –катод болып табылады.бұндай элементтің жұмысында анод ериді

$$Zn - 2e = Zn^{2+}$$

ал катодтан сутегі бөлініп шығады.

$$2H^{+} + 2e = H_2$$

5) Катодтық беттің жағдайынан: Катодтық беттің қабыршық, тануы мен дендритті түзілімдерінің өсуі есебінен, катодтың шынайы ток қалыңдығы кемін, сутегінің кернеулік ұлғаюы демек, ток бойынша шығым төмендетуге әкеледі.

Жақсы структуралы (қалың, тегіс) катодтық мырышты алу үшін электроқонымның оптимальді режимін ұстану (токтың қалыңдығы, электролит температурасы және т.б.) талап етіледі, сол сияқты мырыш сутегі иондарының катодтық төңірегі кеңістігіде жеткілікті концентрациясын алу керек. Егер катод төңірегі кеңістігінде сутегі концентрациясы өте аз болса, онда мырыш сульфаты гидролиздеу нәтижесінде мырыштың гидрооксиді түсіп қалып, ол катодтық цинкке қонып, оны қопсытады. Бұл ертіндінің интенсивті циркуляциясымен келтіріледі. Мырыш кристалдарының катод жиектерінің (дендриттүзілімі) өсіп баяулату үшін өткір шеттерін күштік сызықтармен ұйытады, себебі электролиттің кесіндісі электродтар кесіндісінен үлкен болады, катодтарды анодтардан

20-30 мм ұзын, әрі кең жасайды. Мырыштың электротұнбасын жақсарту үшін электролитке әрқашан каллоидтар (200-400 грамм мырыштың бір тоннасына) біраз мөлшерін: ағаш желімі, желатин т.б. қосады. Каллоид катодтық мырыштың кристалды жиегінде адсорбіленіп, оның әрқарай өсуін қиындатады, бұл жаңа кристалдар туындыларының өнуіне атсалысады. Бұл ұсақкристалды структурасы бар тегіс шоғыр түзуге әкеледі. Каллоид сонымен қатар сутегінің кернеулік ұлғаюын арттырады.

Каллоидтың теріс әсері – электролиттің кедергісін жоғарлатады, демек, электролиздеу кезінде ток бойынша жоғары шығым алу үшін, төмендегі жағдайды ұстау керек;

1) Мүмкіндігінше таза электролиттің болуы;

2) Электролитте мырыш концентрациясының жеткілікті жоғарылығы;

3) Электролитте күкірт қышқылы мейлінше аз болуы;

4) Электролитте электроөткізгіштік жоғарылығы;

5) Токтың тығыздығы жоғары;

6) Электролит циркуляциясы жақсы;

7) Электролит температурасы төмен;

8) Мырыштың шоғыры тегіс әрі бірдей.

9.6.1.3. Электролиз кезіндегі кернеу мен энергия шығыны

Кернеу ваннада былайша қосылады:

$$E_B=(E_a-E_k)+E_{эл}+E_{өткіз.}+E_{конт.}+E_{шл}+E_{поляпив}$$

Ваннадағы кернеудің көп. Бөлігі электродтарды коляризациялауды (Д Е-поляриз) ескергенде электродты процестерден –75-77%, -мырыш сульфатының ажырауынан, сосын электролит ($E_{эл}$) кедергілері жеңуден 15-17% анодтың шылмынан ($E_{шл}$) 1-5%, контактілерден 1-2 % тұрады. Ваннадағы кернеулер токтың тығыздығына, температураға және электролиттің қышқылдығынан, лектродтар арасындағы қашықтыққа тәуелді. Токтың тығыздығы мен электродтар

арасындағы қашықтық көбейген сайын ваннадағы кернеулер ұлғаяды және электролиттің қышқылдығы мен температурасы артқанда төмендейді.

Электролиздің теориялық кернеуі 2,45 в (мырыш сульфатының ажырау кернеуі), тәжірибеде –3,3 –3,6 в құрады.

Энергияның шығыны мына формуламен анықталады.

$W = Q*E_в*10^3/P = E_в*10^3/aВТ$, квм-сағ/т

Теориялық шығын 2000кВт-сағ/т айналасын, факті 3000-3400 кВт-сағ/т құрайды. Осыдан мырыш зауыдтарында токтың пайдалы әсер коэфиценті 60-65% құрайды.

Электролиз кезінде энергияның шығыны төмендегілерге тәуелді:

1) токтың тығыздығына- токтың тығыздығы жоғарлаған сайын энергияның шығыны жоғары;

2) Электролиттің қышқылдығына – Электролиттің қышқылдығы көтеріліп белгілі шекке жеткенде (токтың тығыздығына тәуелді) энергияның шығыны төмендейдіде қантадан жоғарылайды. Токтың әр тығыздығы электролиттігі белгілі қышқылдығы сай келеді, онда электр энергиясының шығыны минимальді болады. Энергияның шығыны токтың төмен қалдықтарында азғантай болады, бірақ бұл жағдайда электролит цехінің өнімділігі төмендейді. Сондықтан токтың оптимальді қалдығы мен Электролит қышқылдығын арзан мырыш алуға мүмкіндік беретін көптеген факторларды ескерір таңдайды.

9.6.2. Мырышты электролиттік тәсілмен алудың тәжірибесі

Электролизді жүргізу шарты бойынша электролиттік зауыттарды үш негізгі топқа бөлуге болады.

1) Ток тығыздығы 350-550 $а/м^2$ мен жұмсатылған Электролитте күкірт қышқылы 90-120 г/л-де жұмыс істейтін зауыттар (былайша айтқанда стандартты схемасы осындай);

2) Ток тығыздығы 350-550 $а/м^2$ мен жұмсатылған Электролитте 150-200 г/л күкірт қышқылы мен жұмыс істейтін зауыттар (интенсивтендірілген схема);

3) Ток тығыздығы 1000 а/м^2 мен күкірт қышқылы Электролитте 300 г/л болып жұмыс істейтін зауыттар (Тейнтон әдісі).

Қазіргі уақытта мырыш Электролитті зауыттардың бірінші тобына ток тығыздығымен жұмысалған электролиттің қышқылдығын көтеру жолымен интенсефикация процесінің тенденциясы байқалады. Бұның нәтижесінде бірінші топ зауыттарының арасындағы айырмашылық төмендеген. Жоғарғы тығыздықты топен жұмыс істеу барысында электролиз цехтарының капиталді құрлысына және түсті металдардың электродпен құрауға шығыны қысқарады. Бірақ токтың тығыздығын көтеру электролиттің өзгермейтін құрамында ваннадағы кернеудің өсуіне, катодтық мырыштың структурасының әлсіреуіне, электрэнергиясының көбейюіне әкеледі. Әрбір ток тығыздығына белгілі қышқылдық сай келеді, бұл кезде электроэнергиясының шығыны минимальді. Токтың тығыздығы неғұрлым жоғары болса, бұл минимумға үлкен қышқылдық сай келеді.

Жұмысталған электролиттің қышқылдығын көтеріп, токтың тығыздығын көтеруге мүмкіндік беру, ертіндіні дайындау процесін инсефикациялауға жол ашады, себебі олар өте аз алынады және олардың мырыштық бірлігін бөлуге керекті мөлшері азаяды. Бірақ концентірленген ертінділерді алу олардың дайындалуын күрделендіреді. Ертітіндінің мырышпен байытылуы тұндыру және фильтрациясы операцияларын қиындатады, ертіндіні жылытумен онда кірмелердің жиналуына қатаң бақлау талап етіледі. Ток тығыздығы 550-650 а/м^2 шегіне жұмысталған электролит қышқылдығы 170 г/л жеткенде ертіндіні дайындауды бірінші топтағы зауыттардың стандартты құрал –жабдықтары қолдануымен жүзеге асыруға болады.

Мырыш зауытының дайын продукция бойынша өнімділігі токтың тығыздығымен ток бойынша шығымының көбейтіндісіне ДК*ВТ пропорционалды. Сондықтан мырышты электролиттік тұндырудың интенсификациясы ұядағы токтың тығыздығымен өсуімен астасқан. Бұл кезде назарға катодтық сапасымен электролиз жағдайы тәуелді. Бірақта катодтық токтың тығыздығын көтеру, сол сияқты зауыттың өнімділігін

мырыш өніміне эксплуатациялық шығынының көбеюімен мырыштың бір тоннасын өндірудің аз бағасымен ілесіп жүреді. Экономикалық есеп-айырым бойынша ток қалыңдығы 700-800 а/м^2 құрады. Отандық зауыттар біртіндеп мырыштың электрлі қонымын интенсификациялап, токтың тығыздығын, 550-650 а/м^2 көтеруде.

Электролиздермен өнімділікті • ток бойынша шығымын жоғарлату есебінен де жүргізуге болады. Бұған электролитті кірмелерден мұқият тазарту, электролиттің суыту системасын жақсартумен реверсивті немесе электр тогының үзбелігін қолданумен қол жетеді. Күнделікті жағдайда мырыштың электр қонбасын катод шоғырында өсіру шамасы бойынша және бағыты өзгермейтін тұрақты токпен жүргізіледі. Бұл кезде мырыш катоды мен мырыштың электрлі қонымын шарттаған ертінді арасындағы секіріс потенциалы мырыш электроды теңсалмақты потенциалы мен токтың берілген тығыздығын сай келетін кернеу ұлғаюынан бөлінген мырыштың қосындысына тең.

Электролиздеу жағдайында үзінді токтан периодты түрде қысқа мерзімге ваннаны электр токпен коректеуді сөндіреді. Токты сөндірген кезде мырышты катодпен электролит гальваникалық элемент түзеді, онда мырыш электроды анод болады ал сутегілік электрод – катод болады. Бұл қысқа қордаланған гальваникалық элементтің п.э.к. (э.д.с.) электр тогының ертінді – катод системасында ағуын шарттайды да мырыштың еруі мен сутегінің бөлінуіне ілесіп жүреді. ПЭК алғашқы моментте максималды, егер мырыштың еру тогы нольге жақындаса. Токтың өсуімен п.э.к.(э.д.с.) төмендейді.

Электролиз жағдайында реверсивті токта периодты түрде қысқа мерзімде ваннадағы электродттардың полярлығын ауыстырады. Уақыттың әлде бір бөлігінде (1/30 -1/120) қорғасынды анод-катод есебінде функция алады, ал мырышты катод анодқа айналады. Мырыш аноды мен электролит арасындағы потенциал секірісі бұл кезде тең салмақты мырыштың ертіндідегі берілген құрамымен токтың берілген тығыздығына анодтық кернеу ұлғаюынан еріген мырыштың қосындысына тең. Осылайынша, реверсивті ток жағдайында,

сол сияқты оны үзген жағдайда мырышты катод электрохимиялық еруге периодты түрде түсіп отырады. Себебі бірінші кезекте беттің және дендриттің активті ауқымы ериді де түзілуден өткен кристалдану центрлерінің көбею жағдайы жоғалып, жаңадан кристализация центрлері пайда болады. Нәтижесінде катодты шоғыр ұсақ кристалды структураға айналып, тығыздалып, тегістеледі. Катодта токтың шынайы тығыздығы өседі. Соңғысы сутегінің бөліну кернеуін ұлғайтып, мырыш катодында коррозияны азайтады, нәтижесінде мырыштық ток бойынша шығымы өседі. Екі-алты алмастырып токты қосқан кезде минут ішінде тұрақты токты реверсивті мен ауыстыру мырыштың электр қонымын 20-30% екпіндетеді. Бірақ бұдан электр энергиясын меншікті шығыны айтарлықтай көбейеді (анодтты периодта катодтағы электр энергиясы цинкті отыруына емес, оның еруіне жұмсалады). Реверсивті токта катодтық активациясымен қорғасын анодының анодттық пассивациясы анодттардың коррозиялы бөлінуінің өсуіне әкеледі, бұның салдарынан катодтық шоғырдың қорғасын және басқа кірмелерімен былғануын өсіреді. Электролитпен электродтардың тазалығына ерекше талап қойылуы туындайды. Бұған байланысты мырыштың айнымалы токпен электрлі тұнуына қызығушылық тудырады, онда анодта токсыз пауза периодынды ешқандай электрохимиялық реакция жүрмейді.

Электролизді цехтың негізгі құрал-жабдығы – анодты және катодты ванна, ток өткізгіш шиналар, электролитті беруі мен алып кетуге, оны суытуға арналған жабдықтар. Электролиздеу үшін ваннаны ағаштан немесе темір бетоннан жасайды. Темір бетонды ванналар, ағашқа қарағанда қымбат, жасалуы күрделі. Бірақ токтың аз жоғалуы, қызуға шыдамдылығы, ұзақ мерзімдік қызметі (4-8жыл) оларды құрметке бөлейді. Ваннаның ішкі қабырғасын қаңылтыр қорғасынмен, полиларвинин немесе винипластина тақтайшасымен қаптайды. Алдымен ішкі қабырға бетін, ваннаның түбін битумға қос қабатты руберойтпен желімдейді, содан кейін қалыңдығы 8мм винипластикалы аралығын қояды. Винипластан ваннаның жиегін және ағызу тығындарын жасайды. Винипластикалы футеровканың қорғасыннан ерекшелігі корпуска жабыспайды, бірақ

дайындалуының жұмысты көп қажет ететіндігі (трудоемкость) және қолданыста жарылуы оның қадірін кетіреді. Полихлорвинелмен қаптау өзіне жақсы атақ әперді. Ваннаның сыртын қышқылға шыдамды бояу мен немесе битумен бояйды. Ваннаның корпусын биіктігі 2м діңгектерде жайғасқан темірбетонды рамаларға орнатады. Ванна шыны немесе форфордан жасалған төрт изоляторға тіреледі. Ваннадан ертіндіні алып кету үшін винипластан немесе қорғасыннан жасалған ағызу шүмектері бар. Ваннаның түбінде электролитті авариялы ағызуға және шыламды жууға арналған тесіктер бар. Ванналар цехта каскадты немесе бір деңгейде орналасады. Соңғы жағдайда ертінді әр ваннаға түсіп тұрады да одан астауға жіберіледі, бұл барлық ванналардың бірдей шартпен жұмыс істеуге қамтамасыз етеді, олардың қызметін оңайлатады.

Ваннаның ішкі өлшемі, м: ұзындығы 2,0-3,9; ені 0,7-0,9; тереңдігі 1,0-1,5 болса, 28-32 катод және 29-33 анод орнатады. Катод пен анод қашықтығы 20-30мм.

Анодтарды (41 сур) тазалығы 99,99% қорғасыннан, 1% күмістен беріктігі, электроөткізгіштігі үшін қоспамен құяды (3-4 жыл қызмет етеді) анодтың бетін тегіс немесе рефлеп орындайды. Қалыңдығы 5мм тездеген анод, 8мм қалыңдықты құймалардан екі-үш есе тығыз, ал қызмет мерзімі олардан екі есе көп. Анодты штангілерді мыстың қорғасынды шинасынан жасайды және анодтың тысын сутегімен пісіреді. Анодтың жиектерін ағаштан, престелген шыныдан не винипластан шектемелермен бекітеді. Бұл шектемелер катодтың шетіне тіреліп, электрод тұсын фикстен, қысқа түйісуден сақтандырып, электролиттің шартты циркуляциясын жақсартады.

Катодтарды (42 сур) қалыңдығы 3-4 мм суықтай тезделген аллюминий тақтайшасынан дайындайды. Жиектерінде дендриттүзуін азайту үшін катодтарды 20-30мм анодтардан ұзынырақ, кең жасайды. Катод тақтайшаларын бірұшы мысты контактпен пісірілген немесе бекітілген аллюминий штангасына пісіріп жалғайды.

Ванналарды цех ішінде 20-30 ваннада тізіп, орналастырады. Ванналар қатарында оларға қызмет көрсету үшін өжелдер бар.

Мырыш сульфаты ертіндісін электролиздеу процесінде жүретін токтың есебінен жылудың мол мөлшері бөлінеді джоульдік жылуы (Q=0,024 J^2 Rt). Токтың катодты тығыздығы 600 а/$м^2$, және 1л ертіндіден 100г мырыш отырғанда бөлінген жылу Электролит температурасын 70^0С көтере алады. Сондықтан Электролитті суыту жолында артық жылуды шығару талап етіледі. Мырышпен Электролитті ваннада тысқары (орталықтанған) немесе тура ванналар ішінде суыту оның температурасын шекті шамада ұстап тұруға жол ашады.

Осы уақытта зауыттарда ол 33-38 ^{0}С құрайды. Тура ваннада суыту жылуды үздіксіз шығаруға жол ашады және электролит циркуляциясын 1л ертіндіге 100г мырышты отырғызатындай жылдамдық алады (бір жолғы циркуляция). Орталықтанған суыту электролитті ванна –суытқыш системасында көп қайтара циркуляция жасауды талап етеді. Циркуляциялаудың қайтармасы суыту қондырғысында температураның төмендеумен анықталады.

Суыту иіершіктерін қорғасын немесе аллюминий түтіктерінен дайындайды да ваннаның қысқа ұшына орнатады. Аллюминий иершіктері қорғасындікінен эффектілеу, бірақ электролитті фторид – ионмен хлорид ионнан тазалауды талап етеді.

Иершіктердің сыртынан мырыш сульфаты мен шылауы өссе ал ішінде тұздар ұйысады. Осыған байланысты иершіктерді периодты түрде ваннадан суырып, тазалайды. Иершіктердің шыдамдылығын ұлғайту үшін (аллюминидікі) тәжірибеге катодты қорғаныс әдісін қолданады, ол иершіктерді катодқа жалғастырудан тұрады.

Электролитті орталықтанған суыту кезінде ваакумбулағыш қондырғысын жиі қолданады (43 сур), онда ертінді төмендетілген қысымды суды буландыру есебінен интенсивті суытылады. Булағыштағы сиреқсу буағыны электорторлары есебінен қамтамасыз етіледі. Электордың шүмегіне су буының 750-1000 м/с жылдамдықпен береді.

Бұл кезде булағыштағы газды фазасы жоғалып, конденсаторға апарылады. Ыстық электролит бірінші сатылы булағышта сорылып, онда қолдың қысым 5,3 кПа ұстатылады.

Судың булануының электролит температурасы 34 ^{O}C дейін төмендейді. әрі қарай электролит екінші сатылы булағышқа түседі (қысым қалдығы 4кПа) онда 29°C дейін суытылады. Үшінші сатыда (қысым қалдығы 2,7 кПа) электролит 25°-26°C дейін суытылып, циркуляцияға жіберіледі. Электролитті орталықтанған системада суыту кезінде бүкіл электролиз цехі бір ваннадай жұмыс істейді, процестің барлық параметрлерінің регулировкасы (температура, қышқылдық, ертіндіге мырыш құрамы) бір пультпен жүзеге асырылады. Ванна ішіндегі электролит циркуляциясы ваннаның биіктігі бойынша температураның төмендеуінен, ертіндінің тығыздығының өзгеруіне және газ тәріздес оттегі мен сутегі мен электролиз барысында бөлінуіне бола жүреді.

Катодтардан мырышты сыдыруды тәулігіне бір рет жүргізеді. Ең сапалы шоғырды жақсы катодтардан сыдыру көп. қиыншылыққа соқпайды. Мырышты қырғышпен сыдырудың себебі ертіндіде фторид-ионның ұшырасуы (30 мл/л көп) Аллюминий катодының нормальді жұмыс кезінде аллюминий оксидінің қабаты бар, оған мырыш берік жабыса алмайды. Фтордың иондары оксидтің қабығын ертіндіде мырыш аллюминимен бірігеді. Қиын сыдыруды болдырмас үшін аллюминий матрицаларын ваннаға орнату алдында бірнеше минут жұмсатылған электролитте ұстайды. Сыдыруды жеңілдету үшін ваннаға сурьманың $Sb_2(SO_4)_3$ ерігіш тұзын немесе $RSbC_4H_4O_6*1/2H_2O$ (жүрек айнытатын тас) қосады. Электролиттегі сурьманың концентрациясы 0,2-0,3 мл/л болса, аллюминий матрицасында мырыштың алғашқы моменттік түзілім қабаты матрица қабатына жақынжатқан катодтың мырыштық структуралы кристалдармен матрыңада тығыз қабыспаған қабатын алуға мүмкіндік береді (мырыш катодқа өзінің азғантай жүзімен отырады), сондықтан сурьманы ваннаға мырышты суыру кезінде қосқан жөн.

