

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Жанаберген Раимбек Абуталыпұлы

«Мыстың сынықтары мен қалдықтарын өңдеу цехының жобасы»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

_____ М.Б. Барменшинова

«_____» _____ 2020 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Мыстың сынықтары мен қалдықтарын өңдеу цехының жобасы»

Мамандығы 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Жанаберген Р.А

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор

_____ Г.Ж. Молдабаева

«_____» _____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра меңгерушісі, техн. ғыл. канд.

_____ М.Б. Барменшинова

« » _____ 2020 ж.

Дипломдық жоба орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Жанаберген Раимбек Абуталыпұлы

Тақырыбы: «Мыстың сынықтары мен қалдықтарын өңдеу цехының жобасы»

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

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «18» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: қайталама мыс өндірісінің мәліметтері, кедей және бай мыс сынықтарының, темір сынықтарының, кварцты флюспен әктастың құрамдары, қаралы мыс бойынша цехтың жылдық өнімділігі

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) өндірістің технологиялық үдірістері мен шешімдері;

в) технологиялық процестің есептеулері;

г) қорытынды.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): Кальдо нешінің сызбасы, қосымша жабдықтың сызбасы, цех жоспары мен қимасы

Ұсынылатын негізгі әдебиет 21 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

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

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор		
Норма бақылау	А.Н.Таймасова техн. ғыл. магистрі		

Ғылыми жетекші _____ Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Р.А. Жанаберген

Күні _____ «03 » ақпан 2020 ж.

АҢДАТПА

Қайталама мыс шикізатын неғұрлым тиімді өңдеу технологияларын таңдау үшін техникалық әдеби шолу жасалды.

Мыс қалдығы мен металл қалдықтарын өңдеу бойынша цех жобаланған. Балқыту агрегаты ретінде өндірістік Кальдо конвертері таңдап алынды, оның өнімділігі жылына 15 мың тонна қаралы мыс бойынша.

Жылулық және материалдық баланс есептелді. Негізгі және қосымша агрегаттар таңдап алынды.

АННОТАЦИЯ

Проведен технический обзор литературы для выбора наиболее перспективной технологии переработки вторичного медного сырья.

Спроектирован цех по переработки медного лома и отходов. В качестве плавильного агрегата выбран промышленный конвертер Кальдо, с производительностью 15 тыс. тонн черновой меди в год.

Рассчитаны материальный и тепловой балансы. Выбрано основное и вспомогательное оборудование.

ANNOTATION

In the present diploma thesis the survey of technical literature on the subject has been made to take a choice of the most prospective technology of the copper scrap reprocessing.

The basic design of the copper scrap reprocessing Plant has been developed.

The Kaldo vessel unit of annual capacity 15 thousand ton per year has been chosen for melting process.

Material balance and heat balance have been calculated. The selection of the main and auxiliary equipment has been made.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Жалпы түсіндірме жазба	10
1.1 Кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы және оны жобалау үшін бастапқы деректер	10
1.2 Шикізат базасы және шығарылатын өнімнің сапасы	10
1.3 Негізгі технологиялық және жобалық шешімдер	11
1.4 Жұмысшылардың саны және кәсіби-білікті құрамы. Жұмыс орындарының саны және жабдықталуы	12
2 Бас жоспар, көлік және құрылыс шешімдері	13
2.1 Құрылыс ауданын таңдау және қысқаша сипаттамасы	13
2.2 Жер бедерінің, жер асты суларының және климаттық деректердің сипаттамасы	13
2.3 Көлік	14
2.4 Құрылыс шешімдері	15
3 Технологиялық бөлім	18
3.1 Қайталама шикізатты өңдеудің перспективалы технологияларын талдау	18
3.2 Кальдо агрегатындағы физика-химиялық процестер	22
3.3 Конвертерлеу сатысында мысты қоспалардан тазарту	24
3.4 Мысты тотықсыздандыру және газдардан тазарту	26
3.5 Шикізат базасы, шикізаттың сипаттамасы	26
3.6 Кальдо конвертері	27
3.6.1 Газ жою және шығатын газдарды тазарту жүйесі	28
3.6.2 Кальдо конвертерін жүктеу жүйесі	28
3.6.3 Айналмалы сумен жабдықтау жүйесі	29
3.6.4 Технологиялық ауаны беруді дайындау және реттеу жүйесі	29
3.6.5 Технологиялық оттегіні беруді дайындау және реттеу жүйесі	30
3.6.6 Табиғи газды беруді дайындау және реттеу жүйесі	30
3.6.7 Қож және мыс құймаларын тасымалдау жүйесі	31
3.7 Кальдо технологиялық процесінің сипаттамасы	31
3.7.1 Конвертерді жүктеу	31
3.7.2 Шихтаны балқыту	31
3.7.3 Конвертерлеу	32
3.7.4 Балқыту циклінің ұзақтығы және қаралы мыс бойынша өнімділігі	32
3.8 Технологиялық процестерді есептеу	33
3.8.1 Материалдық балансты есептеу	33
3.8.2 Жылу балансын есептеу	39
4 Экономикалық бөлім	42
5 Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау	44
Қорытынды	45
Пайдаланылғын әдебиеттер тізімі	46

КІРІСПЕ

Соңғы уақытта демографиялық өсу халықтың жан басына шаққанда түсті металдарды тұтыну көрсеткішінің артуына алып келді. Тұтынудың өсуі, өз кезегінде, түсті металдар өндірісінің өсуіне әкеледі. 2019 жылдың қорытындысы бойынша мысты әлемдік тұтыну соңғы онжылдықта ең жоғары деңгейге жетті және 19,3 млн. т. құрады.

Бастапқыда түсті металдарды өндіру үшін бастапқы (кен) шикізат қолданылды. Бірақ түсті металдар кенінің ресурстары шектеулі және орны толмас. Едәуір көлемде түсті металдарды өндіретін және тұтынатын экономикалық дамыған елдердің көпшілігі олардың кендерінің жеткілікті қорына ие емес. Болашақ ұрпақ үшін табиғи ресурстарды сақтау қазіргі заманғы халық үшін бірінші кезектегі міндет болып табылады.

Кенді бастапқы шикізатпен қатар металл өндіру үшін – рөлі үнемі өсіп келе жатқан қайталама шикізат (сынық, өндіріс қалдықтары) тұрады. Қалдықтарды қайта пайдалану шикізат базасын кеңейтеді, бастапқы шикізаттың жаңартылмайтын көздерін сақтайды, қоршаған ортаның ластануын болдырмайды, ағымдағы шығындар мен инвестицияларды үнемдеу есебінен айтарлықтай экономикалық әсерге қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Металдардың қайталама шикізатын тұтынудың өсуі, бірінші кезекте, түсті металдар кендерін өндіру мен қайта өңдеуге арналған елеулі шығындармен және түпкілікті өнім бағасының өсуімен айқындалатын экономикалық орындылықпен айқындалады. Бұл ретте негізгі артықшылық құны металл өндірісіне арналған шығындар көлемінің 50 %- ына жетуі мүмкін энергия тасығыштарды едәуір үнемдеу болып табылады. Сондай-ақ, қайталама шикізатты айналымға тартуға жұмсалатын шығындар кенді өңдеуге қарағанда айтарлықтай төмен екенін ескеру қажет. Шығындардың едәуір қысқаруына қалдықтардың көп жағдайларда бастапқы шикізатты қайта өңдеу үшін қажетті өндірістің бастапқы сатыларынан өтіп, өнімді дайындаудың технологиялық процесіне енгізілуіне ықпал етеді.

1 Жалпы түсіндірме жазба

1.1 Кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы және оны жобалау үшін бастапқы деректер

Қайталама мыс сынықтарын балқыту цехының жобасы "Түсті металдарды өңдеу зауыты" АҚ базасында әзірленген, ол 1998 жылы "Балқашмыс" мысқорыту комбинатында құрылған. Техникалық әдебиетті талдау бойынша қайталама мыс шикізатын қайта өңдеудің ең перспективалы тәсілі "Кальдо" процесі болып саналады.

Кальдо цехы бай және кедей мыс сынықтарынан қара мыс өндіруге арналған.

Өндірістің жанама өнімі ретінде, құрамында 60-70 % Zn, 4-7 % Pb және 3-5 % Sn бар тауар шаңы алынады.

Бөлімше жылына 365 күн, 3 ауысымда 8 сағаттан жұмыс істейді. Бұл кезде конвертердің негізгі техникалық жабдығының жұмыс уақытының жылдық қоры 320 тәулікті құрайды. Жыл сайын конвертердің бөшкесіне отқа төзімді футеровканы ауыстыра отырып және басқа регламенттік жөндеу және алдын алу жұмыстарын орындаумен 3 жөндеу жүргізіледі.

1.2 Шикізат базасы және шығарылатын өнімнің сапасы

Қайталама шикізаттан мысты өндірудің шикізат базасы кедей, бай сынықтар пен мыс өндірісінің қалдықтарын қамтиды. Қайталама мыс шикізатын қайта өңдеу процесінде Кальдо конвертерінде А және Г класты сынықтары мен қалдықтары қолданылады.

Өзінің химиялық құрамы бойынша А класы 13 топқа бөлінген: 1) қалайыланбаған және дәнекерленбеген мыс, құрамындағы Cu мөлшері 99,5 %-тен кем емес, топқа М0, М1, М2, М3 маркалы мыс кіреді; 2) М0, М1, М2, М3, М4 маркалы қалайыланған және дәнекерленген мыс; 3) қалайыланбаған және дәнекерленбеген қос жездер, құрамындағы Cu мөлшері 60 %-тен кем емес; 4) қалайы, қалайы-қорғасынды жездер, дәнекерленген және қалайыланған қос жездер, құрамында ≤ 3 % Pb және 2,5 % Sn бар; 5) құрамындағы Pb мөлшері 3 %-тен төмен қорғасынды жездер; 6) құрамындағы Si мөлшері 4,5 %-тен төмен кремнийлі жездер; 7) құрамындағы Mn мөлшері 4 %-тен төмен марганецті жездер; 8) құрамындағы Al мөлшері 7 %-тен төмен алюминийлі жездер; 9) қалайы қоласы; 10) құрамындағы Zn мөлшері 1,5 %-тен, Sn мөлшері 0,25 %-тен төмен қалайысыз қола, 11) бериллий қоласы; 12) қорғасынды қола; 13) жоғарыда келтірілген топтардың талаптарына сай келмейтін төменсапалы металл сынықтары мен қалдықтары.

Ластануына қарай 1, 3, 4, 9 топтары төрт сортқа жіктелген. 1-ші сорттың ластануы 3 %-тен, 2-ші сорттың – 5 %-тен (9 топта – 3 %-тен), 3-ші сорттың – 10

%-тен (3 топта – 8 %-тен, 9 топта – 5 %-тен), 4-ші сорттың ластануы – 15 %-тен аспауы керек. 2, 5-8, 10-12 топтары үш сорттарға бөлінеді. 12 топтағы 1-ші сорттың ластануы 20 %-тен, 2-ші сорттың ластануы 40 %-тен аспауы қажет және 3-ші сорттағы мыстың мөлшері 12 %-тен төмен болмауы керек.

Б класындағы мыс пен қорытпалардың жоңқасы А класына сәйкесінше бөлінген. 1-12 топтарға төрт сорттағы жоңқа кіреді (4-ші сорт – пакеттелген шырмауықтәрізді жоңқа). 13-ші топқа екі сорттағы төменспалы жоңқа кіреді.