Сапасы жоғары қорғасын катодтық шоғырын алу үшін электролитке көмір қышқылды стронций (1,0-2,0 кг 1тонна мырышқа) –$SrCO_3$ қосады; катодты мырышты қорғасыны 0,002 –0,004 % болатындай алады.

Мырышты электролиттен алу кезнде ертіндіні ерімейтін электродтарында анодтардан оттегімен сутегі бөлінеді; олар цехтың атмосферасында, өздерімен электормен тамшыларын ілестіріп (су,күкірт қышқылы, күкірт қышқылды мырыш), күкірт қышқылды тұман түзеді. Бұнымен күресу үшін электролитке көпіршік түзетін қосылымдар құяды, олар ваннаны айнасын шыдамды көпіршіктер қабатымен жабады. Көпіршік түзетін қосылымдар ретінде сабынды түбірді (Сапонин, өсімдік заттары) немесе ең арзан лакрикі түбірін (сүттіген) ұсақтаған түрде немес оның экстрактысын бес процентті су ертіндісі түрінде қолданып, ваннаның бетіне теңмөлшерде жайылатын биіктігі 2,5-3,0 см көпіршік қабатын түзеді.

Мырыш қабатын суыру СНГ елдерінде көбіне қолдап жүргізіледі. Катодты цинкті сыдыру операциясын механизациялау шаралары өндірісте кең қолдануын тапқан жоқ. Сыдыру машиналарының бірнеше конструкциялары жасалып, снақтан өтті, оларды мырыш тақтайшасын аллюминий матрицасының айыру пневматикалы, соққы әрекетінен немесе майыстыру күшімен , су ағыны көмегімен, пышақпен немесе матрицаны оған тұнған мырышпен қоса қыздыру арқылы жүзеге асады. Бірақ барлық машиналарда күрделі, жұмыста тұрақсыз және матрицалары жылдам тозатын болып шықты. Соған қарамастан дүниежүзілік тәжірибеде, мысалы Белгияның зауыттарының бәрінде мырышты сыдырудың механикалық мүмкіншілігін тіптен автоматикалық режимде орындауға болатынын көрсетеді. Электролиз 45 анод пен 44 катод сиятын ванналарда, өлшемі әдептегіден (катодтың батырылған ауданы 2,6 $м^2$ құрайды) екі есе көп, токтың тығыздығы 350 $А/м^2$ және шоғырды өсіру уақыты 48 сағат. Катодтарды өңдеу толық автоматтандырылған және төмендегідей операциялардан тұрады: оларды ваннадан суыру, сыдыру машиналарына транспорттау, контактілерін тазалау, катодтарды ванналарға орнату. Барлық аталған операциялар компьютермен басқарады және нормальді жұмыс шарттары қызмет ететін персоналдың араласуын талап етпейді. Мырышты сыдыру операциясында жұмысшы бригада орнына екі адам жұмыс істейді, олардың міндетіне автоматты құрал-жабдықтарды бақлау жатады.

Процестің автоматизациясы катодтардың үлкен өлшемдеріне сай жоғарғы өнімділікті қамтамасыз етеді, ол ауысымда бір адамға 80т цинк құрайды, яғни әдеттегі электролит цехынан 10 есе көп.

Операциялар төмендегідей тізбекпен жүзеге асады. (43 сур). Катодтар ваннадан 1 кран көмегімен суырылады, ол ванна қатарының үстімен жанымен жылжиды. Кран катодтардың бірігуін аттап мысалы, 22 жұп катод

суырады. Суырылған катодтар кранмен 2 транспортерге орнатылады, ол цех бойымен кран жүрісіне перепендикуляр жылжижы. Кран транспортерге сүйемелі 22 катодты сыдыруға түсірген кезде транспортерде ваннаға 22 катод қайтып келе жатады. Себебі катодтарды ваннадан біреуін аттап суырғандықтан, катодтар арасындағы қашықтықтан транспортердің сүйеулерінің арасындағы екі есе көп. Сондықтан сыдыруға жөнелтілетін катодтар транспортермен ваннаға қайтарылған катодтар арасына салына алады. Транспортер содан кейін ваннадағы катодтар аралығына тең қашықтыққа жылжидыда кран сүйемесінің тура астына келеді, ол катодты көтеріп ваннаға дейін транспорттайды, одан алдында ғана басқа катод суырылған болатын, сүйтіп ваннаға жаңа катодты орнатады. Дәл осы келесі ваннада қайталанады, одан кейін транспортер өзіндегі катодтарды сыдыру 7 машиналарына береді. Бөлім ескі сыдыру машиналарының секцияларымен жабдықталған, әрқайсысында екі машинадан бар. Катодтар транспортеден 3 кранмен түсіріліп, 4,5,6 конвейерлерге салынып, секциялардың біреуіндегі сыдыру машиналарына тасымалданады. Әрбір катод сыдыру машиналарының астына келгенде, оның пышақтары катодтың қабырғаларынан аллюминий негізінің оң жақ жоғарғы бұрышынан шоғырды бөледі. Пайда болған кеңістіктен катодты шоғырдан түгелдей бөлетіндей етіп сыналайды. Пышақпен сына машинаға қозғалмайтындай бекітілген. Сыдыру операциясы сыдыру машиналары көтеретін катодтың қозғалысы арқасында пышақ пен сынаға күшпен бағытталып жүргізіледі. Екі ажыратылған мырыш пластиналары шынжырлы транспортерге құлайды, содан кейін автоматты түрде штабельденеді.

Барлық операция автоматты программалы басқарумен, автоматты бақлаумен персоналдың араласуынсыз өтеді. Бұл системаға сай 1 кран катодты транспортерге түсіреді, егер соңғы дұрыс тұста орналасқан жағдайда. Дәл осылай кран транспортерден ваннаға кетіп бара жатқан катодтарды түсірмейді, егер транспортер ваннадағы катодтар арасында тең қашықтықта қозғалмаса. Ұқсас сақтықтықтар 3 кранмен катодтарды сыдыру машиналарына беретін, сыдырудан кейін қайтатын катодтар жұмысындада қарастырылған.

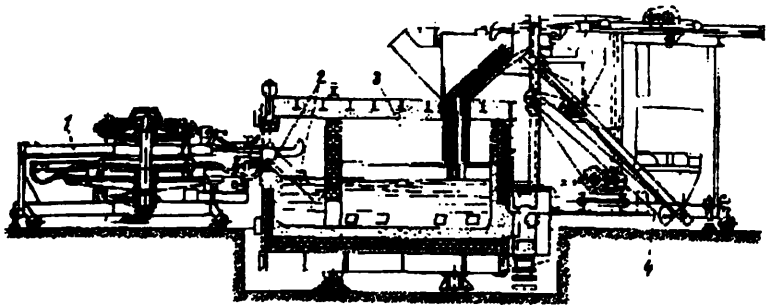
Еңсоңында арнайы сақтықтар сыдыру операциялары мен автоматты штабельдеу транспортировкасында қарастырылған.

Мырыш катодтары үлкен катодтар балқытуға әдейі реконструкцияланған пешке толтырылады. Металл шөмішті машинамен төгіп, құйынды алынады, оларды штабельдеуші штабельге жинайды.

Автоматизацияланған енгізу мен қолмен сыдырудың жоғалуымен катодтарының адамның (физикалық) табиғи мүмкіндіктеріне сай шығатын қажеттігі болмай қалды. Сонымен токтың меншікті жұмсалуымен кернеудің ваннада шығыны әдеттегі цехтағылардан төмен, бұл электр энергияны бірнеше процент шамасында үнемдейді, ваннадағы температураны дәл реттеу мырыш тазалығын 99,99 Ғ алуға жол ашады.

Мырыштың катодты шоғырының басқа металдардан (мысалы, мыс, никель) айырмашылығы мырыш зауыттарының соңғы тауарлы өнімі болып табылмайды. Катодтық тақтайшаларының беті дамытылған беті бар, оларды ауада сақтаған кезде жылдам тотығады. Сондықтан мырышының шығарылуы белгілі массалар мен формадағы түрінде қарастырылған. Катодты мырышты шағылыстыру (ескі әдіс) немесе электр пештерінде (индукциялық, оларда екінші орам болып балқытылған мырыш алынады) 460-500^{0}С температурада флюс – хлорлы аммоний (0,5-0,6%) – мырыштың массасындай) қабаты астында балқытады. Хлорлы аммоний катод тақтайшалары бетіндегі тотықты пердені талқандайды да балқыған металдың түйіршіктерін араласуға жәрдемін тигізеді. Индукциялық пештердің өнімділігі (стандартты сыйымдылығы 20 т) 100-120-дан 350-500/тәулік құрайды. Катодты шоғырдың

массасынан мырыш 0,3-0,4% жетсе дросспен тозаңға катодты мырыштың 2% жуығы айналады. Көптеген зауыттарда бесікті (түйіршікті) шөмішті машиналармен құйып алады. Практикада катод мырышынаның (мырыш құймаларының бетіндегі көбігін алуды ескермегенде) балқымасын бөлуді механизациялау ағынды желі құруға жол ашты. Кекті катодтар мен толтыру – индукциялы пеште - балқыту – құю – штабельдеу – электроқарамен тиею (сур. 44).



Сурет 44 – Катод мырышын балқытуға арналған тізбектелген нобайы. 1 – карусельді құятын машина; 2 – құятын черпак; 3 – индукциялы қыздыратын ошақ ваннасы; 4 – катодтты көтеріп тиейтін қондырғы.

9.6.3 Дросстарды өңдеу

Катодты мырышты балқытьу кезінде, ол тотығады да дросс түрінде жүзіп шығады, олардың шығыны 2-4 % (Электропештерінде 2% шағылыстыру пешінде 3-4%). Мырышты дросстарды күкірт қышқылымен тікелей еріту жөнсіз, себебі бұл кезде ерітіндіге хлоридтер ауысады және оны хлордан тазарту қажет. Дросстарды айналатын, қыздыратын барабанға тиейді. Қыздырған кезде цинктің оксид пердесі хлорлы аммоний әрекетінен талқандалады, бұл металлдардың сұйық бөлшектерінің араласуына ықпал етеді. Бұндай тәсілмен дросстардан 65% шамасында мырыш алынады. Дросстың қатты қалдықтарынан хлорды аластау үшін 700-800^0 С дейін қыздырады. Металлдардың хлоридтері дросстардан сумен еріту кезінде де шығарылады. Металды мырыш бөлшегін ажыратудан

және металдар хлоридтерін аластағаннан кейін дросстар ерітуге жіберіледі.

9.7. Қалыпты технология бойынша мырыш алу процесін жетілдіру

1) Концентраттарды жоғары өнімді (600-800 т концентрат тәуліғне) пештерде күйдіру, қайнау қабатының беріліп ауданы 90 $м^2$ дейін.

2) Концентраттарды қысылған ауамен (650 $м^3/м^2$ сағ.) үріп күйдіру: үрлеуді оттегімен байыту үрдісі және эксплуатация шығынын өсіреді.

3) Жоғары температурада күйдіру қабатта (1150^{0}С) күйіндіде сулфидті күкіртті, мырышта феррит құрамын азайтуға жол ашады, сүйтіп күйіндіде 2-3% мырыштың қышқыл еріткіш құрамын көбейтуге ықпал жасайды.

4) Концентраттарды пултілі пешке толтыру, концентратттың күйдіруге дайындығын оңайлатады, капталды және эксплуатациялық шығындарды төмедетеді.

5) Күйіндіні ерітуге дайындауды, күйдіру мен еріту процестерін байланыстырмай, оңайлату: құрғақ ұсақтауды 0,15 мм ірілікке жеткізеді, ол мырыштың оксидіің еру ұзақтығын кемітеді, зиянды кірмелердің ерітіндіге ауысу мүмкіндігін азайтады.

6) Күйінді үшін қосалқы сыйымдылық жасау, ол күйдіру пештерін ұзақ уақыт тоқтатуға жол ашады.

7) Гидрометаллургиялық жоғарғы сыйымдылықты (250$м^3$), жаңа конструкциялық материалдарды қолдану.

8) Мырыш сульфаты ерітінділерін кірмелерден тұрақты үдіксіз тазарту схемасын енгізумен терең тазарту.

9) Мырыштың механизациялық сыдыруына үлкен өлшемді катодтармен жұмыс жасауға мүмкіндік ашады (бет тұнбалары 2,6-3,2 $м^2$ дейін).

10. Аралық өнімдерді өңдеу

Мырыш алудың технологиялық процесінің жекелеген стадиясында аралық өнімдер түзіледі, оларды арнаулы циклдарда әдейі өңдеуді талап етеді. Аралық өнімдерге мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінде мырыш құрамды кек жатқызылады ол күйіндіні ерітумен алынады, мыс-кадмий кектері мырыш сульфатының ерітіндісін тазартудан алынады. Оларды тиімді өңдеу мырышты шикізаттан ажыратуға көбейтіп қоймай, полиметаллды концентраттардың комплексті қоданuын қамтамасыз етеді.

10.1 Мырыш кектерін өңдеу

Цинк кекетері цинк концентраттарын гидрометаллургиялық өңдеудің соңғы өнімі болып табылады. Олардың шығыны алғашқы құрамына тәуелді. Бай және таза концентраттардан кектің шығыны 20-25 %, ал орташа сапалы концентраттардан алғашқы концентрат массаларының 40-45% құрайды. Мырыш кектерінің құрамы % 19-24 мырыш, 5-12 қорғасын, 0,3-1,3 мыс, 0,1-0,2 кадмий, 23-32 темір, 5-10 күкірт (оның ішінде 1,5-5,0 сульфаты)

Кек өңдеудің барлық белгілі әдістері мынаған бөлінеді:

1) Гидрометаллургиялық – вельцтеу (ең жетілген), электротермия, шахтылы газогенераторлы пеште балқыту;

2) Гидрометаллургиялық – автоклавты еріту, яробит-процесс, гетит-процесс, айналу процесі.

10.1.1. Мырыш кектерін вельцтермен өңдеу

Егер мырыш, қорғасын және олардың қосындыларын (51 сур) буларының жоғарғы серпімділігін пайдалансақ, онда белгілі шарт кезінде процесс жүргізіп, ұшпалы компоненттерді қуып, негізінен мырыш пен қорғасын оксидтерінен тұратын қуындыларын алуға болады, ал қалдықтан мыс пен металлдардан тұратын қуындыларын клинкер алуға болады. Осындай сауықты – дисстялацияланған күйдіру мырыш кектерін өңдеуде тең таралып, вельцтеу деген атаққа ие болады.

Кектерденбасқа, вельцтеумен басқа мырыш құрамды материалдар өңделуі мүмкін оларда мырыш тотыққан күйде кездеседі: раймдау, қорғасынды балқытудың мырыштық шлактары, тотықты қорғасын-мырыш кендері.

Өңделетін матриалдарды (5-10мм) ұсақтан, сауықтырғышпен араластырып, түтікті еңіс пештерге толтырып, онда жоғарғы температурада ұстайды. Пеш айналған кезде шихта сырғып, металл оксидтері көміртегімен түйісіп, сауығады. Пеш горизонтқа $3\text{-}5^0$ еңістелген. Оның ұзындығы 30-45 м, диаметрі 2-3,5м. Пештің іші отқа төзімді кірпішпен (шамот, магнезит) өрілген. Пештің айналу жылдамдығы 1 айналым/минут. Шихтадағы сауықтырғыш саны оның тез балқуына тәуелді және өңдейтін материалдың 30-45% құрайды. Қосымша тамызыққа шихтаның салмағының 5-10% отын жұмсалады. Пештің температурасы шихтаның балқуына тәуелді және балқу иегінде ұсталып, сұйық фаза түземейтіндей қанықтыру түзіліміне ықпал жасайды. $1000\text{-}1500^0$с жетеді.

Мырышты оның оксидтерінен қүғындау процесінің химизмін былайша сайлауға болады:

$$ZnO+C=Zn_{бу}+CO-Q_1;$$
$$2CO+O_2=2CO_2+Q_2;$$
$$2Zn_{бу}+O_2=2ZnO+Q_3.$$

Бірінші реакция шихта ішінде өңдеу барысында, оның мырышпен қорғасын көбіне смитсонит және церуссит түрінде сайланған (мысалы, Қазақстанның Тұрлан кеніші немесе Турцияның Цинкур кеніші, олардың құрамында 20 % мырыш, 2 % қорғасыннан және 13 % кремний оксидінен тұрады) алғашында металлдардың корбанат диссоциясы мынадай реакциямен өтеді.

$$MeCO_3 \leftrightarrow MeO+CO_2Q_4$$

Қорғасын вельцтеу барысында басқа металлдардың сульфидтерімен балқып, штейн түзеді. Реактивті балқу реакцияларынан металлды қорғасын түзілуі мүмкін, сондай-ақ

қорғасын оксиді сауығады. Металлды қорғасын жаман қуылады, әрі штейнмен араласады. Қорғасынның сауығуын төмендету үшін, жұтылатын ауа мөлшерін көбейту керек.

Темір оксидтерден металға дейін сауығады әрі цинк қосындыларымен әрекеттесуге кіріседі.

$$ZnO+Fe=FeO+Zn_{бу}$$
$$ZnS+Fe=FeS+ Zn_{бу}$$

Мыспен асыл металлдар клинкерде қалады. Клинкерді шахтылы немесе шағылыстыру пештерінде балқытып мыспен асыл металлдарды алады. Клинкердегі коксик балқытуға зиянын тигізеді (ұсақ матриал), сондықтан оны бөліп шығару үшін клинкерді байытады, бырақ оны сауықтырушы есебінде пайдалануға және қорғасын мен мыс шикізатын өңдеудің автогендік процесінде орын есебінде қолдануға болады (КИВЦЭТ-ЦС, Ванюков процесі)

Пеште шихта 2-3 сағ болады. Гадар эксгаустермен фильтр арқылы жұтылып алынады, одан металлдардың оксидін ұстайды. Қуындыдан ажыратылғандар құрамы %: мырыш 90-93, қорғасын 91-92, кадлий –93.

Тәжірибеде қолданатын мырыштық кектерді өңдеудің пирометаллургиялық процесінде көптеген айтарлықтай кемшіліктері бар ол тиімділікті төмендетеді:

1) Көп санды бөлістер және және әріқарай өңдеуді талап ететін өнімдер және осымен байланысты мырыштың шығыны;

2) Энергияның жоғарғы шығыны (отын, электрэнергиясы);

3) Комплексті механиациялау мен процессті автоматтандыру қиындығы;

4) Тозаң ұстайтын құрылым қолданылды.

10.1.2 Мырыш кекін автоклавты еріту

Оның қажеті төмендегідей. Нейтральді ерітуден кейін алынған мырыш кекіне жұмысталған мырышты электролитпене пиролизитпен араластыруға кектің салмағының 1-2% алынады. Және қатынасы Ж:Т=5:1, температурасы 200^0С, парциальді

оттегі қысымы $2*10^5$ болуы 1 сағатта автоклавта күкірт қышқылының қалдықты қышқылдығы 65г/л жеткенше ерітеді.

Бұл жағдайда сульфидтер мен кекте ұшырасатын мырыш ферриттері мына реакциялар бойынша бұылады

$$ZnS+H_2SO_4+1/2O_2=ZnSO_4+S+H_2O.$$
$$ZnO*Fe_2O_3+4h_2SO_4= ZnSO_4+Fe_2(SO_4)_3+4H_2O$$

Басқа компоненттердің – мыстың, кадлийдің құлықтары аналогты. Қорғасын ерітудің қалдығында қалады. Ерітіндіге – 94-96% құрайды. Алынған ерітінділерді нейтральді ерітуге, ал қорғасын кекін – қорғасын зауытына жібереді.

Мырыш кектерін өңдеудің автоклавты әдісі каррозияға шыдамды берік аппараттары болғандықтан басқаны тапқан жоқ, дегенмен басқа тәсілдерге қарағанда көптеген артықшылықтары бар.

Мырыштың металлургиясында автоклавты процесстер сульфидті концентраттарды еріту үшінде, оның күйдіруіне қарамай, қолданылуы мүмкін. Мысал үшін капитальді және эксплуатациялық шығыны себептерден бөтен, берілген регионда күкірт қышқылының қажеттілігімен анықталады.

Автоклавта мырыш концентраттарын тотықты күкірт қышқылды ерітудің командалық варианты өндірістік апробация алды. Процесті үдіксіз режимде төрткамералы горизонтальді автоклавта жүргізеді, әр камераның араластырғышы бар. Автоклавқа жұмысталған электролитті 70^0C дейін қыздырып және пульпі концентратымен бірге береді. Автоклавтағы тотықтыру реакциясы жылуының есебінен температураны 145-155^0C ұстайды. Автоклавқа техникалық парциальді оттегі қысымын алу үшін $(0,6-0,7)*10^5$ Па оттегінің жалпы қысым $15*10^5$Па сығады. Ерітіндінің бастапқы қышқылдығы 165 г/л ,сыңғысы 3-25 г/л құрайды. Процесс химизгі жоғарыда жазылғанға ұқсас, мырыш сульфиді күкірт қышқылыменде,сондай-ақ түзілетін темір күкірт қышқылыменде ериді.

Қышқылдың ертіндіде азаюына қарай,оны қорғасынды ярозит формасындағы темірмен (III) тазалау жүргізіледі. Элементарлы күкірт металлдардың сульфидін ылғалдамас үшін және олардың тотықтануына қарсылық жасамас үшін пульпаға беттік-активті заттар беріледі. Осыған бола күкірт пульпада эмульсия түрінде кездеседі, оның үлкен бөлігі келесі вертикальді автоклавта декантациямен бөлінеді де сұйық күйінде шығарылады. Қалған күкірт сосын металлдардың сульфидтер қалдығымен бірге ирозитпен концентраттардың ерімеген қалдықтары флотациямен бөлінеді. Мырыш сульфатының ерітіндісін жұқа гидролитикалы тазартуға мырыштың күйіндімен немесе известьпен нейтрализациялау жолымен жүргізеді.

Бұндай әдіс ерітіндіге мырыштың ажыратылуын 97 % кем емес, кадмийдікін, индий, мыстың да жоғары ажырауын қамтамасыз етеді, сульфидті күкірт тауарлы элементарлы (тазалығы 99,9%) күкіртке 82% ажырайды. Ярозиялы кекке қорғасынның 99%, темірдің 83% және мырыштың 2% ауысады.

10.1.3 Ярозин – үрдісі

Ярозин үрдістермен әртүрлі – гетит-үрдіс және айналу үрдісі-автоклавты әдіс алдында көптеген артықшылықтары бар, әдістің оригинальді, қарапайымдылығы салдарынан нейтральды, қышқыл ерітудің бар схемаларына кіргізіліп, цехтарды реконструкциялауға аздаған капитал салымдарын талап етіп, ерітіндіге пайдалы компаненттердің бірдей ажырауына мүмкіндік жасайды. Осы уақытта оны мырыш электролит ауыттарының 70% жуығы қолданады. Барлық жаңадан салынатын зауыттарда мырыш кектерін өңдеудің гидрометаллургиялық схемасына бағытталған. Бұл әдіс алғаш рет біріне бірі байланыссыз түрде үш елде – Австралия, Норвегия мен Испанияда ойлап табылып, іске асырылған. Бұл процесстің мәні концентрленген күкірт қышқылының бастапқы қышқылдығы 180-200г/л болатын жұмысталған мырыш электролиттің қоспасымен, 90-96^{0}С температурада кекті еріту, ондағы әдеттегі агитаторларда сұйықтың қаттыға 8:1

қатынасында қалдық қышқылдығын 50-70 г/л жеткізуде жатыр. Бұл жағдайда 5 сағ бойына ерітіндіге фериттер мен ішінара металдардың (мырыш, мыс, кадмий) сульфидтері мына реакциямен ауысады.

$MeO*Fe_2O_3+4H_2SO_4=MeSO_4+Fe_2(SO_4)_34H_2O$

$MeS+H_2SO_4+1/2\ O_2=MeSO_4+H_2O+S$

Түзілген үш валентті темірдің сульфаты металдар (мырыш, мыс, кадмий) сульфидтерімен реакцияланып, сульфидтерінің толық еруін өсіреді.

$$MeS+4Fe_2(SO_4)_3+H_2O = 8FeSO_4+MeSO_4+4H_2SO_4$$

Ерітіндіге ажыратудың жоғары температуралы ерітуден кейін құрамы, %: мырыш 93-95, кадлий 96-98, мыстікі 95-95%. Темірдің бұл ерітіндіге 88-91%, мышьяк – 70-80%, сурьманың 20-30% ауысады. Қорғасын қосындылары, кремний қышқылы және күрделі мырыштың аллюминий силикаты, мыс, кадмий ерімей қалады да қорғасын кекіне ауысады. Алтын, күміс, қорғасынның ажырауы бұл кезде 95-96% құрайды да шығынның көзі тек жоғарғы қабаттағы ұйытқыштың ерітуден кейін механикалық алынуы болып табылады.

Содан кейін 85-90^{0}С температурада ярозиттің ажыратуын жүргізеді, онда артық күйінді бөлінген күкірт қышқылын, натрий, калий немесе аммиакпен нейтральдап, жалпы формуласы $AFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ болатын темірді ерімейтін ярозиттер комплексіне байланыстырады. Бұндағы А –К, Na, NH_4 иондары. Ярозиттер жақсы фильтрленетін кристальді формалы үшвалентті темірдің екі негізгі сульфатынан тұрады. Екі валентті темірді тотықтыру үшін ерітіндіні ауамен үрлейді. Ярозиттің тұндыру химизмі төменгі реакциялармен өрнектеледі.

$$4FeSO_4+3/2O_2+H_2O = 2Fe(SO_4)_3+2FeOOH\downarrow$$

$$A_2CO_3+3Fe_2(SO_4)_3+11H_2O= AFe_3(OH)_6(SO_4)_2+5H_2SO_4+CO_2\uparrow$$

$$MeO+H_2SO_4=MeSO_4+H_2O$$

Ярозиттердің тұндырылуы эффектісі температураның K, Na, NH_4 иондары концентрациясының өсуімен көбейеді, таза күкірт қышқылы концентрациясында азаяды. Ярозитті тұндыру кезінде қосылатын реагенттік дозировкасы дәл болуы керек, себебі қосудың стехнометриялы мөлшерінде процеске әсер етпейді, ерітіндіде басы артық иондардың пайда болуына әкеледі, олар әріқарай электролиздеуге теріс әсерін тигізеді. Регенттің жетіспейтіндей мөлшері тұнбаның эффектілікке үлесі зор. Реагентті таңдау тұнбаға әсер етеді, себебі ең аз еритін калий ярозиті болып табылады, бірақ оның бағасы сода немесе аммиакпен салыстырғанда өте жоғары аммиак құрамы жиі қолданады. Ярозит және мырыш кектерінен операциядан кейін алынған (соңғы таза қышқылдың нейтрализациялау қалдығы болғандықтан) құрама (складқа) сарайға жиналады немесе үйіндіге төгіледі, ал ерітінділер негізгі циклға түсіп, темір, мышьяк, сурьма т.б кірмелерден бірлесе таартылады.

10.1.4. Гетит – үрдісі

Бұл әдіс мырыш кектерін ярозит – үрдіс базасында өңдеуге негізделген, Бельгияның екі зауытында қолданыс тапқан. Бұл үрдістің мәні ярозит-үрдіспен бірдей тек темірді тұндыруды ярозит түрінде емес, гетит түрінде жүргізілуімен ерекшеленеді. Бұл үшін күйінді қатар тұндыруға мырыштың сульфидті концентраты – күйіндіні қажетті қышқылдықты ұстауға береді, ал концентрат үшвалентті темірді екі валенттіге ауыстыруға алынады. Содан үрлеу нәтижесінен оның ауамен тотығуын ерімейтін гетитті шоғырға мына реакция бойынша ауыстырады:

$$4Fe_2(SO_4)_3+MeS+4H_2O = MeSO_4+8FeSO_4+4H_2SO_4$$
$$6FeSO_4+ 3/2\ O_2 +H_2O = 2Fe_2 (SO_4)_3 +2FeOOH\downarrow$$

Гетитті шоғырды фильтрлейді де складқа жібереді, ал ерітінділерін темір, мышьяк, сурьмадан бірлестіре тазартады.

10.1.5. Айналу үрдісі

Бұл тәсіл Финляндияның зауыттарының бірінде жасақталып мырышты ажыратуды жоғарылату, сонымен қатар өндірістік шығындарды азайту мақсатында енгізілген. Бұған дейін зауытта әдеттегінше ярозит-процесс технологиясын қолданған. Бұл жаңа схеманың қазіргі – қыздырылған қышқылды операциясы мен ярозитті фильтрация аралық стадиясынсыз тұндыру. Бұл процестің негізгі мәселесі – ерітіндіге мырыш, кадлийді максимальді ауыстыру ал темірді ярозит формасында жоғарғы температурасы еріту циклінде отырғызу. Осыдан айналу процессі темірді бір технологиялық операцияда бір қатты фазадан (ферритті) басқасына ауыстыру (арозитті). Бұл үшін жоғарғы температуралық сілтілеуге K, Na, NH_4 иондарын қосады, яғни темір бір операцияда кектен ерітіндіге, ерітіндіден кекке ауысады. Зауыттың жұмыс практикасының негізінде схема жасақталып, күйіндіде күміс пен қорғасынның құрамы өте төмен болғандықтан, оларды ажырату экономды емес. Мырышты ерітіндіге ажырату жаңа схеманы қолдағанған кезде 22 ден 95,9% дейін ктерілді. 12% темірі бар күйіндіні пайдаланған кезде үйіндінің ярозит кені 1,5% мырыштан қолдану кезінде алынған жақсы көрсеткіштер зауыттың қуатын жылына 90 нан 150 мың тонна мырышқа жеткізуге жоба жасатуға жол ашып, реакторлар көлемін ($1000м^3$) бастапқы жобадағы ярозит схемасын салыстырғана азайтты.

10.1.6. Ярозит – ВНИИЦветмег үрдісі

ВНИИЦветмег мырыш кектерін ярозит – процесс базасында өңдеудің схемадан жасақтан, ұсынды, бірақ шет елдік зауыттарда қолданатын схемадан екі мәнді айырмашылықтары бар.

1) Алдынала күйіндімен немесе вельционисті ерітіндінің 50-55^0C температурада жоғары температуралы еритуден кейін артылғанына нейтрализациялау операциясын жүргізуді және бөлінген үшвалентті темірдің күкірт қышқылы сульфатына гидролиз жасау нәтижесін pH 0,9-1,2 ге жеткізуді қосымша кірістірген. Бұл ярозитті кекті күйінді қоспай отырғыуға мүмкіндік береді, осылайша күйінді қалдығының шығынын

болдырмайды және таза ярозитті кек алып, оны лакбояу өндірісінде пигмент түрінде пайдалануға болады.

Еківалентті темірді толық тотықтандыру үшін "нейтрализация операциясына" пиролюит немесе марганец шыламын қосады, нәтижесінде темірдің терең тұнбасы ерітіндіден "ярозитті тұндыру" операциясына ауысады. Өтетін реакциялардың химизмі үшвалентті темірдің гидролизінен шоғырға қонбайтын негізгі сульфаттар алумен тұжырымдалады

$$Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O = 2Fe\,OHSO_4 + H_2SO_4$$
$$Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O = (Fe(OH)_2)_2\,SO_4 + 2H_2SO_4$$

сондай-ақ темірді тотықтыру мен күкірт қышқылымен нейтрализациялау

$$2Fe_2SO_4 + MnO_2 + 2H_2SO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + Mn\,SO_4 + 2H_2O$$
$$MeO + H_2SO_4 = MeSO_4 + H_2O$$

Ерітіндіні нейтрализациялаудан кейін алынған кекті фильтрлейді және жөнелтеді немесе күйінді нейтрализациялау схемасымен жоғарғы температуралы басты еріту процесіне, немесе қорғасынды кекпен вельонисті нейтрализациялау схемасында араластырады.

2) Екінші айырмашылығы "гидротикалық тазарту" операциясын кіргізіп, темірден, мышьяктен сурьмадан тазартылған нейтральді ерітінділерді алатындай етіп, оларды бірден мысты-кадмийлі тазартуға жіберіп, нейтральді ерітудегі циркуляция жасайтын ерітінділердің көлемін молынан қысқарту болып табылады. Бұл операцияның химизмі ауа оттегімен тотықтырып, еківалентті темірді гетит формасында және үшваленттісін pH=4,6-5-1 болатын гидроксисульфат формасында қондырумен тұжырымдалады. Қалдық қышқылдығын ұстану үшін операцияға күйінді қосады.

$$6FeSO_4 + 3/2\,O_2 + H_2O = 2Fe_2(SO_4)_3 + 2FeOOH\downarrow 2$$
$$Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O = 2FeOHSO_4\downarrow + H_2\,SO_4$$
$$MeO + H_2\,SO_4 = MeSO_4 + H_2O$$

Мырышты кекті өңдеудің жасақталған технологиясы мырыш қарығының өңдеудің стандартты технологиясына жақсы кірігіп, оны бір стадияда ерітуге мүмкіндік береді. Үлгіде көрініп тұрғандай, ерітіндіге кекті еріту кезінде өткен темір ярозит түрінде қонады, дегенмен, ерітіндінің pH неғұрлым жоғары болса, соншалықты көп темір шоғыр түрінде қонады, бірақ соншалықты бұл шоғырды фильтрелу қиынға түседі. Сондықтан ярозит күйінде 90-95%темір мөлшері ерітіндіге қонады, ал қалған темірді гидролитикалы тазартумен мырыш күйіндіден нейтральдау процесінде немесе басқалай операциямен бөліп алады. Ярозитті қондыру үшін тұздардың теориялық шығыны 1т темірге 0,1т келеді, бірақ іс жүзінде оларды аз (0,05-0,08т, темірдің 1т) береді, өйткені ерітіндіде натрий мен калий тұдары бар.

Үшвалентті темір, сульфат-ион мен еріген иондары қондырудан басқа, ярозит типті қосындылар түзілгенде, ерітіндіде бар кірмелердің (мырыш, мыс, кобальт, қорғасын, күміс, мышьяк, германий) қонуы мүмкін. Экспериментальді түрде еківалентті түсті металлдардың соның ішінде мыс мырыштың ярозит ертіндісіне енгізілуіне көмектесетін факторлар анықталған.

Енгізілу дәрежесі әдеттегідей аз, бірақ түсті металлдардың, сілтілік металлдардың сульфаттары мен pH концентрациялары көбеюімен өседі, дейтұрғанмен темір концентрациясының өсуімен азаяды. Еківалентті иондар үшвалентті темірдің ярозит горында орын басуға талпыныс жасайды, зарядтары бойынша қосымша қорғасынмен балансын сақтайды. Экстремальді жағдаймен орнын басқанда ярозит құрамы мен структурасы бойынша биверитке айналады – $PbCuFe_2(SO_4)_2(OH)_6$. Үшвалентті темірдің орнын үшвалентті аллюминий, индиймен галий иондары баса алатыны зерттелген. Үшвалентті индиймен галий иондарынан тұратын ярозиттің аналогы алынған. SeO_4^{2-}, CrO_4^{2-} типтес аниондар сульфат-ионның орнын басқан, бірақ көптеген иондар ярозит типті емес шоғыр түзген. Ярозит структурасына кірмелерді енгізуге әсер ететін басты факторлар

иондық зарядпен мөлшері болып табылады, дегенмен электронды конфигурациясының өз мағынасы бар.

10.2 Мысты кадмий кектерін өңдеу

Мысты – кадмийлі кек өзін күрделі шикізатқа сайлаған, құрамы; %: 2,5-12 кадмий, 35-60 мырыш, 4-17 мыс, 0,05-2,0 темір, мышьяктің (0,05-0,2), сурьма, кремнезем, кобальт, никель, галий, индий-дің аз мөлшері. Негізгі компоненттер (кадмий, мырыш, мыс) кекте металл түрінде, сондай-ақ оксидтен, негізгі тұздар түрінде орналасқан. Кадмийді мысты-кадмийлі кектерден ажырату үшін көп жағдайда гидрометаллургиялық әдісті қолданады. Кектердің құрамына айырмашылығына қарай әрбір кәсіпорында технологиялық схемалар бірқатар өзгешеліктерінен, алынатын өнімдер құрамының әртүрлігімен сипатталады. Бірақта барлық схемалар, кейбір операцияларды есептегенде, бір біріне ұқсас және төмендегідей негізгі операциялардан тұрады: кекті еріту, бір немесе екі кадмий ернегін мырышпен цементациялау, кадмий ернегін еріту, ерітіндіні тазарту, кадмийді

ерітіндіден ерімейтін анодты ванналарда бөліп алу, қайта балқыту мен кадмий катодтарын рафиндеу.

Мысты-кадмийлі кекті ерітуді жұмысталған мырыш электролитімен жүргізеді. Металдардың еруін жылдамдату үшін ерітіндіні 60-85^0 С дейін қыздырады, кейде компоненттерді тотықтыру үшін пирглюзит қосады. Кейде жұмысталған электролитте алдымен мыс кектерінің біршама санын тотықтырғыш қатысуында (пиролюзит; ауа) ерітеді немесе мыс купоросын қосады. Мыс купоросымен таза күкірт қышқылының қатысуымен мырыш ен кадмий кектен активті ериді. Ерітудің ұзақтығы 4-16 сағ. Бірінші кезекте сосын кадмий ериді. Мыс ерітіндіге ауысады, егер мыс пен кадмийді ісжүзінде кектен ажыратса. Алынған мысты кектің құрамы 0,3-1,0 % кадмий, 10-15% мырыш, 30-50% мыс болса, мыс балқытатын зауыттарға жібереді немесе мырышты өндірісте ерітіндідегі мырыш сульфатын хлорид-иондарынан тазартуға пайдаланады.

Кадмий компонентін тұндыруға құрамы г/л тұратын ерітінді алынады: 120-130 мырыш, 8-16 кадмий; 0,3-0,8; 0,05-0,1 кобальт; 0,05-0,1 никель.

Кадмийді еріту кадмий электролитінде үргізіледі, оны кірмелереден тазарту (мырыш тозаңы) 80-90^{0}С температура кезінде, кейде пиролюзит қосады. Кадмий электролиті 80-240 г/л кадмий, 20 г/л мырыш және 3 г/л марганецтен тұрады.

Электролизді ерітіндінің кадмий бойынша тауысу үшін төмен ток тығыздығы кезінде (50-100 А/м^2) 24 сағ бойына жүргізеді, қалдық кадмий жұмысталған электролитте 15-20 г/л болуы керек. Токтың төменгі тығыздығы кадмийдің дендритті шоғыр түзуге ыңғайынан туындайды, оған кадмий кристалын түзумен оның интенсивті келесі өсуінің қиыншылығы апарады. Ток тығыздығы 500 ден 1500 А/м^2, температурасы 20-35^{0}С кезінде электролиттегі құрамы 20-150 г/л кадмий және 10-12 г/л күкірт қышқылы болғанда катодта ірі кристаллді өзі төзілетін ұстақ кадмий шоғыры түзіледі.

Катодтық кадмий немесе брикеттелген кадмий ернегін сумен жуып, кептіреді де балқыту мен рафиндеуге жібереді. Мырыштан рафиндеу үшін сілтімен 430-450^{0}С температура кезінде жүргізіп, оны сілтілі балқымаға ауысуын мына реакция бойынша алады.

$$Zn+2NaOH = Na_2ZnO_2+H_2$$
$$ZnO+2NaOH = Na_2ZnO_2+H_2O$$

Талийден рафиндеу үшін ваннаға хлорлы аммоний қосады:

$$2Tl+6NH_4Cl = 2TlCl_3+6NH_3+3H_2$$

Түзімен хлорлы кадмийді ваннаның бетінен дросс түрінде алады. Никельден рафиндеу үшін металлды аллюминий алып 650-670^{0}С жүргізіледі. Аллюминий-никельді дросстар, 3-4% никель және 90% кадмийден тұрса, алып өңдеуге жібереді, ал никельден тазартылған кадмийді аллюминийден натрдың ащы тұзымен рафиндейді. Соңғы кезде кадмийді рафиндеу үшін электролиттердің вакумды дисстилляциясын қолодана бастады.