Г класының сорттары: 1-ші сорты – құрамындағы мыстың мөлшері 12 %-тен төмен емес шлактар, 2-ші сорты – құрамындағы мыстың мөлшері 3 %-тен төмен емес шлактар, пештің немесе ожаудың ішінде қатып қалған металдық қалдықтар, қоқыстар, кесу кезінде пайда болған қалдықтар, мысты және мыс-графитті шандар, 3-ші сорты – құрамындағы Cu мөлшері 3 %-тен жоғары биметалдың сынықтары мен қалдықтары.

Қайталама шикізаттағы мыс мөлшері кең шектерде (8-88%) ауытқиды. Шикізат түрлерінің көпшілігі полиметалл болып табылады және құрамында мыстан басқа түсті металдар кездеседі: Zn, Pb, Sn, ni, Sb, Bi, Si. Сонымен қатар, теледидар сынықтарында – Al, Ni, Co, және аздаған W, Mo, Se, Ge және асыл металдар болады.

Мысты тауар өніміне шығару 99,0%- ды құрайды. Өндірістің жанама өнімі- ол құрамында 60-70 % мырыш бар тауар шаңы.

1.3 Негізгі технологиялық және жобалық шешімдер

Цехтың аппараттық сұлбасы келесі негізгі түйіндерді қамтиды:

- Кальдо конвертерін жүктеу жүйесі;
- Кальдо конвертері;
- газ жою және шығатын газдарды тазарту жүйесі;
- айналмалы сумен жабдықтау жүйесі;
- технологиялық ауаны беруді дайындау және реттеу жүйесі;
- технологиялық O₂ беруді дайындау және реттеу жүйесі;
- табиғи газ беруді дайындау және реттеу жүйесі;
- қож және мыс құймаларын тасымалдау жүйесі.

Отын ретінде құрамында 98,5–98,6 % CH₄ болатын, жану жылуы 33275,765 кДж/м³-ге тең, магистральдық газ құбырынан берілетін табиғи газ пайдаланылады. Табиғи газдағы меркаптан күкіртінің мөлшері 0,01 %-дан аспайды.

Қыздыру және балқыту процесін қарқындату үшін құрамында шамамен 95% O₂ бар технологиялық оттегі пайдаланылады. Ол 500 кПа қысыммен оттегі станциясынан беріледі.

Балқыманы конвертерлеу үшін цех құрамына кіретін компрессордан шық нүктесі +3 °С, қысымы 700 кПа, шығыны 2300 нм³/сағ мөлшерінде конвертерлік

ауа беріледі. Дәл осы параметрлердегі ауа $200 \text{ нм}^3/\text{сағ}$ дейінгі шығынмен жеңдік сүзгіні регенерациялау жүйесіне кіре берісте кептіруге беріледі.

Айналмалы сумен жабдықтау жүйесін толықтыру үшін $8-10 \text{ }^\circ\text{C}$ температурасымен, жалпы қаттылығы $5 \text{ мг}\cdot\text{экв}/\text{л}$ -ге дейінгі магистральды су құбырынан берілетін өндірістік су пайдаланылады, жүзінділер саны (құрғақ қалдық) $426 \text{ мг}/\text{л}$ -ге дейін.

БӨАЖА аспаптарының жұмысын қамтамасыз ету үшін компрессордан берілетін құрғатылған қысылған ауа қолданылады, оның шық нүктесі $-40 \text{ }^\circ\text{C}$, қысымы 700 кПа , шығыны $200 \text{ нм}^3/\text{сағ}$ дейін.

Оттегі коммуникацияларын үрлеу үшін қысымы 500 кПа баллондардан техникалық азот пайдаланылады.

1.4 Жұмысшылардың саны және кәсіби-білікті құрамы. Жұмыс орындарының саны және жабдықталуы

Қайталама мыс сынықтары мен қалдықтарын қайта өңдеу цехы жылына 365 күн, 3 ауысымда 8 сағаттан жұмыс істейді. Бұл кезде негізгі технологиялық жабдықтың – Кальдо конвертерінің жұмыс уақытының жылдық қоры 320 тәулікті құрайды. Жыл сайын конвертердің бөшкесіне отқа төзімді футеровканы ауыстыра отырып және басқа да регламенттік және алдын алу жұмыстарын орындаумен 3 жөндеу жүргізіледі.

Тәулігіне цехта мынадай мамандықтар бойынша 33 адам жұмыс істейді: 3-5 разрядқа ие шикіқұрамды тиеуші, , краншы, ілмектеуші, тиеуші жүргізуші, балқытушы, технологиялық қондырғыларды жөндеу слесары, пульт операторы, электр жабдықтарын жөндеу және қызмет көрсету жөніндегі электр монтері, 2-8 разрядқа ие слесарь-жөндеуші және БӨАЖА слесары, 1-2 разрядқа ие сондай-ақ қоймашы.

2 Бас жоспар, көлік және құрылыс шешімдері

2.1 Құрылыс ауданын таңдау және қысқаша сипаттамасы

Жобаланатын цехтың құрылысы қазіргі уақытта жұмыс істеп тұрған "Балқашмыс"мыс балқыту комбинатында Балқаш қаласының шетінде қарастырылады.

Мыс алу үшін шикізат ретінде "Балқашмыс" мыс өндірісінің сынықтары мен қалдықтары, сондай-ақ Шығыс Қазақстаннан жиналған және әкелінген мыс сынықтары пайдаланылады. Комбинатты электр энергиясымен жабдықтау 6 және 110 кВт кернеудегі 220 кВт қосалқы станция арқылы екі арна бойынша жүзеге асырылады: ауа және кабель желілері. Техникалық сумен жабдықтау сорғы станциялары орнатылған Балқаш көлінен жүргізіледі, айналмалы сумен жабдықтау жүйесі қарастырылған (судың айналымы 50 %).

Оттегімен жабдықтау азот-оттегі станциясымен жүзеге асырылады. Турбо-ауа үрлеу станциясынан пешке берілетін компрессорлық ауа алдын-ала ауа мен пеш коллекторының алдындағы оттегі құбыржолында араласады.

Зауыттың басқа өңірлермен байланысы темір жол тармағы және республикалық қолданыстағы автожол бойынша жүзеге асырылады.

Жұмыс күші Балқаш қаласының тұрғындары болып табылады. Жетекші мамандық кадрларын даярлау комбинат жанындағы КТУ-да жүзеге асырылады. Қалада ИТЖ қалыптастыру үшін жоғары оқу орындарының филиалдары бар.

Осылайша, БТКМК аумағында Кальдо конвертеріндегі кедей және бай мыс сынықтарын өңдейтін жаңа цех салу үшін алаңды таңдау өте сәтті деп қорытынды жасауға болады. Жобаланатын цехта БТКМК қалдықтарын қайта өңдеу мүмкіндігі экономикалық сипатқа да ие. Ластаушы өнімдердің аз мөлшері бар сынықтар мен қалдықтарды алу мысты бастапқы өңдеу мен байытуға кететін шығындарды төмендетуге және тиісінше дайын өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Кеңейтудің жобалық тапсырмасының құрамында шығарындылардың көздерінен көлемі 1000 м СИ-245-85 сәйкес санитарлық-қорғау аймағы бекітілді. Санитарлық-қорғау аймағын ұйымдастыру жөніндегі іс-шаралар комбинатты техникалық қайта жарақтандырудың техника-экономикалық негіздемесінде көзделген. Жүргізілген іс-шаралар нәтижесінде зиянды заттардың шығарындылары санитарлық нормалардан аспайтын болады.

2.2 Жер бедерінің, жер асты суларының және климаттық деректердің сипаттамасы

Жобаланатын мыс сынықтарын өңдеу цехының негізгі өнеркәсіптік алаңы Балқаш қаласының батыс шетіндегі БТКМК жер учаскесінде орналасқан.

Негізгі өнеркәсіптік алаңның аумағы: солтүстіктен – темір жол станциясымен, шығыстан және оңтүстік-шығыстан – тұрғын үй құрылыстарымен, оңтүстіктен және батыстан – Балқаш көлімен шектеледі.

Құрылыс алаңының табиғи жағдайлары келесі деректермен сипатталады:

- 10 м биіктіктегі нормативтік-жел жүктемесі – 45 кгс/м³;
- ең суық бес күндік ауаның орташа температурасы -27 °С;
- ең суық тәуліктің орташа ауа температурасы -33 °С;
- ең ыстық ай – шілде орташа температурасы + 25 °С;
- қату тереңдігі – 2 м;
- өңірдің сейсмикалылығы – 6 балл.

Цехты және зауытты сумен жабдықтау айналмалы болып табылады. Қажетті қоректендіру Балқаш көлінен жүргізіледі. Сумен жабдықтау жүйесі кешенінде сорғы станциясы, суды өңдеу қондырғысы кіреді. Ауыз суы Токрал көздерінен беріледі.

Цех ауданы тығыз салынып, инженерлік коммуникацияларға бай.

Ауаны бөлу цехының, КААР-15 ауаны бөлу блогының, перлитті сақтау қоймасының, сұйық өнімдерді сақтау және беру базасының, аргон үшін газгольдердің және тік блокты сорғыш градирня мен сорғы станциясының айналмалы сумен жабдықтау құрылыстарының құрамында жобаланатын оттегі станциясы қолданыстағы азот станциясы ауданында, құрылыстан бос аумақта белгіленеді. Оттегі станциясы мыс балқыту цехынан 500 м-ге тең қашықтыққа алыстатылған.

Жобаланатын құрылыстардың алаңдары абаттандырылады және автокөтергіштермен қамтамасыз етіледі. Жобаланатын автоподъезділердің техникалық шарттары СНЖЕ-Д. 5-72 талаптарына сәйкес қабылданды.

Комбинат пен қала арасында санитарлық-қорғау аймағы құрылды. Зауыт аумағы мен санитарлық-қорғау аймағы көгалдандырылған. Көгалдандыру ауданы кәсіпорын аумағының кемінде 10%-ын құрайды. Санитарлық-қорғау аймағы мен қала арасында жасыл желектер белдеуі қарастырылған. Жобаланатын цех СНЖЕ 11-8-75 санитарлық нормаларын қанағаттандырады.

2.3 Көлік

Кәсіпорынның ел өңірлерімен байланысы темір жол тармағы бойынша жүзеге асырылады.

Жүк айналымы республикалық қолданыстағы автожол бойынша жүзеге асырылады.

Басқа өңірлерден келген шикізат темір жол вагондарына немесе контейнерлерге түседі, қала аумағында және жақын маңдағы шет елдерден жиналған сынықтар мен қалдықтар автомагистраль арқылы жүк автокөлігінің көмегімен жеткізіледі.

Зауыт ішіндегі көлік цехтан цехқа және зауыт аумағы бойынша тасымалдауды қамтамасыз етеді. Брикеттерді, флюстерді, отынды беру үшін қоймалар мен цехтар көлік эстакадаларымен, көпірлі крандармен жабдықталған.

Цехта самосвалдар, автотиегіштер, автокрандар, автокарлар және басқа да көлік құралдары бар.

2.4 Құрылыс шешімдері

Кальдо агрегатының сәулет-құрылыс шешімдерінің негізіне өндірістің технологиялық схемасы салынған. БТММК-ның қолданыстағы өндірісінің шарттарына, өнеркәсіптік алаңның төтенше тығыздығына және қолданыстағы көліктік байланыстарға сүйене отырып, балқыту агрегатын орнату жөніндегі объект комбинат аумағының солтүстік бөлігінде орналасқан.

Мыс сынықтарын қайта өңдеу цехының үй-жайы күрделі формада болады, ол өз көлемінде әртүрлі учаскелерді біріктіреді:

- алаңы 897 м^2 шикізат және шихта материалдары учаскесі;
- ауданы 895 м^2 газ тазарту құрылыстары бар балқыту учаскесі.