60 жылдары Ук СЦК да ерітіндіден кадмийді цементациялау үшін аппарат тапты, ол механикалық араластырғыштың цементация жылдамдығын 300 есе көтерді. Аппарат – центрден теккіш реактор – сепаратор – ЦРС деп аталды, өзін цилиндрлі корпуска сайлаған, оның ішінде сепараттау, дискалары бар ротор айналды. Ротордың айналу жылдамдығы 300 айн/мин. Ерітіндімен мырыш тозаңын аппаратқа түтікшемен береді. Белгілі шеңберлі жылдамдықтың ротор айналымында қатты түйіршіктер центрден теккіш күш әсерімен территорияға лақтырылып, ерітіндімен бірге айналады. Қатты ағзаның ұсақ түйірінің жылдам айналуынан ерітіндіге өтіп жатқан кадлий цементациясы өте жалдам өтеді. Реактордағы сұйық жұмысты трубинканың өрістеген қысымынан сепараттайтын дискалар арасындағы қуысы арқылы езіледі, жұмыр вал арқылы аппараттан шығарылып процесінің келесі стадисына беріледі. Қатты түйіршіктер сепараттайтын құрылымның қуысынан периферияға лақтырылады. Кадмийді цементациялау процесі ЦРС та ерітіндінің сульфатынан мырыш тозаңымен цементеуден, цементтелген кадмийді кондициялық мырыштың кадмиймен байыған ерітіндісіне жеткізуден, ұнтақ кадлийді сумен жуудан тұрады. Барлық операциялар ретінен бір жұмысшы аппаратпен фильтрациясыз жүргізіліп, аппараттан ұнтақ кадмийдің сулы пультісін шығарумен аяқталады.

ЦРС аппаратының негізінде тікағынды жаңа үлгімен кадмий металлмен жасақталып, электролизді аттап, бірінші стадияның ұнтақ цементациясында 99,0-99,5% кадмий алынды, олар төменгі негізгі процестерден тұрады:

1) мысты кадмийлі кекті жұмысталған мырыш электролитінде еріту, байыған кадмий ерітіндісінің бөлінуі және бұл ерітіндіні мыстан (0,5-0,8 мг/л) жұқалап тазарту;

2) кадмий ұнтағының сульфатты ерітіндіден мырыш тозаңымен центрден тепкіш-сепаратор-реакторларда бөлінді;

3) кадмий ұнтағын брикеттеу және брикетті балқытып, жоғарғы маркалы кадмий алу;

4) айналым ерітінділерінен кобальтті тазарту және талий концентратын ЦРС – бөлу.

Мысты кадмийлі технологиялық схемасымен өңдеуге ЦРС-ті қолдану жабдықтың жоғарғы өнімділігімен, тозаңның, басқа да реагенттер мен материалдың аз шығынымен сипатталады еңбектің санаторлы – гигиенкалы жағдайы жоғары. Оны аз құрамды никелі бар мысалы – кадмийлі өңдеу үшін қолданған жөн.

Библиографикалық тізім

1. Лакерник М.М., Пахомова Г.Н. Мырыш пен кадмий металлургиясы – М.: металлургия, 1969. 486с
2. Зайцев В.Я., Маргулис Е.В Қорғасын мен мырыштың металлургиясы - М.: Металлургбаспа, 1985. 262с
3. Лоскутов Ф.М Қорғасын мен мырыштың металлургиясы - М.: Металлургбаспа, 1961. 480с
4. Днев Н.П., Гофман И.П. Қорғасын мен мырыштың металлургиясы - М.: Металлургбаспа, 1961. 406с
5. Шиврин Г.Н. Қорғасын мен мырыштың металлургиясы - М.: Металлургия, 1982. 352с
6. Локерник М.М. Мыс, қорғасын мен мырыштың металлургиясындағы электротермия – М.: Металлургия, 1971. 296 с
7. Ванюков А.В., Зайцев В.Я Пирометаллургиялық процесстер теориясы – М.: Металлургия, 1971. 296 с
8. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Гидрометаллургиялық процесстер теориясы – М.: Металлургия, 1983. 423 с
9. Гудима А.В., Шейн Я.П. Түсті металлдар металлургиясы бойынша қысқаша анықтама – М.: Металлургия, 1975. 535 с
10. Байманов Ю.В., Журик А.И. Гидрометаллургиядағы электролиз – М.: Металлургия, 1978. 335 с
11. Клушин Д.Н., Мызенков Ф.А., Лейзеровия Г.Я. ж.б Түсті металургияда қайнайтын қабат. – М.: Металлургия, 1978. 279 с
12. Снурников А.П. Мырыштың гидрометаллургиясы – М.: Металлургия, 1981. 384 с
13. Хан О.А., Фульман Н.И. Мырышты электрлі қонуындағы жаңалық – М.: Металлургия, 1979. 79 с
14. Левин А.И. Түті металлдар электрохимиясы – М.: Металлургия, 1982. 255 с
15. Сапрыгин А.Ф., Поляков И.П. АПР-дің ГБ темасы бойынша есебі –94-015, 1.3, Өскемен 1994 255 с

16. Такежанов С.Т. Қазақстанның түсті металлургиясы. Алматы,1995.209 с

Мазмұны

Кіріспе қорғасын мазмұны
1. Мырыш өндірісі туралы мағлұмат
2. Мырыштың қолданылуы
3. Мырыштың рудасы мен минералы
4. СНГ-дегі қорғасын-мырыш рудаларының кеніші
5. Мырыштың фиикалы-химиялық қасиеттері
6. Мырышты алудың әдістері
Мырышты алудың пирометаллургиялық әдістері
6.2. Мырышты алудың гидрометаллургиялық әдістері
7. Мырыш концентраттарын күйдіру
7.1 Сульфат түзілімі
7.2 Феррит түзілімі
7.3 Силикат түзілімі
7.4 Концентраттарды кептіру
7.5 Цилиндрлі көптүпті пештерде механикалы тырмалармен күйдіру
7.6 Ілінген күйде күйдіру
7.7 Қайнаған қабатта күйдіру
7.8 Мырыш концентраттарын агломерлейтін күйдіру
7.8.1 Домалақ агломерациялық машина
8. Мырыштың дистилляциясы
8.1 Дистилляциялау кезінде шихта компоненттерінің сипаты
8.2 Мырыш буларын конденсациялау
8.3 Горизонтты ретортта мырыш алу
8.3.1 Пештің күтімі
8.3.2 Ретортпен конденсацияларды жасау. Алонжи
8.4 Мырыштың вертикальді реторттарда алу
8.5 Электр пештеріндегі мырыштың дистилляциясы
8.5.1 Шахтылы электрпештерінен мырыш алу процессі
8.5.2 Рудатермикалы пештерден мырыш алу процессі
8.5.3 Мырыш буларын конденсациялау

8.6 Мырыштың сұйықтық конденсациялы бар шахтылы пештерде балқыту (JSP)
8.7 Мырышты рафиндеу
8.7.1 Ликвациямен рафиндеу
8.7.2 Химиялық рафиндеу
8.7.3 Ректификациямен рафиндеу
8.8 Мырышты дистилляцияның жартылай өнімдерін өңдеу
9. Мырыштың гидроэлектрометаллургиясы
9.1 Мырышты өндірудің стандартты әдісі. Процесстің жалпы схемасы
9.2 Күйінді алынған мырышты күкірт қышқылды ерітіндімен еріту
9.3 Күйінді компоненттерінің еріту кезіндегі сипаты
9.4 Ерітіндіні тазалау мен ерітуге арналған аппаратура
9.5 Мырыш сульфатты ерітіндісін кірмелерден тазарту
9.5.1 Кірмелерді гидролитикалы тұндыру
9.5.2 Ерітінділерді мыспен кадмийден тазарту
9.5.3 Ерітінділерді кобальтпен тазарту
9.5.4. Ерітінділерді хлормен фтордан тазарту
9.5.5. Ерітіндіні жиналған кірмелерден тазарту
9.6 Мырыш сульфаты ерітінділерінің электролизі
9.6. 1Мырыштың катодты тұнбасының теориясы
9.6.1.1 Сутегінің артық кернеуі
9.6.1.2 Ток бойынша шығын
9.6.1.3 Электролиз кезіндегі кернеу және энергия шығыны
9.6.2 Мырышты электролитикалы алудың тәжірибесі
9.6.3 Дросстарды өңдеу
10. Аралық өнімдерді өңдеу
10.1 Мырыш кектерінің өңделуі
10.1.1 Мырыш кектерін вельцеванкемен өңдеу
10.1.2 Мырыш кектерін автоклавты еріту
10.1.3 Ярозит – процес
10.1.4 Гетит – процес
10.1.5 Айналу процесі
10.1.6 Ярозит – ВНИЦЦветмет процесі
10.2 Мысты – кадмийлі кектерді өңдеу

МАЗМҰНЫ

Кіріспе 3
I –Тарау. Қорғасын және мырыш өндірісінің шикізат қорының қазіргі жағдайы 4
1. Өндіріс туралы мағлұмат, қорғасын және мырыштың қолданылуы 4
2. Қорғасын, мырыш минералдары мен кендері 9
3. Түсті металдар кенін байыту 10
4. Кен шығатын жерлер және қорғасын-мырыш кенінің сипаты 12
II-Тарау. Қорғасын шоғырын өңдеу технологиясы 13
1. Қорғасын және оның қосындылары туралы мағлұмат ...13
1.1. Шөктіру балқымасы 15
1.2. Реакциялық балқыма 16
1.3. Горндағы балқыма 17
2. Қорғасын шихтасын және агломерациялау 18
2.1. Өртеудің теориялық негізі 18
2.2. Өртеудің түрлері 27
2.3. Өртенгенде сульфидтердің өзіне тән ерекшеліктері .. 28
2.4. Қорғасын заводтарында шикізаттарды қоймада орналастыру 33
2.5. Шихтаны дайындау 33
2.6. Агломашинаның құрылымы және жұмысы 42
3. Шахт ошағында ығыстыру балқымасы 48
3.1. Шахт ошағындағы толықтыру балқымасының теориялық негізі 50
3.2. Толықтыру балқымасында агломерат құрамындағы компоненттердің өзгеру сипаты 55
3.3. Шахт балқымасының өнімдері 70
4. Агломерациялық өртеу және шахт балқымасының есеп-қисабы 98
4.1. Шикізаттың рационалдық құрамын есептеу 98

4.2. Штейіннің құрамын және шығымын есептеу 101
4.3. Материал қоспасын өзі балқуына тексеру 102
4.4. Керекті мөлшердегі флюсты есептеу 103
4.5. Керекті флюс мөлшерін алгебралық тәсілмен есептеу..... 106
4.6. Айналма агломераттың мөлшерін есептеу 107
4.7. Агломераттың құрамын және шығынын есептеу 109
4.8. Агломашинаның өнімділігін есептеу 110
4.9. Шахт балқымасы кезінде кокс күлін ескере отырып шлак құрамын тексеру 111
4.10. Қорғасынның балқыма өнімдеріне бөлінуі 112
4.11. Шахт ошағына берілетін ауа мөлшерін 100 кг шихтаға есептейміз 113
4.12. Шығатын газдың құрамын және мөлшерін есептеу 115
4.13. Балқыту үрдісінің материалдық балансы 115
4.14. Шахт ошағының негізгі өлшемдерін есептеу 116
4.15. Ауа беру жүйесін есептейміз 116
5. Қара қорғасынды тазалау (рафинирование) 118
5.1. Қорғасынды мыссыздандыру 120
5.2. Қара қорғасынды үздіксіз мыссыздандыру 121
5.3. Қорғасынды жұмсарту 128
5.4. Қорғасынды мырыш пен күмістен тазартуды іске асыру 138
5.5. Қорғасынды мырыштан тазалау 141
5.6. Қорғасынды висмуттан тазалау 147
5.7. Қорғасынды сапалы тазалау 153
5.8. Қорғасынды электролиттік тәсілмен тазалау 155

КОРҒАСЫН МЕТАЛЛУРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ

Курстық және дипломдық жұмыстарды есептеуге арналған әдістемелік нұсқау
2401 мамандығы бойынша оқытатын студенттерге арналған

КІРІСПЕ

Бұл әдістемелік нұсқау «Мырыш металлургиясын есептеу» жұмысына,курстық және дипломдық жұмысты металлургия пәнінен 2402 мамандығында окитын студенттерге арналған.

Студенттердің инженерлік білім және металлургия пенінен теориялық уғымын іске асыруға өте кажет нұсқау. Мұнда непзінен мырыш шоғырларынын емдеу технологиясындағы есеп - кисап берілген. Мырыш шоғырын - өртегендегі рационалдық құрамы, керекті ауа мөлшері оның жылдамдығы, керекті агрегаттың өлшемдері, өнімдегі дайын күйіндіні керекті күкүрт қышқылы қоспалардан тазартудағы реагент мелшер1 есептелш материалдьщ баланс жасалған, сонымен коса тежірибеде көп колданылатын шоғырлардың даралығын, құрамы беріліп, ол студенттерге жеке жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Корытып айтқанда аталмыш нұсқау студенттердң алған білімін жүзеге асыруға көмектеседі,әрі білім тексеруге жол ашылады.

1 АГЛОМЕРАЦИЯЛЫҚ ӨРТЕУ ЖӘНЕ БАЛҚЫМАСЫНЬҢ ЕСЕП-ҚИСАБЫ

Шикі заттың рационалдық құрамын есептеу.

Өнделетін корғасын шоғырының құрамы, %

1-ші кесте

Рь	Zn	Си	Fe	CaO	SiO_2	S	Басқалар	Барлығы
69,17	3,15	1,60	6,18	0,24	0,96	17,70	1,00	100,0

Заводқа гидрометаллургиялық өндістен түсетін қорғасын кектің құрамы, %:

2-ші кесте

Рь	Zn	Си	Fe	CaO	SiO_2	S	Басқалар	Барлығы
29,63	11,25	1,35	4,25	5,75	4,30	14,55	28,92	100,00

Қорғасын балқыту заводтардьң тәжірибесін негізге ала отырып, осындай шикі затты өндейтін құрамды былай етіп қабылдаймыз: 60% шоғыр және 40% корғасын көп.

Нәтижесінде құрамды коспа аламыз.

3-ші кесте

Материал	Компоненттер мазмұны, кг								
	Pb	Zn	Cu	Fe	CaO	SiO_2	S	Бас-қалар	Барлығы
Шоғыр Кек	41,50 11,85	1,88 4,50	0,96 0,54	3,71 1,70	0,14 2,30	0,58 1,72	10,62 5,82	0,61 11,57	60,0 0 40,0 0
Барлығы	53,35	6,38	1,50	5,41	2,44	2,30	16,44	12,18	100, 20

Шоғырдың минералдық құрамын есептеуге былай етіп қабылдаймыз, оғырда метандар мына күйде кездеседі: қорғасын, қорғасын жарқырауғы күйінде, мыс алькопирит күшнде, мырыш, мырыш алдамашы күйшде, тем1р пирит жене пиротин күйінде. Бос жыныстар известняк, кремнезит жеке компоненттер күйінде болады.

Материалды 100 кг коспаға есептейміз.

Күкірт қорғасынмен байланысты:

207,21 кг Pb-32 кг S

41,5 кг — х: х=6,3 кг S

Күкірт мырышпен байланысты:

65,58 кг Zn - 32 кг S

1,88кг-х;х=0,93кг8

Халькопириттегі күкірт:

63,57 кг Cu - 2х32 кг S

0,96 кг -х; х=0,96кгS

Темір халькопиритте мына мөлшерде

63,54 кг Cu - 55,85 кг Fe

0,96 кг - х; х=0,84 кг Fe

Қалған темір мына мөлшерде 3,71 - 0,84=2,87 кг және қалған байланыспаған күкірт мына мөлшерде 10,62-(6,3+0,96+0,93)=2,5 кг, оны пиротин мен пиритке бөлеміз. Күкіртті а-мен белгілейміз. Онда пиротиндегі темір мөлшері (2,87-х) және күкірт (2,5-а) кг.

Стихиометриялық ережеге сәйкес есептеудің теңдеуін құрамыз:

55,85 кг Fe - 2 х 32 кг S

х-а а=64/55685 х; (1)

7х55,85 кг Fe - 8х32 кг S

2,87-х - 2,5-а 2,5-а=(2,87-х)8х32/7х55,85; (2)

Құрылған (1) және (2) теңдеуді бірге шешеміз:

х=1,28 кг темір пиритте, а=1,46 кг күкірт пиритте. Пиротиндығы 2,87-1,28=1,59 кг ТеМір және 2,5-1,46 =1,04 кг күкірт.

Кальций тотығымен байланысты көміртегі газының мөлшері

56 кг CaO - 44 кг CO_2

0,144 кг-х х=0,113кгCO_2

Осындай есептеу тәсілімен қорғасын кегінің рационалдық құрамын есептейміз, онда қорғасын, мыс, кальций және 75% мырыш. Сульфат күйінде, қалған мырыш тотық күйінде, темір қос тотық күйінде, кремнезем аз

болғандықтан бос күйінде деп есептеледі Есептеудің нәтижесін кестеге енгіземіз.

2 ШТЕЙННІҢ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ ШЫҒЫМЫН ЕСЕПТЕУ

Шахт балқымасында мыстың Штейнге өтуін 80% етіп қабылдаймыз, сонда
1,50х0,80=1,20 кг Cu
Бай Штейн аламыз деп бағдарлап, себебі мырышты шихта болғандықтан, Штейннің құрамындағы мысты шартты турде қабылдаймыз, 25% етіп, енді штейннің шығымын есептейміз:
1,2х100/25-4,80 кг Штейн
Әдетте қорғасын балкымасын Штейнде орта есеппен 20% S, шамамен 5% Zn, шамамен 35% Fe. Айырмасы аркылы РЬ мөлшерін есептейміз. Нетижесін кестеге ендіреміз.
1,2х100/25-4,80 кг Штейн

Әдетте қорғасын балкымасын Штейнде орта есеппен 20% S, шамамен 5% Zn, шамамен 35% Fe. Айырмасы аркылы РЬ мөлшерін есептейміз. Нетижесін кестеге ендіреміз.

4-ші кесте

Материалдар қоспасының рационалдық құрамы

	Pb	Zn	Fe	Cu	S	o_2	SiO_2	CaO	co_2	Баска	Барлығы
PbS	41,50	-	-	-	6,40	-	-	-	-	-	47,9
ZnS	-	1,88	-	-	0,93	-	-	-	-	-	2,81
FeS_2	-	-	1,28	-	1,46	-	-	-	-	-	2,74
Fe_7S_8	-	-	1,59	-	1,04	-	-	-	-	-	2,63
$CuFeS_2$	-	-	0,84	0,96	0,96	-	-	-	-	-	2,76
$CaCO_3$	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,11	-	0,25
$ZnSO_4$	-	3,38	-	-	1,69	3,36	-	-	-	-	8,43
ZnO	-	1Д2	-	-	-	0,28	-	-	-	-	1,40
$PbSO_4$	11,85	-	-	-	1,86	3,70	-	-	-	-	17,41
$CuSO_2$	-	-	-	0,54	0,27	0,54	-	-	-	-	1,35
FeO	-	-	1,70	-	-	0,49	-	-	-	-	2,19
SiO_2	-	-	-	-	-	-	2,30	-	-	-	2,30
$CaSO_4$	-	-	-	-	1,30	1,96	-	-	-	-	5,50
Баскалар	-	-	-	-	-	-	-	2,30	-	2,24	2,24
	53,35	6,38				9,83	2,30	2,44	0,11	2,24	100,0

5-ші кесте
Штейннің құрамдағы элементтері

	кг	%
Cu	1,20	25
S	0,96	20
Pb	0,72	15
Zn	0,24	5
Fe	1,68	35
Барлығы	4,80	100

3 МАТЕРИАЛДАР ҚОСПАСЫН ӨЗІ БАЛҚУЫНА ТЕКСЕРУ

Шахт балқыма кезінде қоспа құрамындағы бос жыныс компоненттері шлаққа етеді, олар кремнезем және кальций тотығы. Темір Штейнге өткеннен қалғаны, шаңдағысы ұшқаннан қалғаны (0,32 кг FeO) шлаққа өтеді. Шлаққа мырыштың 80%, мырыш тотығы күйінде өтеді. Барлық шлак құраушылар болады, кг.

4,45 FeO
6,06 ZnO
2,30 SiO_2
2,44 CaO
Барлығы: 15,25

Шлаққа бұдан басқада компоненттер өтетін болғандықтан, негізгі шлак құраушы компоненттерді 80% етіп қабылдаймыз. Олар мыналар:

2,23 FeO
3,18 ZnO
12,1 SiO_2
12,8 CaO
Барлығы: 80,0

Мұндай шлак құрамымен балқыманы жүргізуге болмайды, себебі мырыш тотығы өте көп. Оның есесіне онда темір тотығы өте аз. Ол мырышты еріту үшін қажет. Сондықтан шахтаға флюс қосу керек, ондағы макксат мырыш тотығы мөлшерін азайту нәтижесінде қалыпты жағдайдағы шлак құрамы алу.

4 КЕРЕКТІ МӨЛШЕРДЕГІ ФЛЮСТЫ ЕСЕПТЕУ

Осындай шикізатты өңдейтін зауыттардың тәжірибесіндегі шлак құрамы былай: 31-32% FeO, 24-25% SiO_2, 12-14% CaO, 15% ZnO.
Балқыманы жүргізу үшін шлак құрамын таңдап аламыз, %:

31FeO
25ZnO
14SiO_2
13CaO
Барльғы: 83,0

Шлак құрамындағы мырыш тотығы 13% болу үшін жалпы шлак мөлшері мынадай болуы керек:

6,06х100/13=46,6кг Таңдап алған шлак құрамындағы кремнезем мөлшері

46,6х0,25=11,65кг

Қоспа құрамында 2,3 кг кремнезем болғандықтан флос пен келетін кремнезем мөлшері:

11,65-2,3=9,35 кг SiO_2

Қалдығы кварц құрамы былай: 92,30% SiO_2, 1,65% FeO, 0,70% CaO, 5,35% басқалар. Кварцтың флюстенетін кабілетін анықтаймыз.

25кгSiO_2-3lкгFeO

x - 1,65 кг

x = 1,33 кг

Олай болса бос кремнезем мөлшер! 92,3—1,33=90,97 кг. Керекті кварц мөлшері:

100 кг кварцты бос кремнезем 90,97 кг

x - 9,35 кг

x = 10,3 кг кварц.

Осы кварц мөлшерімен енетін компоненттер:

10,3х0,0165 = 0,17 кг FeO

10,3х0,007 = 0,07 кг CaO

10,3х0,0535 = 0,55 кг басқа компоненттер

Кальций тотығының қандай мөлшері кренеземнен шлактануға кететіндігін анықтаймыз. Тыңдай алған шлагымызда әрбір 25 кг кремнеземға 14 кг кальций тотығы кетеді, ал 11,65 кг кремнеземға х кг CaO, онда х=6,55 кг CaO. Шихтада бұрыннан бар кальций тотығы 2,44+0,07=2,51 кг, олай болса б1зге керекті мөлшер 6,55-2,51=4,04 кг. Флюс ретшде мынадай известняк курамын тандай аламыз: 46,24% CaO, 0,64% FeO, 1,70% SiO_2, 51,42% басқалар. Известняктың флюстенетін қабілетін анықтаймыз:

14 кг CaO - 31 кг FeO

x - 0,64 кг

x=0,29 кг CaO

Бос кальций тотығы 46,24-0,29=45,95кг әрбір 100 кг известнякқа. Шихтаға 4,04 кг кальций тотығын енгізу үшін керекті известняк мөлшері:

100 кг-45,95 кг

x - 4,04 кг

x=8,8 кг

Осы известняк мөлшерімен енетін компоненттер мөлшері:

8,8х0,4624=47 кг CaO

8,8х0,0054=0,05 кг FeO

8,8х0,17=0,15 кг SiO_2

8,8х0,5142=4,52 кг баска компоненттер.

Таңдап алған шлак құрамында керекті темір қос тотығын есептейміз. Шихта құрамында бұрыннан бар 11,65 + 0,15 = 11,80 кг SiO2. Осының шлактануы керек темір кос тотығы.

25 кг SiO_2 - 31 кг FeO

11,80 кг-x

x = 14,65 кг FeO

Темір қос шихтада қазірдің өзінде бар:

Материал қоспасында 426

Кварцты 0,15

Известнякта 0,05

Шихтадағыбарлығы 4,46 Сонымен қосу керек 14,65-4,46 =10,19 кг Қолымызда мынадай темір кенінің құрамы бар:
62% FeO, 0,58% CaO, 5,7% SiO_2, 30,72% басқалар. Темір кенінің флюстенетін кабілетін анықтаймыз:

31 кгFeO – 25кгSiO_2
х-5,7 кг
х=7,06 кг

100 кг темір кенінде бос темір қостотығы 62-7,06=55. Темір кен мөлшері:
100 кг темір кені — 55 кг FeO
х-10,16 кг
х=18,5кг темір кені.
Осы темір кені мөлшерімен шихтаға енетін мынадай компоненттер: 0,11 кг CaO, 1,06 кг SiO_2, 11,50 кг FeO, 5,67 кг басқалар.
Алынған нәтижелер бойынша негізгі шлак құраушылардың кестеге енгіземіз.
6- кесте
Шлактағы негізгі шлакқұраушылардың салмақтық және процеттік мазмуны

Шлакқұрайшылардың келетін көздері	SiO_2	FeO	CaO	ZnO	Барлық шлакқұраушылар	Барлық флюстер
Қорғасыны бар материалдардың қоспасы.	2,30	4,45	2,44	6,06	15,25	-
Темір кенімен	1,06	11,50	0,11	-	12,67	18,6
Известняк	0,15	0,50	4,07	-	4,27	9,3
Кварцпен	9,60	0,17	0,07	-	9,84	10,3
Барлығы: кг %	13,11 25,9	16,17 32,0	6,69 13,2	6606 11,9	42,03 83,00	38,2 -

Кесте 6 көрінетіні есептеудің нәтижесі шлак құрамы абылдаған шлак құрамына жуық екендігін көрсетеді.

Сонымен шихта құрамы мынадай болуы керек

кг %

Қорғасын шоғыры

Қорғасын кегі Кварц

Известняк

Темір кені

Барлығы:
11,65х2,30=9,35 кгSiO_2 6,52х2,44=4,08 кг CaO 14,45х4,45=10,0 кг FeO
Кесте 9 бір-біріне қосып негізгі шлакқұраушылардың мөлшерін есептейміз, олар флюспен енетіндер:
0,923х+0,17у+0,057z=9,35 0,007х+0,4624у+0,0058z=4,08 0,0165х+0,0064у+0,62z= 10,0 Бұл теңдеулер жүйесін шешіп, белгісіз флюс

мөлшерін табамыз:
x=9,72 кг кварц
y=9,19 кг известняк
z= 17,97 кг темір кеш
Алгебралық тәсілмен есептеудегі төмен, бірақ алдын ала есептеуде жеткілікті.

6. АЙНАЛМА АГЛОМЕРАТТЫҢ МӨЛШЕРІН ЕСЕПТЕУ

Есепті 100 кг шихтаға есептейміз агломерация цехына түсетін, ол кесте 7 көрсетілген.

7-ші кесте

РЬ	Си	Fe	Zn	S	SiO_2	CaO	CO_2	O_2
38,6	1Д	10,6	4,6	11,9	9,5	4,8	3,6	9

Аглометраттағы күкірт мөлшері солай есептелген десульфуризация балқыту кезінде 55% етіп кабылдаған. Штейн алу үшін жоғарыда көрсетілген құралға керекті 0,96 кг күкірт (кесте 5(, олай болса агломератта күкірт болуы керек,.
0,96x100/45=2,13 кг Егер агломераттың шығымы 85% болса, ондағы күкірт мөлшері

2,13x100/85=2,5 %

Өртеуге түсетін шихтаның құрамындағы күкірт қайтаруды ескере отырып 8,5% етіп қабылдаймыз. 100 кг өртеуге арналған шихтадағы кайтаратын алгомерат мөлшерін х деп белгілейм1з. Онда қайтарылатын алгомератта күкірт мөлшері 0,025 х кг.
Өртеуге тусетін шихта құрамындағы күкірт

(100-х)*0,1183+0,025х=8,5

Өртеуге түсетін жалпы күкірт мөлшері мына теңдеумен шешіледі
(100-х)*0,1183+0,025х=8,5
Теңдеуді шешкенде х=35 яғни әрбір 65 кг шикі шихтаға 35 кг қайтарта агломерат қосамыз, ол алғашқы шихтаның мынадай мөлшері

35*100/65=54%

Ол барлық шихтаның 35%
Агломераттың өнім шығымы қайтарылғанын ескере отырып 35+65х0,84=89,6%, онда дисульфуризация:
8,5-)89,6хО,025)/8,5* 100=73,2%
Және қайтарма үлес - 39%
Мұндай процент дисульфуризацияны түзу сызықты пісіру машина қамтамасыз ете алады.

7.АГЛОМЕРАТТЫҢ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ ШЫҒЫМЫН ЕСЕПТЕУ
(7-ші кесте бойынша)

Зауыттардың жұмыс тәжірибесін қабылдаймыз, барлық мыс агломератқа мыстың кос тотығы күйінде өтед1. Мырыштың 20% пісіру өнімінде сульфид күйінде, ал 80% тотық күйінде. Агломераттағы барлық күкірт алдын ала есептеу бойынша 2,13 кг, күкірттің 80% сульфид күйінде, ал 2,13х0,80=1,7 кг.

Күкірт сульфаты болады, ал 2,13-1,7=0,43 кг

Барлық күкірт сульфаты қорғасын мен байланысты мөлшері былай:

32кгS-207,21кгPЪ

(1,7-0,45)*0,5-х

х=4,03 кг РЬ

Қанған қорғасын глет күйінде қатысады, оның 1/3-1 кремнеземмен байланысты силикат қосындысында. Сульфидтегі темірмен байланысты

32 кг S - 55,85кг РЪ

(1,7-0,45)*0,5-х

х=1,1кг

темірдің Штейінге өткенінен қалғаны, 50% силикаттағы қос тотық күйінде, 50% агломератты магнитті тотық күйінде. Қалған барлық кремнезем агломератта кальций силикаты күйінде.

Алынған барлық нәтижені кесте 9 енгіземіз.

9-Ш1 кесте

Агломераттың рационалдық құрамы

Химиялық Қосын-Дылар	Pb	Zn	Cu	Fe	S	CaO	SiO_2	O_2	Бас-Қалар	Барлығы
PbO	21,10		-	-		-	-	0.62	-	22,7
$PbSO_4$	2,78	-	-	-	0,43	-	-	0.86	-	4,0

PbS	4,03	-	-	-	0,62	-	-	-	-
PbOS SiO_2	10,50	-	-	-	-	-	3,02	0,81	-
Cu_2O	-	-	1,08	-	-	-	-	0,13	-
ZnO	-	3,67	-	-	-	-	-	0,92	-
ZnS	-	0,92	-	-	0,45	-	-	-	-
$FeOSiO_2$	-	-	-	4,70	-	-	5,03	1,31	-
FeO Fe_2O_3	-	-	-	4,70	-	-	-	1,79	-
FeS	-	-	-	1,10	0,63	-	-	-	-
CaO	-	-	-	-		3,43	-	-	
CaO SiO_2	-	-	-	-		1,37	1,47	-	
Басқалар	-	-	-	-		-	-	-	5,54
Барлығы кг %	38,41 45,5	4,59 5,5	1,08 1,3	10,50 12,5	2,13 2,5	4,8 6,1	9,52 11,3	7,44 8,8	5,54 6,5

8. АГЛОМАШИНАНЬҢ ӨНІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ

Пісіретін машинаньң өнімділігін мына формуламен есептейді:
Q=h*b*g*n*h - қайтару;

Ондағы: h-полет үстіндегі шихтаның қалыңдығы, күкірт аз, қуысы мол шихта үшін кабылданған 250 мм;

b - шихта кабатының ені, ол машинаньң өлшеміне байланысты, қабылдаймыз 2 м;

g - шихтаны төгу салмағы, оны 2,8 $т/м^2$ етіп қабылдаймыз; п - агломашинаньң паллет қозғалысының козғалу жылдамдығы, 0,9 м/мин қабылдаймыз.

h - шихтадан агломерат шығымы, кесте көрсеткіші бойынша 9*h=0,84. Біздің жағдайда кері қайтару мөлшері 39%. Қайтарма агломерат мөлшерінің есептегенде машинаның өнімділігі.

Q=h*b*g*n*h=0,25*2*2,8*0,9*0,896=1,13 т/мин=1627 т/тәулік

Қайтарма агломерат мөлшері Q== 1627*0,39=624 т/тәултне

Агломашина тәулігіне беретін жырынды агломерат мөлшері

$Q=Q_1-Q_2$=1627-634=993т

Агломашинаның сору камерасының ұзындығы 25 м болғанда 993/50=20,0 т/м^2 тәулігіне. Мұндай үлкен өнмділік шихтада күкірт мөлшері көп болса да қаматамасыз етеді.

9 ШАХТ БАЛҚЫМАСЫ КЕЗІНДЕ КОКС КҮЛІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ШЛАК ҚҰРАМЫН ТЕКСЕРУ

Есепті 100 кг агломератқа жүргіземіз. Кокс шығынын шихта салмағының 12% етіп қабылдай (біздщ жағдайда агломераттың салмағынан, оған флюс мөлшерl кіреді). Ол 12 кг болады. Қоолдағы кокстың 13% күл, оньң құрамы: 50% SiO_2, 30% FeO, 10% CaO, 10% $A1_2O_3$.

Шлакқа өтетін күл мөлшері 12х0,13=1,56 кг.

Күлмен бірге келесі компоненттер енеді: 1,56х0,5=0,78 кг SiO_2,

1,56х0,3=0,47 кг FeO, 1,56х0,16=0,25 кг CaO, 1,56х0,1=0,16 кг $A1_2O_3$.

Кесте 9 пайдалана отырып шлакпенен агломерат құрамындағы 1% қорғасын кетеді, 100 кг агломераттан шлакқа өтетін компоненттер мөлшерін анықтаймыз.

Pb	ZnO	FeO	CaO	SiO_2	Басқалар	Барлығы
0,45	5,28	14,32	6,10	11,33	6,54	44,12

Кокстың күлін ескере отырып жасаған шлак құрамы кесте 10 көрсетілген. Алынған шлак құрамын кабылдаған (кесте 7) шлак құрамы мен салыстырсақ, айтарлықтай өзгеріс болмағандығын көреміз, яғни қосымша флюстердің керегі жоқтығын байқаймыз.

10-шы кесте
Соңғы тұрақты
шлак
құрамы,кокс

Шихтаның құрамы	Мазмұны, кг						
	PЬ	ZnO	FeO	CaO	SiO_2	Баскалар	Барлығы
Агломерат	0,45	5,28	14,32	6,10	11,33	6,54	44,12
Кокс күлі	-	-	0,47	0,16	0,78	0,15	1,56
Барлығы:кг	0,45	5,28	14,79	6,26	12,11	6,69	45,68
%	1,0	11,65	32,35	13,75	26,55	14,7	100,00

10 КОРҒАСЫННЫҢ БАЛҚЫМА ӨНІМДЕРІНЕ БӨЛІНУІ

Завод тәжірибесінде сүйене отырып балқыту кезінде пайда болған шаң мөлшері агломерат және кокс салмағының 2%, сонда болады:

(1ОО+12)хО,О2=2,24 кг шаң

Шихта құрамындағы қорғасынның 3% шаңға кетеді

45,5х0,03=1,35 кгРЬ

Күкірттің мөлшері бойынша Штейннің мөлшерін есептейміз

2,13х0,45х100/20=4,80 кг Штейн

Штейіндегі қорғасын мөлшері 4,80х0,15=0,72 кг

Қара қорғасынға өтетіні (шаңға, шлакқа, Штейнге өтетінін шегереміз)

45,5-(1,35+0,72+0,45)=42,90 кг қорғасын

Қара қорғасынның шығымын есептеу үшін, оны 99% қорғасын деп қабылдап, себебі өнделетін шпа зат таза және Штейн алынады. Сонда қара қорғасын алынады

42,90х100/99=43,4 кг

Қорғасынның өнімдерге бөлінуін кесте 11 енгіземіз.

11-mi кесте

Қорғасынның, өнімдерге бөлінуі

Өнімдердің аталуы	Кг	%
Қара қорғасын	42,90	94,22
Штейн	0,72	1,78
Шлак	0,45	1,00
Шаң	1,35	3,00
Барлығы:	45,50	100,00

11 ШАХТ ОШАҒЫНА БЕРІЛЕТІН АҒУА МӨЛШЕРІ 100 КГ ШИХТАҒА ЕСЕПТЕЙМІЗ

Есепті оңайлату үшін кокс құрамына былай етіп қабылдаймыз: 13 % күл, 5% ылғал, 82% көміртегі.
12 кг кокста көміртегі болады 12х0,82=9,84 кг. Ошақтың ішінде толықтыру атмосферасы болу үшін, тек көміртегінің жартысы шығындалады, мына реакция бойынша:
$C+O_2=CO_2$ оған кететін оттегі мөлшері 4,92х32/12=13,12 кг
Қалған көміртегі мына реакция бойынша жанады: $C+1/2O_2=CO$; оған кететін оттегі мөлшері 4,92х16/12=6,56 кг.
Шихта құрамындағы күкірттің 55% жанады 2,52х0,55=1,39 кг. Оның тотығуына мына реакция бойынша $S+O_2=SO_2$ кететін оттегі мөлшері 1,39 кг. Сонымен көміртегі мен күкірттің жануына кететін оттегі мөлшері
13,12+6,56+1,39=21,05 кг.
Көміртегінің бөр бөлігі тотықтарды толықтырған кезде агломераттың ішіндегі бөлінетін оттегімен жанады. Қорғасын тотығын толықтырған кезде бөлінетін оттегімен мөлшері.
42,90х16/207=3,31 кг
Мыстың қос тотығы толықтырғанда 0,13:0,8434=0,15 темірдің магнитті тотығы қос тотыққа дейін толықтырылғанда (1,79-1,31):0,8434=0,57 кг.
Сонымен ауамен енетін оттегі мөлшері
21,05-(3,31+0,15+0,57)=17,02 кг осы оттегімен ошаққа енетін азот мөлшері
17,02х77/23=57,00 кг керекті ауа мөлшері:
17,02+57,0=74,02 кг
немесе көлем мөлшері 74,02:1,293=57,25 $м^3$
Ауа температурасын 20°С етіп қабылдаймыз, сонда: 57,25х(1+1/273х20)=31,43 $м^3$ немесе 5,1 $м^3$, 1 кг кокска. Осы жүзінде 1 кг кокска кететін ауа 7 $м^3$.

12 ШЫҒАТЫН ГАЗДЫҢ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ МӨЛШЕРІН ЕСЕПТЕУ

Шығатын газдың құрамына кіретін көміртегімен күкірт өнімдері азот отының ылғалы және шихтаның ылғалы процент етіп қабылдаймыз. Есептеудің нәтижесін кесте 12 енгіземіз. Шығатын газдың температурасын 150°С деп қабылдап, алынатыны келесі көлем:
72,3(1+1/273х150)=! 12,0 $м^3$

12-ші кесте Шығатын газдың құрамы және шығымы			
Компоненттер	Кг	м³	%
CO_2	4,92+13,12=18,04	18,04х22,4:4,44=9,2	12,7
CO	4,92+6,56=11,48	11,48х22,4:28=9,4	13,0
SO_2	1,39+1,39=2,78	2,78х22,4:64=1,0	1,4
N_2	57,0	57,0х22,4:28=45,7	63,2
H_2O	12х0,05+5=5,60	5,6х22,4:18=7,00	9,7
Барлығы	94,90	72,3	100,0

13БАЛҚЫТУ ҮРДІСІНІҢ МАТЕРИАЛДЫҚ БАЛАНСЫ

13-ші кесте

Балқыма үрдісінің материалдық балансы

Келуі		Шығуы	
Материалдық аталуы	Мөлшері, кг	Материалдық аталуы	Мөлшері, кг
1. Агломерат	100,00	Қара қорғасын	43,40
2. Кокс 3. Ауа	12,00 74,02	Штейн Шлак	4,8 45,58

13-ші кестенің жалғасы

Балқыма үрдісінің материалдық балансы

4.Шихтаның ылғалы	5,00	Шаң	2,24
5.Байланыспай-тын	-	Газдар	94,90
Барлығы	191,02	Барлығы	191,02

14 ШАХТ ОШАҒЫНЫҢ НЕГІЗГІ ӨЛШЕМДЕРН ЕСЕПТЕУ

Ошақтың негізгі өлшемдерін есептеу үшін, оның меншікті балқымасын 50 т/м^2 етіп қабылдаймыз. Тәулік жоба бойынша шихта балқыту 300 т. Ошақтың форма деңгейіидегі ауданды табамыз, олай болса аудан:
300:50=6,0 м^2
ошақтың ені 1,4 м, онда ұзындығын есептейміз:
6,0:1,4=4,3 м

15 АУА БЕРУ ЖҮЙЕСІН ЕСЕПТЕЙМІЗ

Ошақтың тәулік өнімділігін қамтамасыз ету үшін керекті ауа мөлшері: 61,43х3х1000=185290 м^3/24 сағ.