Балқыту бөлімшесі үй-жайының жалпы ауданы 1792 м^2 . Бөлменің жалпы көлемі $V_{\text{жалпы}}=33000 \text{ м}^3$, бөлменің бос көлемі $V_{\text{бос}}=0,8 \cdot 33000=26400 \text{ м}^3$ құрайды.

Ғимаратта мыс сынықтарын Кальдо конвертерінде балқытып, қаралы мыс балқымасын ала отырып, кейіннен құймаларға құю және салқындату операциялары көзделеді. Сондай-ақ, ғимаратта табиғи газ пайдаланылды, ол отын түрінде Кальдо конвертерінде жағылады және жүйесі гидравликалық маймен толтырылған (бак – сорғы - құбырлар) гидравликалық жабдықтар (скипті көтергіш) орнатылған.

Ғимаратта табиғи газ жанатын газ қолданылады (отын түрінде жағылады). Авариялық жағдайдың есептік нұсқасы ретінде табиғи газ құбырын герметизациялауды және оның ауамен қоспадағы жарылыс қаупі бар газ концентрациясының пайда болу мүмкіндігімен ғимарат көлеміне түсуін қабылдау қажет. $p=1,5 \times 10^2 \text{ кПа}$ ($1,5 \text{ кг/см}^2$) қысымдағы табиғи газдың максималды шығыны – $220 \text{ м}^3/\text{сағ}$ немесе $0,061 \text{ м}^3/\text{сек}$. Бекіту құрылғысының паспорттық деректеріне сәйкес құбырдағы газ қысымының төмендеуі кезінде кескіш клапанның іске қосылу уақыты 1 сек құрайды. Табиғи газ құбыржолының есептеу ұзындығы $D_y 50$ ($r=0,025 \text{ м}$) кескіш клапаннан бастап Кальдо конвертерінің фурмасына дейін $L=20 \text{ м}$ құрайды.

Бөлмедегі гидравликалық жабдықтар бар, оның құрамына жоғары қысымдағы гидравликалық май (жанғыш сұйықтығы - ЖС) бар құбырлар кіреді.

Өндіруші фирмаға байланысты гидравликалық май $200-230 \text{ }^\circ\text{C}$ тұтану температурасына ие, жанғыш сұйықтық болып табылады және $39-46 \text{ МДж/кг}$ төмен жану жылуы бар (есептік – 42 МДж/кг).

Гидравликалық қондырғы құбырдағы май қысымының төмендеуі кезінде гидронасосы автоматты ажыратуды қамтамасыз ететін датчиктермен жабдықталған. Гидронасосы сөндірудің есептік уақыты 30 сек құрайды.

Гидронасосының өнімділігі 15 л/мин. Осылайша, 30 сек ішінде 1 кгс/м² астам қысыммен ғимаратқа түсетін жанғыш сұйықтықтың мөлшері. 7,5 л (6,38 кг) мөлшерінен аспайды. Сонымен, жүйе құбырларында клапандармен бөлінген (Ду12, құбырлардың есептік ұзындығы L=60 м) учаскелердегі майдың болуын есепке ала отырып, 1 кгс/м² кем қысымда тағы 7 л (5,95 кг) май бөлмесіне шығуы мүмкін. Яғни, ғимаратқа жиынтық 7,5+7=14,5 л, немесе 12,33 кг гидравликалық май келіп түседі.

Жобада технологиялық процеспен байланысты жабдықтарды тиімді орналастыру қарастырылған. Жабдықты орнату кезінде мыналар көзделген: жабдыққа жақындау; қызмет көрсету және жөндеу алаңдары; жөндеу жұмыстарына арналған жүк көтергіш механизмдердің болуы; жабдықтар мен технологиялық құбырларды коррозияға қарсы қорғау.

Технологиялық құбырлар "Тану бояуы, ескерту белгілері мен таңбалау қалқандары" МЕМСТ-қа сәйкес боялған.

Қызмет көрсетуші персонал өндірістік процестер мен операцияларды жүзеге асыру жөніндегі технологиялық нұсқауларды орындаған, жабдықтарды, машиналар мен механизмдерді пайдалану кезінде қауіпсіздік техникасы ережелерін сақтаған жағдайда жобаның техникалық шешімдерімен еңбекшілердің қауіпсіз жұмысы қамтамасыз етіледі.

Көпірлі крандарды тиісті лицензиясы бар кәсіпорындар әзірлеуі тиіс.

Қауіпті өндірістік объектіде орнатылған жабдық сертификатталған және оны қолдануға тиісті рұқсаты болуы тиіс.

Ғимарат санатын анықтау үшін кез келген учаскеде меншікті уақытша өрт жүктемесінің ең жоғары мәнін үлестік өрт жүктемесінің шамасымен салыстыру қажет.

Бөлмедегі жалпы уақытша өрт жүктемесін анықтаймыз (Q):

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \times Q_{Hi}^p = 42,5 \times 42 = 1785 \text{ МДж}.$$

Меншікті уақытша өрт жүктемесін анықтау үшін g жалпы уақытша жүктемені өрт жүктемесін орналастыру ауданына бөлу қажет (бірақ кемінде 10 м²):

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{1785}{10} = 178,5 \text{ МДж/м}^2.$$

g<180 болғандықтан, негізгі өндірістік ғимарат В4 санатына жатады (өртке қауіпті).

Алайда, ауданы 1792 м² бөлмедегі өрт жүктемесі жалпы саны 42,5 кг гидравликалық майы бар (ГЖ) бір бакта түрінде берілген және ауданы 6 м²

аспайтын аумақты алып жатыр. Бұл ғимараттың жалпы ауданының 0,33 %-ын құрайды, сондықтан негізгі өндірістік ғимарат Г санатына жатқызылған.

Бөлме ауданы $S = 67 \text{ м}^2$. Бөлме биіктігі $h=3,5 \text{ м}$, өрт жүктемесінің бетінен жабынға дейінгі ең аз қашықтық $H=3 \text{ м}$.

Ғимаратта әртүрлі типті 3 компрессор орнатылған. Әрбір компрессор өзінің күштік рамасында құрастырылған және дыбыс оқшаулағыш металл қаптамаға орналастырылған, онда микропроцессорлық модулі бар электр автоматика шкафы орнатылған.

Үш компрессорлардағы компрессорлық майдың көлемі құрайды: $22+82+87=191 \text{ л}$ немесе 172 кг . Май жанудың ең төменгі жылуы 42 МДж/кг . Өрт сөндіру жүктемесі ғимаратта жергілікті орналастырылған және аумағы $S=13,2 \text{ м}^2$ ауданды алып отыр.

Қарастырылып отырған ғимаратта жанғыш газдар, тұтану температурасы $28 \text{ }^\circ\text{C}$ -тан асатын тез тұтанатын сұйықтықтар, сондай-ақ сумен, ауа оттегімен немесе бір-бірімен өзара әрекеттескен кезде жарылуға және жануға қабілетті заттар мен материалдар жоқ, айналмайды және пайдаланылмайды. Сондықтан бұл ғимарат А санатына жатқызылмайды.

Ғимаратта жанғыш шаң немесе талшықтар, тұтану температурасы $28 \text{ }^\circ\text{C}$ -тан аспайтын тез тұтанатын сұйықтықтар, сондай-ақ шаң-ауа немесе бу-ауа қоспаларын құруы мүмкін мөлшерде жанғыш сұйықтықтар жоқ, айналмайды және пайдаланылмайды.

Ғимаратта үнемі компрессорлардың тұйық көлемінде компрессор майы – тұтану температурасы $61 \text{ }^\circ\text{C}$ жоғары жанғыш сұйықтық пайдаланылады.

Меншікті уақытша жүктемені есептеу үшін g бөлмедегі жалпы уақытша өрт жүктемесін анықтаймыз (Q):

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \times Q_{Hi}^p = 172 \times 42 = 7224 \text{ МДж.}$$

Үлестік уақытша жүктемені анықтау үшін g жалпы уақытша жүктемені оны орналастыру ауданына бөлу қажет (бірақ кемінде 10 м^2):

$$g = \frac{Q}{S} = \frac{7224}{13,2} = 547 \text{ МДж/м}^2.$$

$181 < g < 1400$, сондықтан үлестік уақытша жүктеменің мәні бойынша компрессорлық ғимарат В3 санатына жатады деп қорытындалауға болады.

3 Технологиялық бөлім

3.1 Қайталама шикізатты өңдеудің перспективалы технологияларын талдау

Қазіргі уақытта бастапқы шикізат қорларының азаюы көптеген елдерде қайталама шикізатты тиімді пайдалану үшін жаңа технологияларды игеруді талап етеді.

Қалдықтарды қайта өңдеу және қайталама ресурстарды пайдалану проблемасына заманауи көзқарас табиғатты ұтымды пайдалануды, жоғары технологияларды енгізуді, өндірістің әртүрлі қалдықтарын қайта өңдеуді және пайдалануды білдіреді. Атап айтқанда, бұл бағытта металлургиялық компаниялар да жұмыс істейді.

Кез келген өндірістік үдерістегі сияқты экономика және қоршаған ортаны қорғау тұрғысынан неғұрлым тиімді технологияны таңдау өте маңызды.

Қайталама түсті металдар мен қорытпалар түсті металдарды өндіру мен тұтытуда үлкен үлесін құрайды. АҚШ-та қайталама мыс өндірісі жалпы тұтынудың 45 %-ын құрайды және таяу жылдары 60-75 %-ды құраса, Ұлыбританияда 41 %-ға жетеді, Ресейде түсті металдардың қайталама шикізатының жалпы көлемінің 40 %-ға жуығы құрамында мыс бар сынықтар мен қалдықтардың үлесіне кіреді [1]. Құрамында мыс бар қайталама шикізатты жеткізуде биметалл қалдықтары, теледидарлар, радиоқабылдағыштар сынықтары және Г класына кіретін басқа да жіктелетін қалдықтар сияқты желімді материалдар үлкен маңызға ие.

Құрамында 89-90 % темір, 8-10 % мыс және 4 % мырыш бар қайталама биметалл шикізатының әртүрлі түрлерін өңдеудің негізгі әдісі қара мысқа шахталық балқыту болып табылады. Биметалдан тек мыс жеткілікті түрде толық алынады, бірақ қождармен бірге мыстың жоғалуы 0,8-1,2 % құрайды. Болат негізді металл мен түсті биметалдың бір-бірінен толықтай бөлінуіне гидрометаллургиялық әдістерді пайдалану арқылы қол жеткізіледі. Мысалы, ол үшін темірмен өзара әрекеттеспейтін және мыс пен оның қорытпаларының селективті еруін қамтамасыз ететін аммиакты, цианды және пирофосфорлы ерітінділерді қолдану сияқты технологиялар қолданылады.

Осылайша, құрамында мыс бар қайталама шикізаттан тек мыс қана емес, оның қорытпаларын да алуға болады. Кейбір қайталама құрамында мыс бар материалдар құрамында 0,56 %-ға жуық қалайы болады. Оларды қайта өңдеу кезінде қалайының негізгі бөлігі осы металдың 3 %-ға дейінгі қождарға ауысады. Қождардан қола алу технологиясы шахталық пеште балқытуды және оны қаралы қолаға алуға дейінгі конвертерде үрледі қамтиды. Нәтижесінде қалайыны 67 %-ға дейін қаралы қолаға бөліп шығаруға болады [2].