185290/24х60=128,6 м^3/мин«2^3/сек

Ауа құбырындағы ауаның жылдамдығын 10 м/сек етіп қабылдаймыз, сонда ауа құбырының көлденең қимасының ауданы:

S=2,0/10=Q/n=0,2 м^2 Ауа жүретін құбырдың диаметрі

d_1=V0,2х4/7i=0,50 м=500 мм

бұдан ауа фурм жеңдеріне бөлінеді, әрбір жең 1м^3/сек ауа жібереді. Жеңнің диаметрі.

d_2=V0,lх4/7г=0,38 м=380 мм

жеңнің саны кессондағы тесіктер санына тең, ал фурманың санын білу үшін, фурма қатынасын 5-ке тең деп қабылдаймыз:

5х6/100=0х3м^2=3000 см^2

фурма тесігінің диаметрі 110 мм, онда бір фурма тесігінің ауданы

S=3,14xl21/4=95 см^2 Ошақтың фурма саны 3000:95=32

Бір кессонда 3 фурма болғанда, кессонның ені 700 мм. Арасындағы прокладканы ескере отырып ошақтың ұзындығы 4,3 м болғанда, оған 6 кессон орналастыруға болады. Ошактағы фурманың саны 6х3х2=36 оған есептеуден басқа 4 фурма қосамыз, мұны жұмыстан шыққан фурмалар есесіне.

Егер ошақтың өнімділігін 300 т/тәулігіне, шығатын газдың мөлшері 112х3х1000= 336000 м^3/24 сағат

336000/24х3600=3,9 м^3/сек

Егер шығатын газдың жылдамдығы 8 м/сек, газ шығатын қондырғының Қима ауданы:

S=3,9/8=0,49

Газ шығатын құбырдың диаметрі:

D=V0,49*4/3,14=0,60 м=600 мм

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ф. И. Ласкутов, А. А. Цейдлер. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. М., 1943г.
2. Н. В. Гудитов. Технологические расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. М.: Металлургия, 1977 г.
3. Д. А. Диатидовский, Л. М. Шалыгин, А. А. Галымбек, И. А. Южаминов. Расчёты пиропроцессов и печей цветной металлургии. М.: Металлургия, 1981г.
Ф. И. Ласкутов, А. А. Цейдлер. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. М., 1963г.

МАЗМҰНЫ

1. Агломерациялық өртеу және шахт балқымасының есеп қисабы
2. Штейннің құрамын және шығымын есептеу
3. Материалдар қоспасын өзі балқыуна тексеру.
4. Керекті мөлшерде флюсты есептеу
5. Керекті флюс мөлшерін алгебралық тәсілмен есептеу.
6. Айналма агломераттық мөлшерін есептеу.
7. Шахт балқымасы кезінде кокс күлін ескере отырып шлак құрамын тексеру
8. Агломашинаның өнімділігін есептеу
9. Агломераттың құрамысын және шығымын есептеу
10. Қорғасынның балқыма өнімдеріне бөліну
11. Шахт ошағына берілетін ауа мөлшері 100 кг шихтаға есептейміз
12. Шығатын газдың құрамын және мөлшерін есептеу
13. Балқыту үрдісінің материалдық балансы
14. Шахт ошағының негізгі өнімдерін есептеу
15. Ауа беру жүйесін есептеу

Т. Ж. Сламов

МЫРЫШ МЕТАЛЛУРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ

Курстық және дипломдық жұмыстарды есептеуге арналған
әдістемелік нұсқау

2401 мамандығы бойынша оқытатын студенттерге арналған

КІРІСПЕ

Бұл әдістемелік нұсқау «Мырыш металлургиясын есептеу» жұмысына,курстық және дипломдық жұмысты металлургия пәнінен 2402 мамандығында оқитын студенттерге арналған.

Студенттердің инженерлік білім және металлургия пәнінен теориялық ұғымын іске асыруға өте қажет нұсқау. Мұнда негізінен мырыш шоғырларының өңдеу технологиясындағы есеп - кисап берілген. Мырыш шоғырын - өртегендегі рационалдық құрамы, керекті ауа мөлшері оның жылдамдығы, керекті агрегаттың өлшемдері, өнімдегі дайын күйіндіні керекті күкүрт қышқылы қоспалардан тазартудағы реагент мөлшері есептеліп материалдың баланс жасалған, сонымен қоса тәжірибеде көп қолданылатыншоғырлардың даралығын, құрамы беріліп, ол студенттерге жеке жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Қорытып айтқанда аталмыш нұсқау студенттердің алған жүзеге асыруға көмектеседі,әрі білім тексеруге жол ашылады.

1 СУЛЬФИДТЫ МЫРЫШ ШОҒЫРЫН АУАМЕН ӨРТЕУ

Қайнау қабатында өртеу үрдісінің технологиялық нобайын есептеу қажет, өртеу өнімінің құритын "КС" ошағының негізгі өлшемдерінің құрғақ шоғыр бойынша өнімділігі 180 т\ тәулігіне және қосымша жабдықтарды есептеу. Құрғақ, шоғырдың құрамы : 51.0 Zn; 1.5PB; 0.7СЙ; 0.44 Cd; 7.43*Fe; 31.0 S; 1.0 CaO; 0.5 MgO; 3.0 SiO_2 ; 1.1 AlOз; 1.0 және басқалар. Шоғырдың ылғалдылығы 7,0% мырыш шоғыры шығынын, керекті ошағашын есептеу жылыны тың т. өртелген шоғыр алу үшін.

Қайнау қабатына берілетін ауа немесе оттегімен батырылған асулы 30-35%. Күйіндіні ұнтақ күйінде алады, мырыш күйіндісінде жалпы күкірт мөлшерде 2-35%, оның ішінде сульфидті күкірт 0,2-0,5% және сульфидті күкірт 1,8-3,0%, түзілген күкірт газы күкірт қышқылы өндірісіне жіберілген.

2 МЫРЫШ ШОҒЫРЫНЫҢ МИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМЫН ЕСЕПТЕУ

Металдар шоғырда мына күйінде немесе мына қосынды күйінде: сфалерит, галенит, химкопипрт, пирит, пиротин, кадтий, CdS, ZnS. Шоғырдың рационалдық құрамын 100кг шоғырға есептейміз. ZnS мөлшері: 97,4*51/65,4=75,9кг, онда S=24,9Кг PbS мөлшері: 239,2*1,5/207,2 1,73кг, онда S=0,23кт $CuFeS_2$, онда темір 55,8*0,7/63,6=0,61кг, онда S=64*0.7/63.6 =0.7кг, барлығы$CuFeS_2$=0.7+0.61+0.7=2,01кг;

CdS мөлшері 144,4*0,44/112,4 0,57кг, онда S=0,13кг Темірдің пириттегі және пиротиндегі мөлшер1 7,43-0,64 6,82кг, пириттегі және пиротиндегі күкүрт мөлшері 31-(24,9+0,23+0,7+0,13) 5,04кг;

Темірдің пириттегі мөлшері,ап пиротиндегі мөлшері (6,82-п); пириттегі күкірт мөлшері п*64/55,8, пирротиндегі мөлшері (6,82-п)*8*32/(7*55,8)

Sпирит+Sпирротин=п*64/55.8+(6.82-п)*8*32/7*55.8-5.04 Теңдеудің шешіп

пириттің құрамындағы темірді табамыз п= 1,16кг, ал пиротиндегі темір 6,82-1,16=5,66кг. Бұдан пириттегі күкірт мөлшері 1,16*64/55,8=1,33кг, ал пиротиндегі 5,04-1,3=3,71кг.

FeS_2 мөлшері 1,16+1,33 =2,49кг және FeS_2 сәйкес 5,66+3,7=19,37кг

CaCOз мөлшері* /56,1-1,78кг, соның ішінде 0,78кг CCh, MgCO3 мөлшері 0,5*84,3/40,3=1,05кг соның ішінде 0,55кг ССЬ Есептеуінің нәтижесін кестеге ендіреміз. Кесте 1

1-ші кесте

Қосынды	Fe	S	Барлығы
ZnS		24,9	75,9
PbS		0,23	1,73
CuFeS	0,61	0,7	2,01
CdS		0,13	0,57
FeS	1,16	1,33	2,49
FeS	5,66	3,71	9,37
CaCO			1,78
MgCO			1,05
SiO			3,0
A1O			1,1
Басқа			1,0
	7,43	31,0	100,0

3 ӨРТЕЛГЕН МЫРЫШ ШОҒЫРЫНЫҢ ТИІСТІ ҚҰРАМЫН ЕСЕПТЕУ

Мырыш шоғырын қайнау қабатында өртеу сонан соң алынатын өнім: күйінді (огорок) ұнтақ күйінде, өртелген газбен шығатын шың оларды арнайы қондырғыда ұстайды. Қайнау қабатында өртеудің шартына байланысты, ошақтан газбен бірге 50 % дейін соңғы өнімм шығарылады. Күйіндіге қарағанда шаңда күкірт мөлшері көп. Егер күйіндіде сульфатты күкірт 1,0-1,3% және сульфидті күкірт 0,25-0,4% болса, шаңды сульфидті күкірт 3-4% және сульфидті күкірт 0,5-1,0 %. Шаңды көбінесе күйіндімен бірге келесі өңдеуге жібереді. Сондықтан күйіндінің рационалды құрамын анықтағанда күйіндімен шаңның қоспасын бірге анықтаймыз. Тәжірибеден зертхананың анықтауы бойынша мырыш шоғырды тыныш күйде ZnO, $ZnSO_4$, ZnS, ZnO* FeaCb, Pb-50% PbO және 50 % $PbSO_4$ мыс-70% СиО және 10% $CuSO_4$, CuS,CuO* Fe_2O_3, кадмий -60% CdO,10% $CdSO_4$; және 15%CdS, CdO* Fe_2O_3 темlр -90% феррит 6,66% FeO, 3,33% Fe2Cb, магний - $MgSO_4$; кальций - $CuSO_4$; күйіндіде 0,3% Ss; 2,8%Sso_4. Осы қосындылардың массасын анықтаймыз:

Pb мөлшері PbO=1,5*0,50-0,75кг, онда PbO мөлшері 223,2*0,75/207,2=0,81кг оның ішінде 0,66кг Ог және $PbSO_4$ мөлшері 303,2*0,75/207,2=1,10кг; оның ішінде 64*0,75/207,2=0,23кг O_2 және 32*0,75/207,2=0,12кгS

Ары карай белгілі тәсілмен есептейміз, қорғасын массасы (0,75кг) оны кг-атом массасына белеміз, яғни 207,2 сәйтіп атомға тиістісін табамыз, ол (PbSO4) түзілуіне қатысқан, сонан соң оны кг-моль массасына көбейтіп PbS04 (303,2), S

(32,0) және Or (64) олардың массасын анықтаймыз. CuO=79,6*0,7*0,7/63,6=0,61кг. Мұнда 0,7 мыстың мөлшері , CuO түзілуіне қатысқан.

$CuSO_4$ мөлшері 0,7*0,1* 159,6/63,6=0,18кг, 0,07кг O, 0,64кг S CuS мөлшері 0,7*0,1 *95,6/63,6=0,11кг, онда 0,04кг S CuO* Fe_2O_3 мөлшері 0,7*0,1* 191,2/63,6=0,26кг, онда 0,12кг Fe, 0,07кг O_2CdO мөлшері (0,44*0,6/112,4)*128,4=0,3кг, онда 0,04 кг $OCdSO_4$ мөлшері (мольдк массасы) (0,44*0,1/112,4)*208,4=0,07кг, онда 0,01кг OCdS мөлшері (0,44*0,15/112,4)*144,4=0,09кг, 0,02кг SCdO* Fe_2O_3 мөлшері (0,44*0,15/112,4)*288=0,18кг, онда 0,07кг Fe, 0,04кгO;

MgSO4 мөлшері (мольдік массасы) (0,5/40,3)* 120,3=1,5кг, онда 0,4кг S, 0,6кг O_2;

$CaSO_4$ мөлшері (1/56,1)*136,1=2,43кг, онда 0,57кг S және 0,86кг O_2;

$ZnO*Fe_2O3$ мөлшері (мольдік массасы 241,0). Темірдің мөлшері

$ZnO*Fe_2O_3$ 7,43*0,90-(0,12+0,07)=6,5кг, онда 0,12 және 0,07-тем1рдщ массасы мыналарда CuO, Fe_2O3 және $CdO*Fe_2O3$ сәйкес. Есептелген темірдің массасы бойынша перриттің массасын табамыз (6,5/111,6)*65,4=3,81кг

Осы тәсілмен оттегінің мөлшерін есептейміз: 6,5/111,6*65,4=3,73кг.

FeO мөлшері Fe, FeO мөлшері 7,43*0,666=0,49 кг

FeO массасы 71,8*0,49/55,8=0,63кг, онда 0,14кг O_2

Темірдщ Fe_2O3 массасы 7,43*0,333=0,25кг, онда Fe_2O_3 массасы тең 159,6*0,25/111,6=0,36кг,онда 0,11кг O_2

Мырыш қосындысының массасын табу қиындау, себебі Ss және Sso4 күйіндідеп мөлшеріне тәуелді, оның шығыны белгісіз. Берілген тапсырма бойынша теңдеу құрамыз

А. ZnS мөлшері: ZnS, Ss -тегі массасы:

M*0,3 *0,01 -(0,04+0,02)=(0,003 *т-0,06)кг

Мұндағы m-күйінд1 массасы 0,04 және 0,02- Ss- масса CuS және CdS сәйкес. Будан ZnS массасы құрайды 97,4(0,003* т-0,06)/32 , соның ішінде Zn 65,4*(0,003 т-0,06)/32

Б. $ZnSO_4$ мөлшері: ZnSO4-Тегі Sso4 массасы тең

M*2,8*0,01-(0,12+0,04+0,01+0,4+0,57)= (0,028 т-1,14)кг

Мұндағы 0,12; 0,04; 0,01; 0,4 және 0,57 – мұндағы PbSO, $CuSO_4$ CdSO4, MgSO4, және CaS04, Sso4 – мөлшері көрсетілгенге сәйкес.

Бұдан ZnSO4 массасы тең \161,4(0,028^-1,14)/32л соның ı шінде Zn=65,4(0,028M*-1,14)/32; O_2 = 64(0,028м-1,14)/32 назарға. ұсынылады

$ZnSO_4$ массасы алдында түсіндірілген тәсілмен есептеледі, яғни $ZnSO_4$ кг-моль(161,4) ол күкірттің атомдық мөлшеріне көбейтіледі

В. ZnO мөлшері. ZnO-дағы Zn массасын табамыз: 51-<65,4*(0,03*м-0,06)/32+65,4(0,028*м-1,14)/32+3,81>=47,9-65,4(0,031*м-1,2)/32кг

мұндағы 3,81- Zn фериттегі массасы. Енді_мырыштың_массасы_ аркылы ZnO массасын табамыз. Ол 81/65,4<47.10-65.4/32*м-1.2)>

Алынғанның, негізімен шоғырдың, құрамы бойынша теңдеу құрамыз. *

»M=0,81+1,10+0,61+0,18+0,11+0,26+0,30+0,07+0,09+0,18+1,5+2,43+

+14,04+0,63+0,36+97,4/32· (0,003м-0,06)+161/2*(0,028*м-1,14)+

+81,4/65,4*(47,19-65,4/32)*(0,031*м-1,2)+3,0+1,1+1,0=27,37+0,00912 м-0,1824+0,14112*м-5,7456+1,24*[47,19-2,04*(0,031м-1,2)]

Тендеуді шешіп өртелген мырыш шоғырының массасын табамызVм= 90,06 кг; немесе оның шығыны 90,06%

Ары қарай ZnS мөлшерін анықтаймыз" 0,64кг, соның ішінде 0,43кг Zn және 0,21 кг S; ZnSO4 мөлшері 0,96кг соның ішінде 2,82кг Zn, 1,38кг S, 2,76кг O_2; ZnO мөлшері 54,69кг, соның ішінде 43,94кг Zn, 10,75кг Oг .

Өртелген мырыш шоғырының іншінде сульфатты күкірт 1,38+0,12+0,04+0,01+0,40+0,57=2,52кг, ал сульфидті күкірт 0,21+0,04+0,02=0,27кг. Мұндағы газдағы күкірт мөлшері (2,52+0,27)=28,2щг. Өртеу кезіндегі десульфуризация (28,21/31)* 100=91,0%. Есептеудің нәтижесін кестеге енгіземіз.

Ерігіш мырыштың (Zn мына түрде ZnO, ZnSO4) өртелген мырыш шоғырындағы жалпы мырышқа қатынасы-/(43,94+2,82)/51*100 = 91,7%. Бұл есептеуде күйінді компоненттері жоғалуы ескерілмеген. Тәжірибенің көрсетуі бойынша жоғалуы %; Zn=0,7-1,1; Pb=1,1-1,3; Cd=1,3-1,6; Cu=0,7-1,1; S=2-3; өртелген өнімді қалады 5,5 -6,5% ішкі зат құрамынан есептегенде

2-ші кесте

Өртелген мырыш шоғырының рационалдық құрамы

Қосындылар	SO_4			S	O_2		Барлығы	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
ZnO					10,75	11,94	54,69	60,73
$ZnSO_4$	1,37				2,76	3,06	6,96	7,72
ZnS			21	0,23			0,64	0,71
$ZnO*Fe_2O_3$					3,73			15,59
PbO					0,66	0,07	0,81	0,90

2-ші кестенің жалғасы

Өртелген мырыш шоғырының рационалдық құрамы

$PbSO_4$	0,12	0,13			0,23	0,26		1,22
CuO					0,12	0,13	0,64	0,68
$CuSO_4$	0,04	0,04					_JU8__,	0Д0
CuS			0,04	0,04			0,11	0,12
$CuO*Fe_2O3$						0,08	0,26	0,29
CdO						0,04	0,30	0,33
$CdSO_4$	0,01	0,01				0,02	0,07	0,08
CdS			0,02		i i		0,09	0,10
$CdO* Fe_2O_3$					0,04	0,04	0,18	0,20
FeO					0,14	0,16	__A63__J	0,70
Fe_2O_3	____				0,11	0,12	0,36	0,40
$MgSO_4$	0,40				0,6	0,67	1,5	1,67
CaSO4	0,57	0,64			0,86	0,95	2,43	2,70
SiO_2							3,0	3,33
AЬOз							1,1	1,22
							1,0	1,11
Қосындысы'	2,52	2,8	0,27	J^30_	19,60	21,76	90,06	100,00

4 АУА ШЫҒЫНЫН ЕСЕПТЕУ

Берілген әрі орындалған технологиялық есептеудің нәтижесі бойынша ауа шығынын анықтаймыз.Керекті шоғырдың тотығуына 100кг құрғақ, сульфидті мырыш шоғырын өртеуге, 2 кесте бойынша, ауадан

19,6кг O_2 болады. Себебі,SO_3 өртелген газ мөлшері шамамен

(0,1-0,3%)барлық күкірт (28,21кг) өртелген газда мына күйде SO_2, оның мөлшері 28,21+28,21 =56,42кг.

Теориялық керекті оттегінің мөлшерін 100кг құрғақ шоғырға шаққанде 2 кесте бойынша 19,6+28,21=47,81кг (33,47м3). Онымен түсетін азот мөлшері 47,81*77/23=160,06кг, (128,05м3). Теориялық керекті ауа мөлшері мынаны құрайды: 47.81+160.06=207.87кг(161.52м3) Өртелген газда SO_2 мөлшері 56,42кг (19,75м3) . Шоғырмен енетін судың H_2O мөлшері

(H_2 O)иг=100/0,93-100=7,53кг (9,37м)

Барлық енетін ауаның ылғалдылығы 62/м3 ауамен енетін H_2O мөлшері: (H_2O)а=161,52*6/1000=0,97кг(1,21м3)

Барлық енетін судың мөлшері: 7,53+0,97=8,5кг немесе

9,37+1,2 =10,58м3;

Карбонаттың ыдырауынан пайда болған CO_2 мөлшерін есептейміз.

Іс __жүзінде керекті ауа мөлшерін анықтау үшін артық ауа коэффициентін пайдаланамыз. Тәжірибеде мына мөлшерде1,15-1,35.