Мыс қорытпаларын балқыту үшін сұйық немесе газ отынымен жұмыс істейтін шарпымалы пештер пайдаланылады. Ең көп таралғандары бұрылыс қозғалысты жалынды пештер. Мұндай балқыту кезінде мырыштың айтарлықтай

жоғалуы байқалады және ол маңызды кемшілік болып табылады, себебі мырыш мысты қышқылдандырады. Құрамында сутегі бар тотықсыздандырғыш атмосфера балқытылатын мыстың және оның қорытпаларының сапасына зиянды әсерін тигізеді. Мыстағы сутектің ерігіштігі 1100 және 1400 °С температураларда тиісінше 100 г металға 6 және 12 см³ шамаға жетеді [3]. Тотығу атмосферасында мыс сұйық мыста еритін тотыққа дейін тотығады, бұл мыс қорытпаларын тазарту кезінде үлкен рөл атқарады.

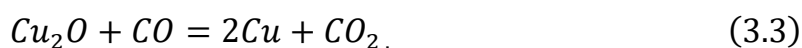
Қайталама мыстың көп мөлшерін шахталық пеште мыс қалдықтарын балқыту арқылы алады. Процестің кемшілігі: материалдарды алдын ала агломерациялау (жентектеу) қажеттілігі болып табылады, өйткені бұл дайындауға арналған қосымша қаржылық шығындарды білдіреді. Шахталық пештерге балқытуға ластанған жез, биметалл қалдықтары, сондай-ақ тотыққан шикізат түседі. Отын ретінде кокс қолданылады. Процестің температурасы 1300-1500 °С, пеште кокстың жануы есебінен газдың пайда болу реакциялары өтеді



және көміртегі оксидінің түзілуі реакциясы:



Металдар балқыту процесі кезінде негізінен олардың тотықтарының көміртегі тотығымен өзара әрекеттесуі есебінен тотықсзданады:



Флюстердің оксидтермен химиялық өзара әрекеттесуі жүреді, нәтижесінде тотық – шлак қорытпалары пайда болады. Шахталық балқыту нәтижесінде алынған қара мыс қоспалармен ластанған және оның құрамында 80-85 % мыс бар болып келеді. Сондықтан қоспалардың негізгі массасын жою үшін мыс конвертерде оттегімен үрленеді. Сонымен қатар, конвертер, қоспалардың тотығуы салдарынан бөлінетін жылу айырбастау процесінің қалыпты барысы үшін жеткілікті болған жағдайларда сынықтар мен айналым материалдарын балқытуға арналған балқыту агрегаты сияқты ішінара пайдаланылады. Қазір ғалымдар конвертер жұмысына көп жетілдірулер енгізіп, оны жаңғыртып, конвертер жұмысын басқарудың автоматтандырылған жүйесін жеңілдетуде. Қазіргі таңда кез-келген уақытта балқытудың айнымалы күйлерін болжау міндетін шешетін конвертер процесінің автоадаптивті динамикалық моделі әзірленген [4].

Конвертрлеу нәтижесінде жоғары температура және қатты тотығу ортасы жағдайында қоспалар металдар мен оксидтер бу түріндегі газдармен бірге жойылып, силикатты шлактарды құрай отырып, кремнеземді флюс балқытылады.

Алайда конвертрлеуден кейін алынған қара мыс одан әрі тазарту пешінде қоспалардан тазартылуы қажет. Шлактың конвертрлеу процесі –қайталама процесс болып табылады.

Оттық тазарту мыстан қоспалардың едәуір бөлігін алып тастауға мүмкіндік береді, ол аз күкіртті мазутпен немесе жоғары калориялы газбен жылытылатын шарпымалы пештерде жүзеге асырылады. Тазарту процесі екі сатыда өтеді: ауамен үрлеу және бүрку. Отты тазарту барысында да өз жаңалықтары бар. Мысалы, ресейлік ғалымдар тепе-тең термодинамикалық жүйеде металдарды отты тазарту тәсілін ұсынды. Әдіс металды жұқа қабатпен көлбеу асты мен тамшы бар арнайы камераға беру жолымен жүзеге асырылады. Газдар камераға фурма арқылы беріледі және келіп түсетін балқымамен тығыз тамшылы-газды тұман, тотығу-қалпына келтірудің барлық кезеңінде тамшылы – газ қоспасында металды балқыту температурасының артуын қамтамасыз ететін температураға дейін газдар мен металды жеткілікті қыздыру есебінен термодинамикалық тепе-тең болады. Ұсынылған әдіс әр қорытпаның тамшысына газдардың жылдам жетімділігі есебінен өнімділікті арттыруға бағытталған [5].

Соңғы жылдары оттегі-конверторлық өндіріс металлургия саласында біршама биіктікке жетті. Қазіргі уақытта жоғары өнімділігі бар $5 \text{ м}^3/\text{т}\cdot\text{мин}$ үрлеудің үлестік шығыны бар автотермиялық конвертерлерге үлкен көңіл бөлінді. Конвертердің жабдықтарын жетілдіру мақсатымен металлург ғалымдар конвертерде балқытудың басқару моделін ұсынды, оның негізінде ваннаның жағдайы мен сыртқы реакцияларына байланысты интерпретациялар қарастырылған [7].

Мысты конвертрлі пешті басқару үшін оңтайлы операциялық жүйені оңтайландыру бағдарламасы енгізілуде. Әдіс нейрондық желіге және жетілдірілген хаотикалық генетикалық алгоритммен комбинацияға негізделеді. Зерттеу нәтижелері конвертердің қуаты 6 %- ға өскенін, ал салқындатылған материалдардың саны 7,8 %- ға өскенін көрсетті [8].

Қазіргі уақытта гидродинамика (ГАД) және көлденең конвертерлерді одан әрі дамыту мәселелері талқылануда. Ұқсастық теориясының талаптарын сақтай отырып, физикалық модельде ГАД зерттеулері жүргізілді. ГАД барботажды агрегаттардағы жылу және масса алмасу процестерін анықтайды, оларға көлденең конвертерлер, фьюменг пештері және Ванюков пештері жатады. Көлденең және тік түрлендіргіштерде балқымаларды әртүрлі газ реагенттерімен біріктіріп үрлеу әдістері белсенді зерттеледі [9].

Жоғарыда айтылғандардан көрініп тұрғандай, шахталық балқытумен қайталама мыс шикізатын өңдеу процесі өте күрделі және технологиялық агрегаттар мен ресурстардың көп санын талап етеді. Сондай-ақ, ауыр металлургияны дамытуда үлкен қадам ретінде өз ерекшеліктері бар көлденең және тік типті конвертерлер жасады. Сондықтан мыс сынықтары мен қалдықтарын қайта өңдеу технологиясын таңдау барысында Кальдо конвертеріндегі материалдарды қайта өңдеу технологиясы қарастырылды.

Шет елдерде TBRC айналмалы конвертерлері көбірек қолданылады [10]. Конструкция қара металлургиядан алынған, онда ол "Кальдо" деп аталатын болатын өндіру үшін қолданылады.

"Кал-до" атауы шведтік металлург б. Каллингтің (B. Kalling, p.1892) және Домнарвет қаласының (Domnarvet, Швеция, 1956 жылы сыйымдылығы 27 т алғашқы осындай конвертерді пайдалануға жіберетін) процесінің өнертапқыш тегінің бастапқы әріптерінің комбинациясынан пайда болды.

Қазіргі уақытта Швецияның, АҚШ-тың, Канаданың, Австралия мен Германияның металлургиялық кәсіпорындарында жұмыс істейтін оннан астам TBRC өнеркәсіптік конвертері бар, Қазақстанда сондай-ақ осы конвертер Шымкент қаласында іске қосу жоспарлануда. TBRC конвертерлері "Толтрек интернейшнл" (Ұлыбритания) компаниясы өндіретін сыйымдылығы 0,5–50 т бар. "Драво корпорейшн" фирмасымен диаметрі 2,44 м, ұзындығы 3,66 м, пайдалы көлемі 2 м³ (16 т металл) өнеркәсіптік конвертерлер шығарылады [10]. "Рошер" зауытында TBRC конвертерінің диаметрі 3,6 м және ұзындығы 6 м, жұмыс көлемі 11-16 м³ болады. Материал фурма арқылы, ал қатты материал, сұйық шлак және штейн – тозаңдатқыштағы тесік арқылы тиеледі. Фурмалық жүйе үш су салқындатқыш фурмадан тұрады: концентраттарды (шихталарды) тиеу, флюсті тиеу, оттегі-отынды фурма. Агрегаттың айналу жылдамдығы 5 мин⁻¹, температура 1200–1250 °С аралықта сақталады. Температураны бақылау газ температурасы және шығатын газдардағы күкіртті ангидридтің концентрациясы бойынша жүзеге асырылады. Өнімділігі 300-600 кг/мин (әдетте 450 кг/мин) байытылған оттекті үрлеуде балқыту штейнге дейін балқыту циклі шамамен 3 сағатқа созылады, осы уақыт ішінде ≈ 60 т концентрат өңделеді. Бұл кезде бастапқы концентраттағы мыстың мөлшері 22,2 % балса, штейндегі мыс мөлшері 52,0 % құрайды.

Ақ матты (қара мысты) алу үшін штейнді одан әрі үрлеу (айырбастау) тиісті жабдықпен жоғарғы үрлеу технологиясы бойынша жүргізіледі. Қалдық газдар құрамында 60 % күкіртті ангидрид болады.

Кальдо процесінің негізгі ерекшелігі кәдімгі оттегі-конвертер процесімен салыстырғанда конвертердің айналу жиілігін өзгерту жолымен шлак түзуді реттеудің қарапайымдылығы болып табылады. Конвертердің үлкен артықшылығы - концентратты және құрамында әртүрлі мыс бар сынықтарды қайта өңдеудің аралас түрін қоса алғанда, материалдардың түрлі түрлерін қайта өңдеу мүмкіндігі болып табылады.

Бұл технология бастапқы мысты алу процесін айтарлықтай жеңілдетеді, өйткені күйдіру, балқыту, қалпына келтіру және айырбастау үшін жекелеген агрегаттарды пайдаланудың орнына осы төрт кезеңді біріктіретін бір агрегат, Кальдо пеші пайдаланылуы мүмкін. Бұл сөзсіз, біз қарастырған басқа әдістермен салыстырғанда әлдеқайда үнемді әдіс болып табылады.

Кальдо пеші - жоғары өнімділіктің ықшам және энергетикалық тиімді реакторы.

Конвертерлеу және тазарту сатыларында дыбыстың жылдамдығынан жоғары жылдамдықпен ауа беру үшін арнайы фурма қолданылады, сол арқылы тотығудың жоғары тиімділігі қамтамасыз етіледі.

Өзінің конструкциясының ерекшеліктерінің арқасында Кальдо пеші ең аз техникалық қызмет көрсетуді талап етеді.

Кальдо конвертеріндегі процестер балқыма ванналарының қарқынды араластырылуымен, үрлеудің оттегі әлеуетінің кең ауқымымен, сондай-ақ жергілікті футеровканың қызуының болмауымен сипатталады (тозу біркелкілігі) [10]. Кальдо конвертерінде тік конверттермен салыстырғанда аз қысымды үрлеу (300-400 кПа) қолданылады. Кальдо конвертеріндегі барлық процестерде әр түрлі отынды (табиғи газ, көмір ұсақтасы, сұйық отын) үнемді пайдалану кезінде жоғары өндірістік көрсеткіштер алынады. Тиеу кезінде үрлеу беруді толық тоқтату есебінен шаңның түзілуі айтарлықтай азаяды. Сонымен бірге, әзірлеушілер ТВРС конвертеріндегі процестер төмен энергия шығындарымен сипатталатынын ерекше атап өтеді [10].

Сонымен қатар, ескеретін жай, жылдам тоқтату және жылдам іске қосу есебінен Кальдо конвертерінде шикізаттың әр түрлі түрлерін қайта өңдеуге болады [10].