Бұдан өртеу кезінде тиімді шартты ұстау үшін, өртелген газда қалған оттегі мөлшері 4-5% болу керек.
Есептеуге кабылдайтынымыз.КС ошағынан шығыр кезде өртелген газда O_2 4,2%.Теңдеу құрамыз
0,21*Р*100/(128,05+10,75+9,87+1,21+0,0075Р+Р)=4,2% Мұндағы Р-артық үру мөлшері
0,21Р-өртелген газдағы оттегінің артықтығы
1,28,05- теориялық қажетті ауаны бергенде өртелген газдағы "азот мөлшері
19,75- өртелген газдағы SO_2
9,37- шоғырмен енетін су мөлшері $H_2O_ш$
1,21 — теория бойынша берілетін ауадағы су мөлшері
6 Р <1000*22,4/18=0,0075Р – артық берілетін ауадағы су H_2O мөлшері
Теңдеуді шешіп табатынымыз Р=39,67м3. Сонымен а=(161,52+39,67)/161,52=1,25
Осы есептегендерден, іс жүзінде керекті ауа мөлшері мен құрамын анықтаймыз.
Ауа шығыны (үруге беретін) 207,87* 1,25=259,84кг немесе161,52*1,25=201,9м3.Үрілетін ауадағы оттегі 47,81*1,25=59,7кг, немесе 1,21* 1,25=1,51м3 .1кг құрғак шоғырдағы меншікті ауа шығыны

201,9/107,53=1,876м^3*(1м. 1876м^3)

ӨРТЕЛГЕН ГАЗДЫҢ МӨЛШЕРІ МЕН ҚҰРАМЫН ЕСЕПТЕУ(КС ОШАҒЫНЫҢ ШЫҒАТЫН ЖЕРІНДЕ)

Б9дан өртелген газдағы оттегі мөлшері 59,76-47,81=11,95кг. немесе 41 84-33 47=8 37м3;
Шоғырдағы, газдағы және ауадағы су H_2O мөлшері : 7,53+1,21=8,74кг, немесе 9,37+1,51=10,88м3:
Жасалған есептеудің негізінде өртелген газдың құрамын, шығымын 100кг құрғак;, 107,53кг ылғалды мырыш шоғырын (ошақтан шығар кезде) кестеге енгіземіз.

5.1 ҚАЙНАУ ҚАБАТЫНДА ӨРТЕЙТІН ОШАҚТЫ ЕСЕПТЕУ НЕГІЗДЕРІ

Төменде негізгі берілгендері көрсетілген, олар КС ошағын есептеуге пайдаланылады, мырыш шоғырын өртегенде бір нәрсені ескеру керек. Ошақ ішіндегі қайнау қабатындағы материал өзінің құрамы бойынша шоғырға емес,күйіндіге сәйкес келеді.
Ауа қысымын анықтау. Қайнау процесі мынадай жағдайда өтеді, ол кезде күйінді астындағы ауа қысымы кабат қысымынан бірнеше есе асып түседі:

/Р=Не*γ10=Нк*(γо-γ)*(1-Е);
Мундағы/Р- қ;абат астындағы артық ауа қысымы
Не-тыныш жатқан немесе сузілетін қабат биіктігі

γ10 – төгілетін күйінді массасы

қайнау кабатының биіктігі, м;

γ- күйінді тығыздығы (4,7-4,9м/м3)

γ газдың тығыздығы (0,35кг/м3) мұны есептемеседе болады

Е -қайнау кабатындағы бөлшектердің ара қашықтығы (0,7-0,75), қабат болғанда, Е =0,5-0,6 Бұдан,Нк=1.2-1,5Нс

Бұл келтірілген теңдеу негізгі сұйықтанудың заңдылығы (псевдожижения). Қайнаудың басталуы_мүмкін Нк 30/50мл.Бірақ өндірістік ошақтың тұрақты жұмыс істеуі шарт бойынша жеткілікті жылу және гидравликалық инерцияның әсерімен Нк — 0,8/1,8м; ұсынуға болады Нк =1,4/1,1м; онда күйіндідегі шихта мөлшерl (75%) және шоғыр (25%) , табанының 1м^2 жіберуге, қайнау қабатының биіктігі 1,3м, үру коэффициенті, 1,5 .(қатынас Нк:Нс) болады.(3/1,5)*1,8=0,871,8=1,6 шт немесе Р=1600 кг/мм 2 немесе 0,16 шт (1600 мм су бағанасы), ал тек күйінді болғанда және Нк1,1*АР=0,72*2,0=1475мм. Сойладағы қысымның, жоғалу (табанындағы) былай өзгереді.150-400 мм

SO_2	56.42	19.75	9.92
O_2	11.95	8.37	4.20
N_2	200.08	160.06	80.41
H_2O	8.47	10.88	5.47
БАРЛЫҒЫ	277,19	199,06	100,00
SO_2	56.42	19.75	9.92
O_2	11.95	8.37	4.20
N_2	200.08	160.06	80.41
H_2O	8.47	10.88	5.47
БАРЛЫҒЫ	277,19	199,06	100,00

субағанасының,оның өзінің құрылымына және тозықтығына байланысты. Егер сойлада екі қабат решетка болса, ең жоғарғы мөлшерін қабылдау керек. Ауа құбырында толық артық қысым жоғалуы 20% болғанда. Ауа_шығынын анықтау. ондағы қысым (1600+400)* 1,2=2400 мм су бағанысымен немесе 0,24кг.Іс жүзінде күйген сойлада қысым 0,3 ат артады қабаттың биіктігі 1,2 м болғанда. 1тетіөтетін ауа тәжірибесінен алынады. ол мынаған негізделген: үрілетін ауаның жылдамдығы 10-14см/с. Бұдан ауа шығыны табанының 1м^2 6,0-8,4м^3 мин немесе шамамен 360-504м^3/(м^{2}с) мүмкін айтарлықтай үлкен_меншікті ауа шығыны (625-800м3/(м2с) бақылау есептеуді теория жағынан негіздеу әдетте үру тәртібін 3 сатыдан өткізуді ұсынады:,1) Күйіндінің гранометрлік құрамын (қайнау кабатындағы) анықтау мен эквивалентті диаметрін есептеу мына формуламен өрнектеледі.

da=l/Σ(a/d)

мұндағы а~материалдың ситевой анализ бойынша

мөлшерid-берілген мөлшердің орташа өлшемі

da - күйдіргенде үлкейтуді ескере отырып және мына интервалды 0,15-0,25мм

Осы формуланы қолдану мысалы..

Мм	-1,5+1,3	+0,54	+0,425	+0,29	+0,173	+0,1	0
Мөл-шері	0,122	0,07	0,014	0,039	0,149	0,448	0,164

с бойынша бөлшектің орта өлшемін есептейміз, мм

класс1 (1,5+1,3)/2=1,4;

класс 2. (1,3+0,54)/2=0,92

Класс3(0,54+0,425)/2=049;

класс 4. (0,425+0,49)/2=0,36;
класс.5(0,29+0,173)/2=0,23;
класс 6. (0,173+0,1)/2=0,14;
класс7(0,1+0,05)/2=0,08
d=1/(0,122/1,4+0,07/0,92+0,014/0,49+0,039/0,36+0,148/0,23+
+0,448/0,14+0,164/0,08)=0,16 мм;

2) Қайнаудың бастапқы және жұмыс істейтін жылдамдығын соны анықтау.(бірінші критический жылдамдық)
Суық және ыстық ауа үшін(ошақты жұмыска енгізуге)
Vk=dэγa/(1400v+1.62*√dэγг*γa)

Мұндағы Ya —күйіндінің тығыздығы, орта есеппен>/мынаған тең 4800кг/м^3
Y2-ayaHbi4 (газдың) тығыздығы 2/см^3; с^
М -газдың қоюлығы кг*с/м^3 dэ=0.2 мм және суық ауа үшін
табатынымыз (М= 1,88*10-6);
Vк=(2* 10-4)*4800/(1400* 1,88* 10-6+1,62*V(2* 10-4)* 1,31*4800=7см/с;
Жай қайнаудан қайсытып (ошработажный) қайнаудағы жұмыс жылдамдығын былай етіп қабылдаймыз 2-3 Vk,яғни 12-20(см/с). Бұл зауыт тәжірибесіне сәйкес келеді. Біздің мысалымызда V=13,3см/с
Ыстық ауа үшін қайтарылған ауыстырып және γ2, табатынымыз
(М=4,9* 10-6)
Vк=2*10-$_4$)*4800/(1400*10-6+1,62*V(2*10-$_4$)
4)2**0,31*4800=3см/сТәжірибеде жұмыс жылдамдығы мына температурада 930-960^С, көтерілетіні 40-50см/с,, яғни ол жай кайнаудың жылдамдығынан 13-16 есе артық. Сондықтан бөлшектердің орын ауысуы жоғарылайды, ал қабат шихтамен екі есе ісінеді (Н=2Нс); Күйіндінің сыртқа шығуын_анықтау_(шаң мөлшері)_ Ол үшін алдын-ала бөлшектің шығу жылдамдығын анықтау керек, (екінші (критический) жылдамдық)
V$_y$=dэ2*Ya/(18м+0,193*√d'2Yг*Ya)
Жоғарғыдағы белгілі мөлшерлерді теңдеуге қойғанда табатынымызV$_y$= 1,9м/с,

яғни теория жағынан ауа беруді 4-5 есеге көбейтуге болады.
Қабаттың тұрақтылық интервалы немесе шығатын бөлшектің жылдамдық қатынасы және қайнаудың алғашқы сәті біздің жағдайда жететіні1,9/0,03=63ал тәжірибеде псевдосұйық (псевдожижёние) тёк 16 ғана шоғырды қырландырғанда үру жылдамдығын 3-4есе арттыруға болады. Мұндай тәсілді дистиляция зауыттарында қолданады,гидрометаллургияда әзірге қолданбайды.Бөлшектің өлшемі dэ тең/0,1мм; сыртқа шығатын шаң мөлшері 30% жуық. Бұл есептеу – ошақ ішіндегі шоғыр қабатының үстіңгі жағын кеңейтуге көмектеседі. Шындығында температура 1150С көтерілгенде бөлшектердің үлкейетіндігі байқалады,+0,2мм бұл 100%-ке жетеді (немесе d1э=0,4-0,5мм көтеріледі) - бұл пісірілудің нәтижесі. Күйінді бөлшегі үлкейгеннен кейін ауаның жылдамдығын арттыруға болады.
Мысалы: ауа жылдамдығын 2рет (20-24см/с) арттырсақ, ошақтың өнімділігі де екі рет артады.сонда 13-15т/м^{2}тәулігіне. Мұндай жағдайда ауаның шығыны 800-900м^3 м^2|*сағ

Ауа шығыны және ошақтың өнімділігі.Ауа' шығыны (теория бойынша) 1кг шоғырдың ондағы сульфидтердің толық тотыққа айналғандағы шығыны 1,5-1,8м^3, орта есеппен^ 1,65м^3 коэффициент α мынаған тең 1,1-1,3, орта есеппен 1,1 кететін ауа шығынын есептеуге мына теңдеу ұсынылады.
Ро=(Zn%/4+Fe%/2.3+1.05%S)*0.033м^3;
Ошақтың меншікті өнімділігі (А) құрайды 1440 Ром /1650м (см^2*тәулігіне). Мұндағы Ром - ауа шығыны (м^3) 1 м^2 табанынан есептегенде минутынан. Орта есеппен а=1,2 болғанда құрайды 1440*7,2/1000*1,65*1,2=5,25 т/(м2 * тәулігіне) , құрғақ шоғыр үшін 6т/(м^2*тәулігіне) ылғалды шоғырға. Ошақтың меншікті өнімділігіне және жоба бойынша цехтың өнімділігі арқылы керекті өртейтін ошақтың табанын есептейді. Біздің жағдайда меншікті ауа шығыны құрғақ шоғыр үшін 2019м3/т, берілетін ауа 7,99м^3(мин*м2), ошақтың меншікті өнімділігі 7,99*24*60/2019=5,7т/(м2*тәулігіне), ылғалды шоғырға 16,13т/(м^3*тәулігіне). Бұдан ошақтың табанындағы ауадан 180/5,7=31,6м^2 ұсынылатыны екі ошақ, соңғы кезде ошақтың өнімділігін арттыруменайналысады 300-600т/тәулігіне. Тәжірибеде отандық және шетелдік өндірістерде екі камералы цилиндр тәрізді ошақты пайдаланады. әр камера шуданы шоғырлау үшін 2 м2.Шоғырдың ошақ ішінде болуының орташа уақыты мына теңдеумен анықталады:<u>**Т=Нк*γо(1-Е)*24/А**</u>;Біздің мысалда [Нк=1,3м; γ=4800кг/м2; Е=0,75; А=5,25т(м2*тәулігіне)]; 1=7,13 сағат Гинцветтің жүргізген тәжірибелерінің арқасында өртеудің ұзақтығы 1 сағат, ал кинетикалық теңдеудің көрсеткіші 40мин. көп емес. Г.М.Штейнгарттың зерттеуі бойынша күйіндінің радиоактивті бөлшегі ошақ ішінде секундтың бөлімінен 16 сағатқа дейін болғандығы айтылады.Бұл көрсеткіштер "КС" ошағында өртеудің келешегі мол екендігін көрсетеді. Ошақтың өнімділігін арттыруда ауаны оттегімен байыту 30-35% дейін, ошақтың өнімділігі 8-11т(м2*тәулігіне) , яғни 1,5-1,7 есе артады, мырыш өндірісінде еритін формаға өтуі 93% дейін өседі, 8Ог мөлшері 10-12% артады. Ошақтың биіктігін анықтау. Ошақтың биіктігі отандық тәжірибеде, таңдай алғанда мына жатады 10-12м. Шет елдерде бұдан жоғары да, төмен де бола береді. Ошақтың биіктігі сондай болу керек. Күйіндінің бөлшегі ошақтан шыққанға дейін толық тотығып үлгеру

керек. Шамамен оған кететін уақыт14-15с Ношак=Нк+(14/15)Y22=1,1+15*13,3(930+273)/(273*100)=10м; Мұндағы V_2 - қабат үстіндегі газдың вертикаль жылдамдығы.Жақсы нәтиже береді, егер қабат үстіндегі кірпіштің қалануы қиық конус тәрізді болса, онда табанының ауданы 20% кетеді, қабат үстіндегі кірпіштің қалануы табанына қарағанда 80 градус құрайды. Ауа жүретін құбыр: үрілетін ауаның қысымы 2400мм су бағанасы бойынша ауаның қасама және шығыны бойынша жобаланатын құбыр Хабаровск заводының Э-325-11-3 құрылымынан таңдап алынады. Өнімділігі 325 м3/мин болғанда 2500мм су бағанасы болады.Үрілетін "сопелдың" саны және өлшемі. Үрілетін сопел тесіктерінің қиғындағы аудан қосындысы "КС" ошағының табанында орналасқан, есептегенде газдың қысымы төмендетілген болуы тиіс. Сопладан ағын шығатын ауаның жылдамдығы: У=у >/2ĕ(Pi-P2)/a; Мұндағы γ коэффициент шығын, цилиндрлі тесік үшін у=0,8; §=9,81м/с2; Pi - сопладағы ауа қысымы; 1475мм су бағанасы; Р2 қысымның жоғалуы 1 ООмм, су бағанасы ошақтың төменгі жағында қайнау қабатының астында 1375мм су бағанасы. Нк=1,1м, у - ауа тығыздығы 1,29кг*м3; 2*9,81(1475-1375)71,29 =31м/с Ошақтағы "сопелдың" саны: n= 1.2w*1*v*f мұндағы w -ошақтағы ауа шығыны, $м^3/с$, тең 2019*180/(24*60*60*0,98)=4,29; f - бір сопелдың шығатын тесігінің ауданы $м^2$; 1,2 -қосалқы коэффициент; материалдың біркелкі псевдосұйық болуы үшін іс жүзінде сопелдың санын ең көп болуына тырысады. Табанының бір өлшемі бетіне (40-50 дана) орналастыру мүмкіндігін ескереді, есейтуге $1м^2$; 44 сопел деп қабылдаймыз, жалпы сопелдың саны п=44*31,6=1390 дана. Бұдан бір сопелдың шығатын тесігінің аудан қосындысы мынаған тең 1,2*4,29/(31*1390)=1,19*10-4м2 Егер сопелде төрт тесік болса, біреуінің қиығы мынаған тең 0,298* 10-4м2; Тесіктің диаметрі мынаған тең 1000*л/4*0,298* 10-4/3,14=6мм Барлық сопелдың тесіктер қиындысының КС ошақ табан ауданына қатынасы 0,298*10-4*4*1390/31,6*1000=0,5% көбінесе оны ұлғайтады 0,8-10% 200 мың т. күйдірілген мырыш шоғырын керекті шикізат және КС ошағының саны Керкті құрғақ шоғырдың мөлшері өртегенде 0,8% салмағын жоғалтады. 200000/10,9006(1-0,008) = 223865т/год немесе орта есеппен 223865/365= 613,33т/тәулігіне мұндағы 0,0096 - өртелген мырыш шоғырының шығыны алғашқы мөлшерден. "КС" ошағының саны 4 болуға тиіс. Үздіксіз жұмыс істеу үшін 5 ошақты қабылдаймыз. Алдыңғы қатарлы өндірісте жылына 355 тәулік жұмыс істейді. Онда керекті ошақ саны 223865/(355* 180)=3,5; төрттен деп қабылдаймыз. Онда тұрақтылық бұзылады. Өртелген мырыш шоғырын еріту өнімділігі жылына 200мың т. Химиялық құрамы жоғарғы кестеде № көрсетілген. Еріткіш, жұмыс істеген электролит 130г/л H_2SO_4 Мырыш кегінің шығынын және құрамын есептеу оны ІООкг өртелген мырыш шоғырына есептейміз. Күйіндінің рационалды құрамы кесте № көрсетілген. Оның химиялық құрамы былай: 56, 63% Zn , 1.67% Pb; 0.78 % Cd; 8.23% Fe; 2.8% S_{so4}; 0.3% Ss; 21.76% O_2 ; 0.55% MgO; 1.11% CaO; 3.33% SiO_2; 1.22% $Al_2Oз$; 0.11% басқалар. Завод тәжірибесі бойынша күйінді құрамындағы мырыш тотығы (бос және 8IO2 байланысты) H28O4 реакцияға түсіп түзілетіні 2п8О4 (99,7 %). Сульфидтер және металдардың ферриті іс жүзінде ерімейді , түгелдей кектің құрамына кетеді. Іс жүзінде барлық қорғасын $PbSO_4$ күйінде ерітіндіге ауысады. Күйіндіден CrO - ның 94% ерітіндіге ауысады, Cd -95 %. Іс жүзінде SiO_2; AlO_3, $CuSO_4$ түгелдей кекке ауысады.

Тәжірибеге сүйеніп кектің құрамын қабылдаймыз: 4,5% Zn, (немесе 11,11% $ZnSO_4$) , 0,05% CuH_2O (0,13 % $CuSO_4$) 0,03% CdH_2O(0,06% $CdSO_4$) Кектің құрамындағы басқалар 2,83%, күйіндідегі басқалар бойынша қабылданады. Кектің шығымы күйіндіден 25-40% ZnO мөлшерін анықтаймыз. Кекке өтетіні 100-99,7 = 0,3% ZnO, немесе 60,73 *0,003=0,18кг, мұнда мырыш мөлшері 48,79*0,003=0,15кг,и оттегі 11,44*0,003= 0,03кг ZnS мөлшері 0,7Iкг, онда 0,48кгZn , 0,23кг 8 . ZnO* Fe_2O_3 мөлшері 15,59 кг, онда 4,23кг Zn , 7,22 кг Fe 4,14кг O_2 , $PbSO_4$ мөлшерін қорғасынның күйіндідегі құрамынан есептейміз: (1,67 %)/303,2*1,67/207,2=2,45кг, онда 0,26кг 8, 0,52кг O_2 CrO мөлшері 0,68*0,06 = 0,04кг, онда 0,03кг Cu, 0,0Iкг O_2; CuS мөлшері 0,12кг, онда 0,08кг Cu, 0,04кг O_2;

CuO* Fe_2O_3 мөлшері 0,29кг, 0,08 Cu, 0,1 3кг Fe, 0,08кгO_2; CdO мөлшері 0,33*0,05= 0,0165кг, онда 0,0145 кг Cd, 0,002кг O_2; M§804 - мөлшері 1,67кг, онда 0,55кг MgO 0,45кг S, 0,67кг O_2; $CaSO_4$ - мөлшері 2,70кг, онда 1,1 Iкг CaO, 0,64кг 8, 0,95кг O_2 ; SiO_2 мөлшері 3,33кг, AlO_3-мөлшері 1,22кг.