Қарастырылған конвертерлердің кемшілігіне олардың салыстырмалы (15 т дейін) аз ауқымын жатқызуға болады. Бірақ қайталама шикізаттан мыс өндіру көлемін ескере отырып, бұл өнімділік берілген талаптарға жауап береді.

3.2 Кальдо агрегатындағы физика-химиялық процестер

Кедей және бай мыс сынықтарын және мыс өндірісінің қалдықтарын өңдеу процесі мынадай негізгі операциялардан тұрады: қатты мысты тиеу, балқыту және балқыманы қыздыру, қоспаларды тотықтыру, қожды алу, мысты қышқылдандыру, конвертерлеу және мысты анодты құймаларға құю.

Шихтаны балқытқаннан кейін бірінші кезең тотығу сатысы болып табылады, ол булау ваннасын оттегімен байытылған ауамен үрлеуден басталады. Бұл ретте мыс біртіндеп оттегімен қанығады және қоспалардың тотығуы болады. Ең алдымен, балқымда мыс тотығуы реакциясы жүреді:

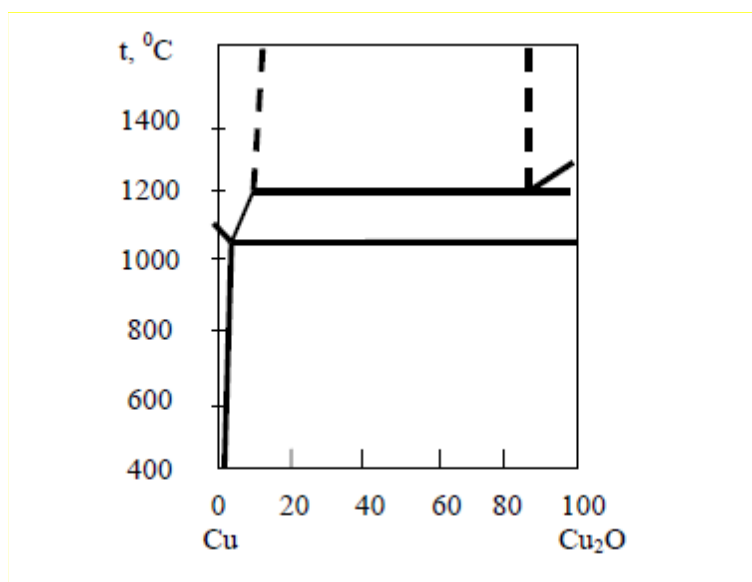


Cu_2O тотығының еруі есебінен балқытылған мыс біртіндеп оттегімен қанығады. Қоспалардың қалдық құрамы төмендегі реакцияның тепе-теңдігімен анықталады



Бұл оттегіге ұқсас, демек, оксидтердің диссоциациясының серпімділігі олардың белсенділігіне байланысты. Қоспаларды барынша толық жоюды қамтамасыз ету үшін Cu_2O диссоциациясының серпімділігі ең үлкен, ал қоспа тотығы диссоциациясының серпімділігі ең аз болуы қажет.

Диссоциациядағы Cu_2O төзімділігі мыс ваннасындағы оттегі концентрациясының (белсенділігін) артуымен өсе түседі [11]. Мыстың оттегімен қанығуы $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$ жүйесі жағдайының диаграммасымен анықталады (сурет. 1).



1 Сурет – Cu-O күй диаграммасы ($\text{Cu-Cu}_2\text{O}$ бөлігі)

Диаграммадан көрініп тұрғандай, Cu_2O тотығының металды мыстағы ерігіштігі $1150\text{ }^\circ\text{C}$ температурада $8,3\%$ ($1,04\% \text{ O}_2$), $1200\text{ }^\circ\text{C}$ температурада $12,4\%$ ($1,56\% \text{ O}_2$) екенін көре аламыз. Мыста артық Cu_2O ерімейді және балқыманың бетінде дербес қатты немесе сұйық фазаны ($1200\text{ }^\circ\text{C}$ жоғары) құрайды. Жүйеде оттегі қысымы тұрақты болып қалады, яғни мыста ерітілген оттегі концентрациясының $1,04\%$ -дан жоғары артуы Cu_2O диссоциациясының серпімділігінің артуына әкелмейді.

Мыс сынықтарын қайта өңдеу кезінде қож пайда болуы тек бос оксидтердің ғана емес, сонымен қатар оксидті эвтектикалардың жоғары балқу температурасынан кейін басталады. Бастапқы қожды балқымалардың пайда болуы - процесс жеткілікті жылдам және оның жылдамдығы шихтаның қызу жылдамдығымен жеңіл балқытатын компоненттердің балқу температурасына дейін сәйкес келеді. Еріту агрегаттарында шектелген температураларда баяу балқытын оксидтерді бастапқы қож балқымаларында еріту процестері маңызды.

Еру процестері тез балқытын компоненттердің тікелей балқымасымен салыстырғанда едәуір баяу болып табылады және диффузияның аз жылдамдығымен шектеледі.

Нақты жағдайларда сұйық еріткіште қатты фазаны еріту (еріткішпен балқыту кезінде алғашқы балқымалар болып табылады) үш кезеңде өтеді: еріткіштің қатты фазаның бетіндегі диффузиясы, еритін қосылыстың пайда болуымен реагенттердің химиялық өзара әрекеттесуі және оның ерітінді массасына диффузиясы. Сондықтан шлак түзудің соңғы жылдамдығы гидродинамикалық жағдайларға байланысты [12], яғни қатты шикіқұрам компоненттерінің және диффузиялық кедергіні жоятын сұйық балқыту өнімдерінің арасындағы массалық алмасудың қарқындылығына байланысты.

Металлургиялық пештерде шлактардың пайда болуы, әдетте, темір оксиді FeO негізіндегі темірсиликатты эвтектикалы фаялиттік құрамды немесе көп компонентті жеңіл балқитын композицияларды алудан басталады. Одан әрі оларда баяу балқитын оксидтер және бірінші кезекте кен шикізаты бар немесе кварц флюс ретінде шихтаға енгізілетін кремнеземмен бірге ериді.

Фаялит балқымасында кремнеземнің еру жылдамдығына масса алмасу қарқындылығы, флюс бөлшектерінің ірілігі және оның реакциялық қабілеті барынша әсер етеді.

Шлак пен штейндегі магнетиттің жоғары мөлшері аса қажеттілік етпейді, өйткені ол олардың физика-химиялық қасиеттеріне зиянды әсер етеді. Fe₂O₃ құрамының артуымен шлак – штейн бөлімінің шекарасында фазааралық керілу төмендейді, шлак балқымаларының тұтқырлығы артады. Мұның бәрі шлакпен мыстың жоғалуына әкеледі.

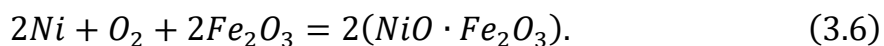
3.3 Конвертерлеу сатысында мысты қоспалардан тазарту

Темір, мырыш, алюминий сияқты қоспалар оңай және көп мөлшерде жойылады. Оларды жою үшін мыс оттегімен терең қанықтыру қажет емес. Мыстағы темірдің қалдық мөлшері 0,0011 % аспайды.

Никельді жою кезінде елеулі қиындықтар туындайды. Мұның себептерінің бірі мыс пен никель оттегіне ұқсас салыстырмалы түрде аз айырмашылық болып табылады. Басқа қоспалар болмаған кезде никель теориялық тұрғыдан тек 0,25 %-ға дейін жойылуы мүмкін.

Никельді іс жүзінде жою әлдеқайда қиын және оның қалдық құрамы әдетте 0,3-0,4 % құрайды. Оның себебі мышьяк пен сурьма бар болған жағдайда никель тотығу кезінде мыста еритін слюда деп аталатын (Cu₂O)₆·(NiO)₈·(Sb₂O₅)₂ қосылыстар түзіледі.

Нәтижесінде, никельдің толық тотығуына қарамастан, оны қара мыстан алып тастау қиынға соғады. Мысты никельден тазартуға феррит шлактарын алуға ықпал етеді, ол үшін конвертерге темір сынықтарын енгізу қажет. Реакция нәтижесінде [13]:



сұйық мыста ерімейтін никель ферриті пайда болады, бұл мышьяк және сурьма слюдасының түзілуін болдырмайды. Мыс балқыту кезінде темір сынықтарын қосу никельдің қалдық құрамын жүз пайызға дейін төмендетеді.

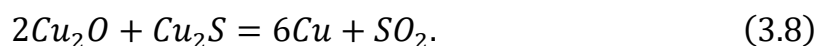
Ең қиын жойылатын қоспалар – мышьяк және сурьма. Оларды тазарту кезінде ажыратып алу негізінен ұшатын төмен оксидтердің (As_2O_3 және Sb_2O_3) булануы есебінен жүргізіледі. Сондықтан тотығудың бастапқы сатысында бұл оксидтер өте қарқынды жойылады.

Мыстың едәуір тотығуы кезінде олар бастапқы мыста (оның ішінде мышьяк, сурьма және қорғасын слюдалары түрінде) еритін ұшпайтын As_2O_5 және Sb_2O_5 оксидтеріне өтеді. Мышьяк пен сурьманы оттегінің тепе-тең парциалды қысымын басқара отырып жақсартуға болады. Ол As_2O_3 диссоциациясының серпімділігінен біршама асып түсуі қажет, бірақ As_2O_5 диссоциациясының серпімділігінен аз болуы керек.

Қорғасынды жою кезінде бірнеше қиындықтар туындайды. Мыспен салыстырғанда қорғасын оттегіге ұқсас. Алайда, бұл айырмашылық тым үлкен емес. Бұдан басқа, қорғасын оксиді түзілетін, мыстан артық тығыздыққа ие, балқыманың бетіне шықпайды. Бұл қиындықтарды жою үшін кварц флюсі қолданылады. Бұл жағдайда пайда болатын глет силикат жасай отырып, SiO_2 -мен өзара әрекеттеседі:



Силикаттың пайда болуы шлақтың көбеюін жеңілдетеді, силикаттың тығыздығы глетпен және шлакпен салыстырғанда аз. Мысты қорғасыннан тазартуды силикатты шлактарды ала отырып жүргізу қажет. Қиын жойылатын қоспаларға висмут да жатады. Ондағы қара мыстың мөлшері әдетте өте аз және ол толығымен балқымда қалады. Тотығу сатысында мына реакция бойынша күкірт жойылады:



Мыс оксиді мен сульфидінің өзара әрекеттесу реакциясы толық аяқталмайды, өйткені терең ваннада оның өтуі үшін атмосфера қысымынан және реакцияның өту нүктесіндегі мыс бағанасының гидростатикалық қысымынан асатын SO_2 жеткілікті жоғары тепе-теңдік қысымы қажет. Мыстың үлкен тығыздығы кезінде 1 м ваннаның тереңдігі кезінде гидростатикалық қысым 70 кПа-дан асады, оған іс жүзінде қол жеткізілмейді.

Мыс, мырыш, қорғасын және алюминий қоспаларынан тазарту тотығу операциясының нәтижесінде толығымен дерлік жойылады. Никель, мышьяк және сурьма қара мыста жоғары болғанда тек біраз бөлігі ғана жойылады, ал төмен болғанда мыста толық қалады. Сонымен қатар күкірт те жойылады. Висмут, селен және теллур қоспалары ең қиын жойылатын металдар. Олар

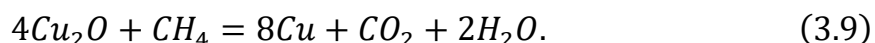
толығымен балқытылған мыста қалады. Алтын, күміс және платина тобының металдары процесте мыста толығымен сақталады.