Жалпы мөлшері $ZnSO_4$,$CuSO_4$+$CdSO_4$=11,11+0,13+0,06=11,30%; Белгілі компоненттердің қосындысы: 100-(11,3+2,83)=85,87% ; Алынған көрсеткіштердің арқасында мырыш кегін есептейміз: (0,18+0,71+15,59+2,45+0,04+0,13+0,29+0,02+0,05+0,10+1,67+2,70+3,33+1, 22)/0,8587= 28,47/0,8587 = 33,15кг, 100кг күйіндіні еріткенде шығатын кек немесе 33,15%. Енді $ZnSO_4$ мөлшерін анықтаймыз: 33,15*0,1111=3,68кг, онда 1,49кг 2п, 0,73 кг 8, 1,46кгO_2.

$CuSO_4$мөлшері 33,15*0,0013 =0,04кг, онда 0,02кг Cu, 0,0Iкг 8, 0,0Iкг O_2; $CdSO_4$ мөлшері 33,15*0,0006 = 0,02кг, 0,012кг Cd, 0,003кг 8, 0,006кгO_2 ; Енді басқаларды нақтыларды нақтылайық: 33,15-(28,47+3,58+0,04+0,02) = 0,94кг, ол мынаны құрайды (0,94/33,15)* 100=2,84% Алынған нәтижені кестеге енгіземіз №

Салыстырып айтқанда күйіндіден кектің шығыны жоғары (33,15 %), бұл былай түсіндіріледі, шикізат құрылымында темір көп және ерімейтін ферриттердің көп болуы.

Жалпы кектің құрамындағы мырыш 19,16%, оның ішінде қышқылда еритіні 4,95%, оның ішінде суда еритіні 4,5% (мұндай нәтижеге жұмысты жақсы ұйымдастырғанда жетеді)

Кектің құрамында: 5,04% Pd 0.63% Cu, 0.33 Cd, 6.3% күкірт сульфаты 0,84% күкірт сульфиді, 22,29% Fe . Алынған кек құрамы заводтарына жақын

6 БЕЙТАРАП ЕРІТІНДІНІҢ МӨЛШЕРІН ЖӘНЕ ОДАН ӨНДІРІЛЕТІН "МЫРЫШ, КАДМИЙ ЖӘНЕ МЫС"МӨЛШЕРІН ЕСЕПТЕУ

Еріту үрдісі кезінде жоғалатын тек түсті металдар емес, сонымен қоса күкірт қышқылы, еріткішті, ерімейтін қорғасын сульфатын, кальций сульфатын т.б. бірге H_2SO_4 арнайы айналымнан шығарылады

Қо-сынды	Sso4		Ss		O_2		Барлығы	
	Кг	%	Кг	%	Кг	%	кг	%
ZnO					0,03	0,09	0,18	0,54
$ZnSO_4$	0,73	2,20			1,46	4,40	ПС68~	11,10
ZnS			0,23	0,69			0,71	2,14
ZnO Fe_2O_3					4,14	12,49	ПГ5159'	47,63
$PbSO_4$	0,26	0,78			0,52	1,57	2,45	7,39
CdO							0,02	0,06
CuO					0,01	0,03	0,04	0,12
CuS			0,04	0,12			0,12	0,36
CuO* Fe_2O_3					0,08	0,25	0,29	0,88
$CuSO_4$	0,01	0,03			0,02	0,06	0,04	0,12
$CdSO_4$							0,02	0,06
CdS			0,01	0,03			0,05	0,15
Cd O Fe_2O_3					0,02	0,06	0,10	0,30
$MgSO_4$	0,45	1,36			0,67	2,02	1,67	5,04
$CaSO_4$	0,64	1,93			0,96	2,86	2,70	8,14
SiO_2							3,331, 22	10,06
Al_2O_3							0,94	3,68
Басқа-лар								2,84
Қоры-тынды	2,09	6,30	0,28	0,84	7,90	22,83	33,15	100,00

Іс жүзінде барлық сульфатты күкірттің жоғалуы енгізілетін күкірт қышқылымен және күйіндідегі сульфитті күкіртпен орны толтырылады , судың енгізілуі, оның жоғалуымен тең. Сонымен есептеуге қабылданған сульфат балансы (оны H28O4) есептейді және еріту үрдісінде сумен теңеседі. Ерітуге түсетін күйдірілген мырыш шоғыры 200000/365= 549,95 м/тәулігіне.

Осы күйінді мен тәулігіне түсетін мырыш Zn 549,95*0,5663= 311,44: Col 549.95*0.0049= 2.695: Си 549.95*0.0078= 4.29.

Завод тәжірибесіне сүйене отырып, есептеуге қабылдаймыз, жоғалуын ескере отырып күйіндіден бейтарап ертіндіге өтетін 87%Zn,76%Col,72%Cu

Еріту кезінде бейтарып ертіндіге өтетін m/тәулігіне Zn 311.44*0.87= 270.95:Col 2,695*0,76= 2,048:Cu_4,29*0,79= 3,09:

Мырышты ертіндіге ауыстырсақ 98*270,95/65,4= 406,01тH_2SO_4, 0198*2.048/112.4= 1.79т H_2SO_4Cu98*3.09/63.6=4.76 m H_2SO_4

Барлық керекті күкірт қышқылы: 406,01+1,74+4,76 = 412,56т/тәулігіне

Өртелген мырыш шағырын еріткенде алынатын ертінді мөлшер: 412,56*1000/13 0=3174m^3/тәулігіне.

Вельц - тотықты былғау арқылы еріткенде ертіндіге өтетін мырыш, мыс және кадмий мөлшерін есептеу.

Есептеуге қабылдайтынымыз мырыш өндегенде «велыіование» тәсілімен, алатынымыз, вельц-тотықтар ары қарай былғай ерітеміз. Еріткеннен кейін 549,95 т/тәулігіне өртелген мырыш шоғырын алынған мырыш кекті 549,95*0,3315=182,31 m/тәулігіне (0,3315 - кектің шығымы). Механикалық жоғалтуда ескеере отырып «вельцованиеге» түсетінін қабылдаймыз 182,31*0,96=175,02 т/тәулігіне. Оның құрамында т/тәулік Zn 175,02*0,1916=33,53; Cd 175,02*0,0033=0,578

«Вельцование» кезінде вельц-тотыққа айналуын қабылдаймыз 93,5% Zn 94% Cd. Алынған вельц-тотық m/тәулігіне Zn 33,53*0,935=31,35%, Cd 0,578*0,94=0,543; вель-тотықтан ертіндіге өтетіні 96,8% Zn, 83,8 % Cd Вельцтотықты еріткенде, ерітіндіге өтетіні: т/тәулік. Zn31,35*0,968=30,35; Cd 0,543*0,838=0,455; хлорды тазалап, шыны күйде Cu_2Cl_2 отырғызамыз, нәтижесінде 1 г/л Cl_2 ; мырышты ерітіндіге ауыстыру үшін 98*30,35/65,4=45,48т.H_2SO_4 ; Cd 98*0,455/112,4=0,40т H_2SO_4; Тәулігіне барлық керекті қышқыл 45,48+0,40=45,88 т. Вельц-тотықтан алынатын мырыш ерітіндісі 45,88*1000/130=353 m^3/тәулік үрдіске ертіндімен түсетін мыс мөлшері: 353*0,001=0,36 т/тәулік. Ерітіндінің мөлшерін тиянақтау: 353+(98*0,36)/(63,6*130)=357 m^3/тәулік.Мыс кадмилі кектің құрамы және шығымын есептеу. Мырыш шыңының шығымын есептеу негізінен былай жүргізіледі: мыс және кадмидің ерітіндідегі мөлшерімен, бұл әрине мыс-кадмиден тазалауға түсетін ерітіндіден, іс жүзінде теориялық керектігінен 2,5-3 есе көп. Комплексті тазалауды ескерсек мыс, кадмнден басқа кобальт және никельден арылу үшін ерітіндіге арнайы реактив қосады. Тәжірибеде мырыш шыңының шығыны 4-6% құйылған (чушковый) мырыш мөлшерінен мырыш шыңының мыс пен кадмиден тазалау үшін 56 кг; 1т құйылған (чушковый). Мырыштан завод тәжірибесінен мырыш ерітіндісінен мырыш өндіру жалпы қосындысы 97-97,2%. Есептеуге 97,2% деп қабылдаймыз. Осыны ескере отырып мырыштың мырыш шыңының шығыны 1т. мырыш ерітіндідегіне есептегенде 55*0,972=53,46кг. Өртелген мырыш шығырынан және вельц тотықтан алынатын ерітіндегі мырыш мөлшері 270,95+30,35=301,3 т/тәулігіне.

Ерітіндіні мыстан және кадмиден тазалауды мырыштың мырыш шыңына шығыны 301,3*53,46/1000=16,1 Іт/тәулігіне.

Мыс кадмиден тазалауға мырыш шыңына керекті теориялық мырыш мөлшері 65,4*3,45/63,6=3,55т. Кадмиді цементациялау.

Ерітіндідегі кадмий мөлшері 2,048+0,456=2,503т;Бұдан мырыш шығынын,55+1,46=5,1 т.Барлық мырыш шығынын55+1,46=5,1 т/

Тәулігіне теориялық қасиеттіліікке қарсы артық мырышты еселеу

16,11/5,1=3,2 мыс және кадмиді цементациялауға керекті мырыш шыңы ерітінге өтеді 5,1 т мырыш. Артық мырыш шыңы мыс - кадмий кекгінде қалады 16,11-5,10=11,01 т/тәулігіне.

Заводтағы мыс кадмийкекгінде 38-45уZn,соның ішінде 7-10% Zn, мына күйдеZnSO$_4$: Есептеуге 40% Zn, 9,05%: мыс (3,45/36,10)* 100=9,6%;

Мыс-кадмий кекгінің құрамы; 40Y,Zn,9,6%Cu;6.9% Cd; 43.5% басқалар:

Кадмий өндірісіндегі айналма ертіндінің көлемін және ондағы мырыш мөлшерін есептеу.

Ертіндідегі жалпы мырыштың мөлшерін білу үшін тағыда айналма ертіндідегі мырыш мөлшерін білу керек. Завод тәжерибесіне қарағанда мырыш шығыны мырыш шыңына кадмий өндірісінде 2,2-2,7: 1кг металл кадмийге бейтарий мырыш ертіндісінде 2,5*0,95=2,375кг/кг. Кадмий өндірісінде мырыштың мырыш шыңына шығыны 2,375*2,5803/1000=5,94 т/тәулігіне. Кадмий өндірісіне түсетін жалпы мырыш шығыны 14,44 +5,94 т/тәулігіне.

Кадмий өндірісінде айналма мырыш ерітіндісінен мырыш өндіру 96-97,5% егер тазалау ксантогенатпен жүргізілсе (кабальттан тазалау) онда көрсеткіш 1,2-1,3%төмендейді, мырыш кобальт кекгімен кетеді. Есептеуге95.8% қабылдаймыз.

Кадмий өндірісінде алынатын мырыш мөлшері 20,38*0,958=19,52т/тәлігіне.

Айналма ертіндінің мөлшерін күкірт қышқылының шығынына қарай анықтаймыз:98*19,52/65,4=29,25т/тәулік 29,25* 1000/130=225т^3 /тәулік айналма ертінді.

Барлық бейтарап ертінді 3174+367+225=3756т^3/тәулігіне .

Мыс-кадмиден тазалау алдындағы ертіндіде мыс, кадми мөлшері г/л Cu (3,45*1000*1000)/(3756*1000)=0,919 ;Col (2,503*1000)/(3756*1000) =0,666;

Дайын мырыш электролитін анықтаймыз65,4* 130/98=86,76кг. Жалпы барлық өндеуде мырыштың жоғалуын 0,3% етіп қабылдаймыз . Онда дайын ертіндіде мырыш мөлшері: 270,95+0,997(30,35+19,52)=325,67m тәулік.

5-ші кесте

Өртелген мырыш шоғырын еріту материалдық балансы					
Баланс баптары	Бар-		Оның ішінде		
	лығы	Zn	Pb	Ci	Cu
ТИЕЛГЕН:	549,95	311,44	9,18	2,695	4,29
1 айналма мырыш шоғыры	350	30,35		0,455	0,36
2 вельц-тотықтың еріту ерітіндісі	225	19,5			
3 Кадмий өндірісінен айнама ерітіндісі	16,11				
4 мырыш шыңы					
Қосындысы		377,4г	9,18	3,15	4,65
АЛЫНҒАН					
1 Бейтарап мырыш ерітіндісі	3754	325,65			
2 мырыш кекгі	175,02	33,53	8,82	0,578	1,10
3 мыс-кадмий кекгі	36,1	14,44	0,11	2,503	3,44
4 шығын		3,78	0,25	0,069	0,11
Қосындысы		377,42	9,18	3,15 ^	4,65

6-шы кесте

Мырыш шоғырының мөлшері 325,67*1000/86,76=375403/0 жоғарыдағы материалдық балансқа сүйене отырып, кестенің шығын бабы %

	2п	Сё	Pb	Си
1 Бейт арап мыр	86,3			
2 Мы ры	8,9	18,3	96,1	23,6
3 Мыры ш-	3,9	79,5	1,2	74,0
4 Шығын	1,0	2,2	2,7	2,4

7 ЕРІТІНДІНІҢ МЫС-КАДМИЙДЕН ТАЗАЛАУ ЕСЕБІ

Тазалауға түсетін ерітіндінің мөлшері 3756м3/тәулік, мырыштың мырыш шыңына шығыны 16,11м/тәулігіне (3,2-есе теориялық қажеттілігіне) Ерітіндіден бір мезгілде отырғызу мақсатымен кобальт және басқа қоспалар , мырыш шыңынан басқа ерітіндіге Шлиппе тұзын қосамыз. (Na_3SbS_4* $9H_2O$ - орта сульфантимонат натрий). Тазалаудың схемасы екі сатылы болуын алдын-ала қарастырылды ерітіндінің қарсы ағындылығы және мырыш шыңы (кектің) тазалаудың бірінші сатысынан кейін кекті тұндырады, тазалаудың екінші сатысынан кейін ерітіндіні сүзеді. Тазалауды үздіксіз жүргізеді. Бірінші сатысына екінші тазалаудан

алынатын айналмалы мыс-кадмий кекгін және Шлиппе тұзын қосады. Мырыш шынының негізгі бөлігін (70-80%) екінші сатысына қосады, ал қалғанын 20-30% - бірінші сатыға қосады.

Шлиппе тұзының шығындануы, мына қатынаста Sb/Co= (0,5/1,0)/1; (есептеуге 0,9/1 қабылдаймыз) Алғашқы ерітіндіге мөлшері, алғашқы шикізат мөлшеріне тәуелді, әдетте мынау жатады 5-12мг/л. есептеуге 8мг/л; түсетін кобальт 3756*0,008 =30кг. Сұрама шығыны 30*0,9=27кг Шлиппе тұзын былай береді, оның судағы ертіндісі 12-172/л 8Ь (есептеуге15г/л)

Ертінді мөлшері 27*1000/15=1800 л/тәулігіне Шлипп тұзының шығыны (мөлдік массасы 480,75) құрайды 480,75*27/121,75 =106,6 кг/тәулігіне .

8 БЫЛҒАУДАН КЕЙІНГІ ЕРІТІНДІМЕН ПУЛЬПАНЫҢ БАЙЛАНЫСЫН ЕСЕПТЕУ

Тәжірибеден мырыш мына түрде ZnO қоюланған мырыш сыпайында бір сатылы болғаннан кейін 4-8% есептеуге 6% қабылдаймыз. Осыны ескере отырып, есептеуге мырыш кекгі (33,15% түсетін өртенген шоғырдың). Жұмыс істеген электролиттегі күкірт қышқылының 95% бейтарап сатысында бейтараптанады және 5% қышқыл болғанда. Қалған қышқыл шоғырда, қышқыл былғатады 0,5-іт/л H_2SO_4 тұндырғаннан кейін қоюланған төменгі қйын қышқылдылығы қоюланған үрдісте төмендейді. pH=4,4/4,8 және жоғарғы құйын қышқыл балғымадан кейін 0,5г/л H_2SO_4; Былғауға түсетін тұтас істеген электро түтін барлығы 3174м^3/тәулігіне. Онда H_2SO_4 3174*130*0,001=412,62м/тәулігіне. Қышқыл балғымаға түсетін 5 %, 3174*0,05=159м3/тәулік Бейтарап былғауға түсетін жұмыс істеген электролиттің мөлшері 3174-159=3015м^3/тәулігіне, мырыш кегінің мөлшері 182,31м/тәулігіне Бейтарап қойылтқыштағы қойытылған алайдағы қатты заттың мөлшері 7-9 % көп және құрайтыны 182,31*1,08= 196м/тәулігіне. Қаттынынң сұйыққа қатынасы к/с = 1/3; қойытылған бейтарап алайдағы ерітінді мөлшері 196-3=588 м/тәулігіне немесе ерітіндінің тығыздығы 1,3 оған сәйкес 588/1,3=452м^3/тәулігіне. Қатты фазаның көлемі 182,31/4= 49м3; қышқыл қоюланған алайдың көлемі 452+49= 501м^3/тәулігіне ; қышқылы бұлғаудағы пульпаның көлемі 501+159=660м^3/тәулігіне. Қышқыл бұлғаудан кейін қоютылған пульпаның алайы мына қатынасты к/с тең 1/3; осы алайдағы ерітіндінің мөлшері 182,31*3
= 550м/тәулігіне немесе ерітіндінің тығыздығы 1,3 болғанда оған сәйкес 550/1,3 = 423м3/тәулігіне қатты фазаның көлемі, тығыздығы 4 болғанда алайының көлемі 423 +46 = 469т ^{3}/тәулік .Қышқыл қойылтқышты жоғарғы құйындысы 660-469 = 191т^3/тәулік.

Бейтарап былғауға түсетін күйіндінің тығыздығы 5 болғанда 549,95/5=110м^3/тәулік. Бейтарап мырыш ерітіндісінің көлемі 3756м^3/тәулік. Берілетін бейтарап тармағынан пульпаның көлемі 3756+501=4257м3/тәулік

сүзілетін және айналма ерітіндінің көлемі шығынды ескергенде 4257-(110+3014+357+225+192) =355м^3/тәулік.

Жүргізілген есептеудің негізінде өртелген мырыш шоғырының бейтарап былғамысының және қойытылған бейтарап ылғалды қышқыл былғауды бітіретін байланысын құрамыз.

Бейтарап былғау Түсетіні м^3/тәулік
1. Өртелген мырыш шоғыры 110
2. Жұмыс істеген мырыш электролит 3015
3. Вольц-тотықты еріткеннен кейінгі ерітінді 57
4. Мыс-кадмий кекгіненалынған ерітінді 225
5. Қышқыл қойылтқыштың жоғарғы құйындысы 196
6. Сүзілетін және айналма ерітінді шығын ескерілген 4257

Берілетін, м^3/тәулік
1. Бейтарап мырыш ерітіндісі 3756
2. Бейтарап қойылтқыштың сипаты 501

4257

Қышқыл болғау

Түсетіні м^3/тәулік
1. Бейтарап қойылтқыштың сипаты 501
2. Жұмыс істеген электролит 159

660

Берілетін, м^3/тәулік
1. Қышқыл қойылтқыштың жоғарғы құйындысы 196
2. Қышқыл қойылтқыштың сипаты 464

660

Әдебиеттер тізімі

1. Ф. И. Лоскутов, А. А. Цейдлер. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов. М. 1943 г.
2. Н. В. Гудмов. Технологические расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов. - М. Металургия 1977 г.
3. Д. А Диатадовский, Л. М Шалыгин, А А Галымбек, И А Южаминов. Расчеты пиропроцессов и печей цветной металургии. Металургия 1981г.
4. Ф. И. Лоскутов, А. А. Цейдлер. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов. 1963 г

Т.Ж. Сламов, Т.С. Даулетбақов

Қорғасын және мырыш металлургиясы

Теруге 05.05.05. берілді. Басуға қол 12.08.09. қойылды.
Пішімі 84х108/32. Шартты баспа табағы 8,7 б.
Таралымы 100 дана. Тапсырыс №

«Алматыжарнама» баспасы,
050000, Алматы қаласы, Досмұхамедов көшесі, 89а