3.4 Мысты тотықсыздандыру және газдардан тазарту

Мыспен салыстырғанда оттегіге көп тектес қоспалардың көп бөлігін алып тастағаннан кейін онда оттегінің едәуір мөлшері (0,5-0,9 %) және ерітілген газдар (SO₂ және т.б.) қалады. Келесі операцияға кіріспес бұрын ваннаның бетінен қожды мұқият алып тастайды, әйтпесе қождағы оксидтер қалпына келтіріледі және қоспалар металл мыста қайта ерітіледі. Тотығу кезеңінің соңында, металл қоспалары жанып, демек, Cu₂O оттегі олардың тотығуына жұмсалады, мыстағы Cu₂O концентрациясы қанығу шегіне тез жетуі мүмкін (1150 °C кезінде 8,3 %).

Мысты тотықтырып үрлеу мен қожды алу аяқталғаннан кейін Cu₂O тотықсыздандыру (мысты қышқылдандыру) және ерітілген газдарды алып тастау жүргізіледі [13]. Бұл операция екі рет жүргізілетін сатылардан тұрады – тығыздығын және иілгіштігін арттыру. Тығыздықты арттырудың негізгі мақсаты – мыстан күкірт пен ерітілген газдарды алып тастау. Бұл үшін балқытылған мыс пен газды араластырады, бұл ең алдымен мыс алу үшін қолайлы жағдай жасайды. Тығыздықты арттыру кезінде мыс оксидінің терең қалпына келтірілуіне және пеште қатты қалпына келтіру атмосферасын құруға жол бермеу керек, себебі бұл SO₂ қалпына келтірілуі және күкірттің мысқа қайта қонуына әкелуі мүмкін. Басқаша айтқанда, осы кезеңдегі мыс ерітілген оттегінің жеткілікті мөлшерін қамтуы тиіс. Мысты үрлеу үшін ағашты құрғақ айдаудың газ тәрізді өнімдерін, табиғи газды (жақсы конверсияланған), мұнайды айдаудың өнімдерін пайдаланады. Тазартудың осы кезеңінде көптеген зауыттарда оттегі станцияларында жанама өнім ретінде алынатын азотты пайдалану орынды.

Балқытылған мысты Cu₂O қалпына келтіру газдарымен өңдеу кезінде тығыздыққа бөгелу сатысында қалпына келтіру басталады. Тығыздықты арттыру операциясы аяқталған соң иілгіштігін арттыру операциясы жүргізіледі. Бұл операцияның мақсаты – барлық қалған Cu₂O тотықсыздандыру болып табылады:



Тығыздықты арттыру операциясына қарағанда, иілгіштігін арттыру операциясы күшті тотықсыздандыру атмосферасында жүзеге асырылады. Тотықсыздандырғыш ретінде табиғи газ пайдаланылады.

3.5 Шикізат базасы, шикізаттың сипаттамасы

Жобаланатын цехта қара мысты өндіру үшін шикізат ретінде:

- құрамында кемінде 92 % мыс бар А класты, 3 сұрыпты бай мыс сынықтары;

- құрамында мыстың орташа мөлшері 65 % Г класты, 3 сұрыпты кедей мыс сынықтары пайдаланылады [15].

Шикізат өңдеуге пакеттелген түрде сұрыптау және пакеттеу бөлігінен өздігінен тиелетін контейнерлерде түседі.

Қожды құру үшін конвертерге қоймадан келетін келесі технологиялық материалдар жүктеледі [16]:

- құрамында 98 %-дан төмен емес Fe бар темір сынықтары (үгінділер немесе жоңқалар). Бөлшектер өлшемі 0,5-2,0 мм;

- құрамында кемінде 80 % SiO₂ бар кварцты флюс. Бөлшектер өлшемі 0,5-2,0 мм.

3.6 Кальдо конвертері

Конвертер еңіс және айналу жетектері бар бөшкеден, орын ауыстыру механизмдері бар фурмадан, шығатын газдардан және конвертердің қаптамасынан тұрады.

Конвертердің бөшкесі алмұрт тәрізді пішінді және ішінде отқа төзімді қаптаманың екі қабатымен футерленген болат қаптамадан тұрады. Ішкі қабат қожды балқытуға төзімді хромагнетит кірпішімен жасалған. Қаптамасы жаңа кезінде балқыма бойынша конвертердің сыйымдылығы 2 м³ құрайды. Тозған хромомагнетит футеровкасын жылына 3 рет ауыстыру көзделуде. Конвертердің жұмыс уақытының жылдық қоры регламенттік жөндеу жұмыстарын жүргізуді есепке ала отырып, 320 тәулікті құрайды.

Конвертердің бөшкесі өз осінің айналасына минутына 20 айналым жасайды. Айналу жиілігі өзгертін электр сымымен қамтамасыз етіледі.

Электр жетегінің көмегімен конвертердің бөшкесі тиеу жағдайында 300 градусқа еңкейтілуі мүмкін, бөшкенің осі көкжиек сызығына 28 градусқа еңкейтілген.

Конвертер бөшкелердің газ кеңістігіне мойыны арқылы енгізілетін екі фурмамен жабдықталған. Бір фурма – балқыту фурмасы, табиғи газ бен оттегіні беруге арналған. Фурмада оттегі бар табиғи газдың неғұрлым сапалы жануын қамтамасыз ететін арнайы ұштығы бар. Табиғи газ бойынша фурманың өнімділігі минутына 0-ден 10 нм³-ге дейін өзгеруі мүмкін.

Екінші фурма – мыстың бетінде болатын, қож қабатын өткізетін жоғары жылдамдықты ағынын қалыптастырумен ауа конвертеріне беруге арналған конвертерлеу фурмасы. Ауа бойынша фурманың өнімділігі минутына 30 нм³ дейін.

Мыс сынықтарынан алынатын газдардың, оның ішінде ұшатын металдардың буларынан тотығу процесі, негізінен, шығатын газдардың газ жолдарында жүреді. Бұл кезде газ жүрісіне конвертер бөшкелерінен қылтасы

арқылы шығарылатын газдар да, газ жүрісіне мойын мен газ жүрісінің арасындағы саңылау арқылы түсетін ауа да түседі. Жоғары температуралы газдарды соратын ауамен араластыру тотықтандырылатын компоненттердің сенімді күйін қамтамасыз етеді.

Газ құбыры айналмалы сумен салқындатылады және жойылатын газбен жанасатын оттық бетінің отқа төзімді және коррозияға төзімді футеровкасы болады.

Конвертер желдетілетін қаптамаға салынған, ол цех ғимаратының жұмыс ортасын конвертердің жұмыс процесінде пайда болатын шаң мен зиянды заттардың түсуінен сақтайды.

3.6.1 Газ жою және шығатын газдарды тазарту жүйесі

Жүйе конвертердің шығатын газдарының газ жүрісіне қосылған және аспирациялық газдардың газ жүрісі бойынша конвертердің қаптамасынан шығарылатын аспирация газдары бар технологиялық газдардың араластырғышына газдарды тасымалдауға арналған технологиялық газдан тұрады.

Газ қоспасының температурасын реттеу үшін, технологиялық газдардың газ жолында ауаны реттелетін сору клапаны орнатылған. Технологиялық және аспирациялық газдардың газ трактілерінің жұмысын келісу үшін реттеуші клапан орнатылған.

Ыстық технологиялық газдар салқын аспирациялық газдармен ығысқаннан кейін газдардың қоспасы жеңдік сүзгішке түседі. Онда газ шаңнан тазартылады. Шаң-ұшпа материалдар оксидтерінің қоспасы, негізінен мырыш тотықтарынан тұрады.

Газды жолдар бойынша және жеңдік сүзгі арқылы тасымалдауды қамтамасыз ету үшін жүйе кесетін клапандар жүйесі бар екі (жұмыс және резервтік) түтін сорғыштармен, сондай-ақ жеткізуші және шығарушы газ құбырларымен жабдықталған. Тазартылған газ атмосфераға шығарылады.

3.6.2 Кальдо конвертерін жүктеу жүйесі

Барлық технологиялық материалдар мен мыс сынықтарының брикеттері өндіріс корпусына шикізат пен шихта материалдарының бөлігіне автокөлікпен түседі. Мыс сынығы жабық өздігінен тиелетін контейнерлерде жеткізіледі. Шихта материалдары, кедей және бай сынықтар бөлек сақталады. Конвертерге тиеу үшін шихтаның әрбір порциясы фронтальды тиегіштің көмегімен тікелей скипті көтергіш шөміште дайындалады. Тиелетін материалдардың салмағы скипті көтергішпен жабдықталған өлшеу құрылғысының көмегімен өлшенеді.

Бос конвертерге түсетін шихтаның бірінші порциясы тек флюстік материалдардан тұрады. Флюстерді тиегеннен кейін ғана мыс сынықтарының брикеттерін тиеуге жол беріледі. Мұндай реттілік конвертерді сынық брикеттерімен футеровканың бұзылуына жол бермеуге мүмкіндік береді.

Скипті көтергіш шөмішінің сыйымдылығы 1 м³ құрайды. Скип жүктелген материал бағыттаушы бойынша көтеріледі және конвертер қаптамасының тиеу ойығына ашылатын люк арқылы кіреді, содан кейін тұрақ жағдайында тоқтатылады. Люк жабылғаннан кейін ғана және конвертердің конвертерге материалдарды түсіру жағдайында оның аузы арқылы болған жағдайда. Скип босатылғаннан кейін конвертер жұмыс жағдайына қайтарылады, тиеу ойығының люгі ашылады және скип материалдарды қабылдау жағдайына қайтарылады.

3.6.3 Айналмалы сумен жабдықтау жүйесі

Айналмалы сумен жабдықтау жүйесі конвертер жабдығын салқындатуға арналған және конвертердің аса жауапты учаскелерін салқындатуды қамтамасыз ететін екі ішкі контурдағы су тұйық циклде айналатын және жылу алмастырғыштар арқылы сыртқы контурдағы сумен салқындатылатын қазіргі заманғы екі контурлы ағынсыз жүйені білдіреді.

Ішкі контурлар екі тәуелсіз айналым контурынан тұрады, олардың біреуі конвертердің фурмасын салқындатуға арналған, екіншісі конвертердің шығатын газдарының газ кірісін салқындатуға арналған. Осы контурлардың әрқайсысы өз айналмалы сорғылармен, клапандар жүйесімен, реттегіштермен және бекіткіш арматурамен қамтамасыз етілген.

Сыртқы контурда айналатын су ауамен жылу алмасу және су бөлігінің булануы есебінен градирнада салқындатылады. Градирня жылу алмастырғыштардан градирнеге ыстық су беруге және градирниядан сол жылу алмастырғыштарға суық су беруге арналған сорғылармен жабдықталған.

Градирняда буланған судың шыққан бөлігі сыртқы су өткізгіштен, сорғылар жүйесінен, клапандар мен реттегіштерден, судың тұрақты қысымы 500 кПа сақталатын суға арналған қысымды бактан тұратын қоректендіру жүйесімен толықтырылады. Қоректендіру жүйесі сыртқы және ішкі айналмалы контурларды сумен бастапқы толтыру мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Сыртқы және ішкі контурларда айналатын су механикалық тазалау сүзгілерінде тазартылады.

3.6.4 Технологиялық ауаны беруді дайындау және реттеу жүйесі

Жүйе конвертердегі мысты тотықтырып үрлеу кезеңінде конвертерлеу фурмасының жұмысын қамтамасыз етуге, сондай-ақ газ жою және шығатын

газдарды тазарту жүйесінде түтік сүзгіштің жұмысын қамтамасыз етуге арналған.

Жүйе екі компрессордан, кесетін шарлы клапаннан, ресиверден, қысымды реттегіштен, түсіру клапанынан, инелі клапаннан, поршеньді тиек клапанынан және шарлы клапаннан тұрады.

Компрессор оның ең жоғары өнімділігінен асатын ауаны тұтыну ұлғайған кезде автоматты түрде қосылады. Компрессор өзінің мақсатына сәйкес мынадай режимдерде пайдаланылуы мүмкін: жүктеме, бос жүріс (босату), уақытша ажырату. Жүйе 700 кПа ресивердегі қысым және 60 кПа ауа өткізгіштегі қысым кезінде шығыны 40 $\text{нм}^3/\text{мин}$ дейін конвертерге ауа беруді реттеуді қамтамасыз етеді.

3.6.5 Технологиялық оттегіні беруді дайындау және реттеу жүйесі

Жүйе конвертердің бөшкесінде шихтаны қыздыру және балқыту кезеңінде ең жоғары жылу тиімділігі бар табиғи газды жағу үшін пайдаланылатын технологиялық оттегімен балқыту фурмасының жұмысын қамтамасыз етуге арналған.

Жүйе үрлеу білтесіне газ беруді ауыстырып қосуға арналған шар жапқыштан, оттегіге арналған бақылау клапанынан (электр жетегі бар шығысты реттегіш) тұрады.

Жүйеге оттегіні берер алдында оны азотпен үрлеу жүргізіледі. Жүйені үрлеу үшін азотты беру баллоннан шар қақпағы және дискілік бекіту клапаны арқылы жүзеге асырылады. Жүйенің жұмыс режимдерін ауыстырып қосу үш жүрісті клапанның, дискілі бекіту клапанының көмегімен жүзеге асырылады.

Жүйе 500 кПа қысымы кезінде 40 $\text{нм}^3/\text{сағатқа}$ дейін шығынмен оттегінің жанарғыға берілуін қамтамасыз етеді.

3.6.6 Табиғи газды беруді дайындау және реттеу жүйесі

Жүйе шихтаны қыздыру және балқыту кезеңінде конвертерді балқыту фурмасының жұмысын отынмен – табиғи газбен қамтамасыз етуге арналған.

Жүйе жүйеге кіруде орнатылған және оны сыртқы газ құбырынан ажырататын шар жапқыштан, қысымды реттегіштен, шар клапанынан, инелі клапаннан, электр жетегі бар шығысты реттегіштен, поршеньді тиекті клапаннан және шар жапқыштан тұрады.

Жүйе 400 кПа қысымы кезінде 40 $\text{нм}^3/\text{сағатқа}$ дейінгі шығынмен жанарғыға табиғи газды беруді қамтамасыз етеді.

3.6.7 Қож және мыс құймаларын тасымалдау жүйесі

Жүйе конвертерден мыс және үйінді қожы бар шөміштері бар құймақалыптар беруге арналған. Жүйе электр жетегі бар вагонетканы және екі тіркемелі арбаны, мысқа арналған 12 сауыт, қожға арналған 4 шөмішті қамтиды. Технологиялық ыдысты балқыманы толтыруға арналған конвертерге берер алдында бариттің су суспензиясымен өңдейді, ол барит араластырғышында дайындалады және сақталады. Металл қалыптар мен шөміштерді арбаға орнатады және одан көпірлі кранмен шешеді.

Шөміште қожды қатырғаннан кейін шөміш қожды жинау алаңына ашалы тиегішпен тасымалданады, онда шөміш босайды, содан кейін өндірістік корпусқа қайтарылады. Мыс құймаларын қалыптардан көпірлі кранның көмегімен шығарып алады және айырлы тиегіштің көмегімен дайын өнімді жинау және тиеу алаңына тасымалдайды, мұнда мыс құймаларын платформалы таразыларда өлшейді, таңбалайды және тұтынушыға жөнелтуге дайындайды.

3.7 Кальдо технологиялық процесінің сипаттамасы

3.7.1 Конвертерді жүктеу

Конвертерден дайын кара мысты құйғаннан кейін конвертер бөшкесі шихтаны тиеу үшін тік күйге орнатылады. Бұл ретте конвертердің бөшкесінде балқыманы конвертерлеу кезеңінде пайда болған алдыңғы операциядан қатты қож болады. Бұл шлакты конвертерде қалдыру керек, өйткені оның балқуы мен кедейленуі экономикалық тұрғыдан қарайтын болсақ, тиімді емес және ұзақ уақытты талап етеді, нәтижесінде мыс сынықтарын өңдеу бөлімінің өнімділігі төмендейді. Сонымен қатар, шлак брикеттермен отқа төзімді футеровканың бұзылуын болдырмайды. Осы мақсатта бөшкеге тиеудің басында тек сусымалы материалдарды (кварцты флюс, әк және темір лом) енгізеді. Процестің басында жалпы 4 скип жүктеледі, ол шамамен 30 минут уақыт алады. Шихта құрамы фаялит ($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) негізінде шлак және құрамында 75 % мыс бар балқымасы алынатындай есептеледі [17].

Скипін толтыру кезінде конвертердің бөшкесі жұмыстық қалпына келтіріліп, шихта балқу фурмалары арқылы конвертерге берілетін оттегімен табиғи газды жағумен жылытылады. Бұл кезде бөшкенің айналу жылдамдығы 0-1 айн/мин құрайды.

3.7.2 Шихтаны балқыту

Бірінші тиеуді аяқтағаннан кейін табиғи газ бен оттегінің шығыны ең жоғары мәндерге дейін артады, ал айналу жылдамдығы біртіндеп 5-10 айн/мин

дейін артады. Конвертердегі балқыту температурасы балқыту кезеңінің соңында шамамен 1250 °C құрайды.

Шихтаны балқытқаннан кейін пайда болған шлак құрамында 0,5 % мыс болады және бұл шлак үйінді болып есептелінеді. Оны қожды ожауға құйып алады, бұған шамамен 15 минут уақыт қажет болады.

Қожды құйғаннан кейін конвертерге шихтаның келесі порциясын жүктейді. Екінші рет тиелген шихта балқытылғаннан кейін үйінді қожды қайта құйып алады, одан кейін конвертерлеуге қажетті уақытты анықтау мақсатында мыстың сынамасын алады және балқыманы конвертерлеуге кіріседі.

3.7.3 Конвертерлеу

Бқл процесті конвертердің фурмасы арқылы ауа берумен жүргізеді. Осы кезеңде бөшкенің айналу жылдамдығы 15 айн/мин құрайды. Үрлеу кезінде процестің аяқталу уақытын анықтау мақсатында экспресс-талдау жүргізу үшін мыс сынамасын кезең-кезеңімен іріктеп алады.

Балқытудың бұл кезеңінде мыс балқымасын қоспалардан тазартып, ұшатын металдарды (Zn, Pb, Sn) негізінен газ фазасына және жартылай шлакқа ауыстырады [17], аз ұшатын компоненттер (Fe, Bi, Ni, Al, Si, Mg және басқалар) тотықтарға ауысып, бұл тотықтардың қоспасы конвертерлік шлак түзеді.

Газ фазасына өтетін ұшқыш металдар конвертерлеу фурмасы арқылы берілетін ауа оттегімен тотығады. Ұшырындардың соңғы тотығуы конвертердің бөшкесінің мойны мен газ жолдары арасындағы саңылау арқылы сорылатын ауадағы оттегімен жүзеге асырылады.

Қажет болған жағдайда температураны төмендету мақсатымен конвертерге салқындатқыш сынықтар салады, олар тек жоғары сапалы болуы тиіс. Құрамында кемінде 98 % мысы бар сынықтарды пайдалану қажет. Процестің соңында құрамында 99 % негізгі металл бар мыс және аз мөлшерде қатты конвертерлік шлак түзілуі тиіс. Мыс қалыптарға құйылады, ал шлак конвертерде қалып, келесі циклдің бір бөлігін құрайды.

3.7.4 Балқыту циклінің ұзақтығы және қаралы мыс бойынша өнімділігі

Кедей және бай мыс сынықтарын балқытып, 13 тонна қара мыс алу үшін келесі болжамды ұзақтықта операциялар жүргізілуі тиіс, мин:

- шихтаның алғашқы жүктелуі	30
- балқыту және екінші рет тиеу	120
- шлақты құйып алу	15
- конвертерлеу және салқындатқыш сынықтарды тиеу	120

- мысты құйып алу	15
- резерв және ескерілмеген операциялар	60
Жалпы:	360

Циклдің және ондағы жекелеген операциялардың ұзақтығы өңделетін сынықтың сапасымен анықталады. Тәулігіне орташа 4 балқыту жүргізіледі.

Балқыту циклінің ұзақтығы (6 сағат) бойынша келтірілген деректерге және 320 тәулікті құрайтын конвертердің жұмыс уақытының жылдық қорына сүйенсек, бір балқытудағы бастапқы мыстың есептік санына байланысты 13 тонна, қаралы мыс бойынша бөлімшенің ең жоғары есептік өнімділігі (өндірістік қуаты) жылына 16640 т құрайды.

Техникалық ғимараттың жобалау шарттары бойынша талап етілетін өнімділік 15000 т қаралы мысты құрайды, бұл жобалық көрсеткіштерге жеткен кезде жылдық өнім бойынша бөлімшенің 90 % қуатын пайдалануға сәйкес келеді.

3.8 Технологиялық процестерді есептеу

3.8.1 Материалдық балансты есептеу

Есептеу Кальдо агрегатындағы бастапқы мыстың жылына 15000 т өнімділігіне жүргіземіз. Өндірістік деректерге сәйкес материалдардың бастапқы құрамы 3.1-кестеде келтірілген.

3.1 Кесте – Бастапқы материалдың құрамы

Аталуы	Cu,%	Zn,%	Pb,%	Sn,%	Fe,%	SiO ₂ ,%	CaO,%	Басқалары,%
Кедей сынықтар	65,00	27,60	2,60	1,70	1,00			2,10
Бай сынықтар	92,00	5,30	1,00	0,60	0,20			0,90
Темір сынықтары					98,00			2,00
Кварцты флюс						80,0		20,00
Әктас							4,0	6,00

100 т шихтаға қайталама мыс шикізатын балқытуға арналған шихтаның құрам келесідей қабылдаймыз, %: 90 кедей және бай сынықтардың қоспалары; 5 темір сынығы; 4,5 кварц флюсі; 0,5 әк.

Балқытуға 1,4: 1 қатынасында кедей және бай мыс сынықтары түседі. Мыс сынықтарының жалпы саны 90 % құрайды, кедей сынықтардағы мыс құрамы 65-65,2 % шегінде өзгереді, мыс мөлшерін 65 % деп қабылдаймыз. Сонда, сынықтардағы мыстың мөлшері мынаған тең болады:

$$37 \times 0,65 = 24 \text{ т.}$$

Кедей сынықтағы мырыш мөлшері өндірістік деректерге сәйкес 27-28,1 % шегінде өзгереді, мырыштың бұл мөлшерін 27,6% деп қабылдаймыз. Сонда кедей сынықтағы мырыш мөлшері:

$$37 \times 0,276 = 10,2 \text{ т.}$$

Кедей сынықтағы қорғасынның құрамы 2,5-2,7 % аралығында өзгереді, сонда сынықтағы қорғасынның мөлшерін 2,6 % деп қабылдаймыз. Осыдан, сынықтағы қорғасынның мөлшерін анықтаймыз:

$$37 \times 0,026 = 0,96 \text{ т.}$$

Бай мыс сынықтарындағы мырыштың мөлшері 5,2-5,3 % аралықта өзгереді, сонда мырыштың мөлшерін 5,3 % деп қабылдаймыз. Осыдан, сынықтағы мырыштың мөлшерін анықтаймыз:

$$53 \times 0,53 = 2,8 \text{ т.}$$

Бай мыс сынықтарындағы қорғасынның мөлшерін 1 % деп қабылдаймыз, онда бай сынықтағы қорғасынның мөлшері мынаған тең болады:

$$53 \times 0,01 = 0,53 \text{ т.}$$

Бай мыс сынықтарында қалайы мөлшері 0,6 %-ға тең. Тиісінше, сынықтағы қалайының мөлшері мынаған тең болады:

$$53 \times 0,006 = 0,318 \text{ т.}$$

Бай сынықтарындағы темірдің мөлшері 0,2 % деп қабылдаймыз. Сонда бай мыс сынығындағы темірдің мөлшері мынаған тең:

$$53 \times 0,002 = 0,106 \text{ т.}$$

Флюс ретінде пешке темір сынықтары, кварц флюсі, әктас салынады.

Өндірістік деректер бойынша темір сынығындағы темір мөлшері 98 %-ға тең деп қабылдаймыз. Сонда темір сынығындағы темірдің мөлшері мынаған тең болады:

$$5 \times 0,98 = 4,9 \text{ т.}$$

Кварц флюсіндегі SiO_2 мөлшері 80 %-ға тең деп қабылдаймыз. Сонда SiO_2 мөлшері мынаған тең болады:

$$4,5 \times 0,80 = 3,6 \text{ т.}$$

Өндірістік деректер бойынша әктегі CaO мөлшері 94 % құрайды, тиісінше CaO мөлшері мынаған тең болады:

$$0,5 \times 0,94 = 0,48 \text{ т.}$$

Барлық компоненттердің қара мысқа алынуын есептейміз.

Мыстың 99,4 %-ы қара металға өтеді деп қабылдаймыз және осыдан осы мыстың мөлшерін анықтаймыз:

$$72,76 \times 0,994 = 72,32.$$

Қара мыстың құрамында мыстың мөлшері 99,0 % құрайтынын есепке ала отырып, бастапқы мыстың жалпы мөлшерін қоспалармен бірге есептеуге болады:

$$\frac{72,03 \times 100}{99,0} = 72,75.$$

Қара мысқа келесі қоспалар өтеді: мырыш, қорғасын, қалайы және темір.

Осы металдардың қара мысқа өту шамаларын келесідей қабылдаймыз: қорғасын мен қалайының 11 %-ы қара мысқа өтеді, мырыштың 0,5 %-ы, темірдің 1,4 %-ы қара мысқа өтеді.

Сонда қара мысқа өткен қорғасынның мөлшері мынаған тең болады:

$$11 \times 0,0149 = 0,16 \text{ т.}$$

Қара мысқа өткен қалайының мөлшері мынаған тең болады::

$$11 \times 0,00948 = 0,1 \text{ т.}$$

Мырыштың қара мысқа тек 0,5 %-ы өтеді, сәйкесінше бұл металдың қара металдағы мөлшері мынаған тең болады:

$$0,5 \times 0,1301 = 0,065 \text{ т.}$$

Қара мысқа өткен темірдің мөлшері құрайды:

$$1,4 \times 0,05376 = 0,075 \text{ т.}$$

Барлық компоненттердің шлакқа алынуын есептейміз.

Мыстың жалпы мөлшері 72,76 т екенін ескере отырып, оның 0,08 %-ы қожға өтеді деп қабылдаймыз. Осыдан қождағы мыстың мөлшерін анықтаймыз:

$$0,08 \times 0,7276 = 0,058 \text{ т.}$$

Қожға мырыш, қорғасын, қалайы, темір, SiO_2 және CaO өтеді.

Біз мырыштың 11,5 %-ы, қорғасынның 16,5 %-ы, қалайының 13,4 %-ы, темірдің 94 %-ы, кремний қостотығының 97,4 %-ы, кальций тотығының 98 %-ы шлакқа өтеді деп қабылдаймыз.

Сонда, қожға мырыштың өткен мөлшері:

$$13,01 \times 0,115 = 1,5 \text{ т.}$$

Қорғасынның 16,5 %-ы шлакқа өтеді деп, шлактағы қорғасын мөлшерін табамыз:

$$1,49 \times 0,165 = 0,25 \text{ т.}$$

Шлакқа өткен қалайының мөлшері:

$$0,948 \times 0,134 = 0,127 \text{ т.}$$

Шлакқа өткен темірдің мөлшері мынаған тең болады:

$$5,376 \times 0,94 = 5,053 \text{ т.}$$

Кремнийдің қостотығы шлакқа толығымен дерлік өтетінін ескерсек, оның мөлшері мынадай болады:

$$3,6 \times 0,974 = 3,5 \text{ т.}$$

Кальций тотығының 98 % -ы шлакқа өтеді, сонда осы шлактағы CaO мөлшері:

$$0,48 \times 0,98 = 0,47 \text{ т.}$$

Шихтаның негізгі компоненттерінің шаңға шығарылуын есептейміз. Шаң - жанама тауар өнімдеріне жатады, себебі ол мырышқа бай болады.

Жалпы мыстың мөлшері 72,76 т-ға тең екенін ескере отырып, мыстың шаңға өтуін 0,48 % деп қабылдаймыз және осыдан шаңдағы мыстың мөлшерін табамыз:

$$0,48 \times 0,7276 = 0,349 \text{ т.}$$

Мыстан басқа шаңға мырыш, қорғасын, қалайы, темір, кремний қостотығы және кальций тотығы өтеді.

Осы элементтердің шаңға өтуін келесідей қабылдаймыз: 88,0 % мырыш, 70,0 % қорғасын, 76,5 % қалайы, 4,6 % темір, 2,48 % кремний қостотығы, 2 % кальций тотығы шаңға өтеді.

Осы деректерді ескере отырып, шаңға өткен мырыштың мөлшерін табамыз:

$$13,01 \times 0,88 = 11,449 \text{ т.}$$

Қорғасын көп бөлігі шаңға шығарылады. Сонда оның шаңдағы мөлшері:

$$1,49 \times 0,70 = 1,043 \text{ т.}$$

Шаңға шығарылған қалайының мөлшері мынаған тең болады:

$$0,948 \times 0,765 = 0,725 \text{ т.}$$

Темір шаңға мынадай мөлшерде өтеді:

$$5,376 \times 0,046 = 0,247 \text{ т.}$$

Шаңға өткен кремний қостотығының мөлшері:

$$3,6 \times 0,0248 = 0,1 \text{ т.}$$

Кальций тотығының 2 % -ы шаңға өтеді, сонда оның мөлшері мынаған тең болады:

$$0,48 \times 0,02 = 0,01 \text{ т.}$$

Алынған мәліметтер негізінде балқытудың материалдық балансын құрастырамыз [18], нәтижелерді төмендегі кестеге енгіземіз.

3.2 Кесте – Балқытудың материалдық балансы

Аталуы	Мөлшері, т	Cu		Zn		Pb		Sn		Fe		SiO ₂		CaO		басқалары	
		%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%	т	т	
Шығуы:																	
Кедей мыс сынықтары	37	65,0	24,0	27,60	10,20	2,60	0,962	1,70	0,63	1,0	0,37						0,833
Бай мыс сынықтары	53	92,0	48,76	5,30	2,81	1,0	0,53	0,60	0,318	0,20	0,106						0,476
Темір сынықтары	5									98,00	4,90						0,10
Кварцты флюс	4,5											80,00	3,60				0,90
Әк	0,5													94,00	0,48		0,02
Жалпы:	100		72,76		13,01		1,49		0,948		5,376		3,60		0,48		2,33
Кіруі:																	
Қаралы мыс	72,75	99,0	72,32	0,09	0,65	0,22	0,16	0,14	0,10	0,10	0,075						0,03
Үйінді қож	12,865	0,45	0,058	11,66	1,50	1,94	0,25	0,99	0,127	39,25	5,053	27,2	3,50	3,65	0,47		1,91
Шаң	14,322	2,49	0,349	81,58	11,449	7,43	1,043	5,17	0,72	1,92	0,247	0,63	0,10	0,07	0,01		0,40
Жоғалулар	0,063		0,03				0,033										
Жалпы:	100		72,76		13,01		1,49		0,948		5,376		3,6		0,48		2,33

3.8.2 Жылу балансын есептеу

Жылу балансын есептеу технологиялық процесс жүзеге асырылатын Кальдо агрегаты үшін жүргізіледі. Технологиялық есептеу негізінде процестің технологиялық көрсеткіштерін анықтаймыз.

Технологиялық есептеулердің нәтижелері бастапқы шикізаттың 100 т орындалған жылу балансының кестесіне енгізіледі.

Жылу балансы кіріс және шығыс бөліктерінен тұрады. Баланстың кіріс бөлігіне кіреді:

- қатты шихтаның физикалық жылуы;
- экзотермиялық реакциялардың жылуы;
- табиғи газдың және оттегінің физикалық жылуы.

Жылу балансының шығыс бөлігіне кіреді:

- мыс пен қождың физикалық жылуы;
- эндотермиялық реакциялардың жылуы;
- газдармен және шаңмен кететін физикалық жылу;
- сыртқы ортаға жылу шығыны.

Бастапқы материалдар мен алынатын өнімдердің физикалық жылуы (Q , кДж) массаның (m , кг) немесе көлемнің массалық (көлемді) меншікті жылу сыйымдылығына (C , кДж/кг·град) көбейтіндісі ретінде анықталады және 3.10 формуласы бойынша есептеледі [18]:

$$Q = C \times m \times t. \quad (3.10)$$

Жылу келуі.

1 Қатты шихтаның физикалық жылуы. Шихтаның меншікті жылу сыйымдылығын анықтамалық деректер негізінде анықтаймыз

$$Q_1 = 0,82 \times 100 \times 20 = 1640 \text{ кДж.}$$

2 Табиғи газдың жылуы. Есепті табиғи газдың 100 тоннасына жүргіземіз. Технологиялық деректер бойынша құрамында 98,5-98,6 % CH_4 бар табиғи газдың жану жылуы $7955 \times 4,186 = 33299,63$ кДж/м³ шамасына тең [19]. Сонда табиғи газдың физикалық жылуы мынаған тең:

$$Q_2 = 33299,63 \times 8,0 = 266397,04 \text{ кДж.}$$

3 Жануға шығындалатын оттегінің физикалық жылуы:

$$Q_3 = 1115,2 \times 20,0 = 22304,347 \text{ кДж.}$$

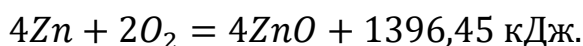
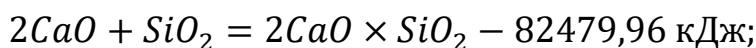
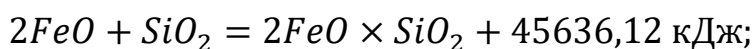
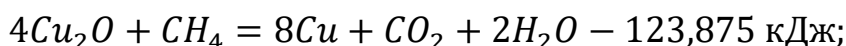
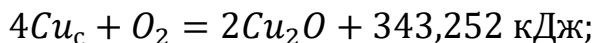
4 Жануға түсетін ауаның физикалық жылуы. Ауаның жылусыйымдылығы 270,048 кДж/нм³ шамасына тең, 100 т шихтаға ауа мөлшері 122,88 м³-ға тең.

Ауаның физикалық жылуын табамыз

$$Q_4 = 270,048 \times 122,88 = 33183,498 \text{ кДж.}$$

5 Экзотермиялық реакциялардың жылуы. Экзотермиялық реакциялардың жылулық эффектілері анықтамалық деректер бойынша жеке компоненттердің пайда болу заңы бойынша есептеледі.

Кальдо балқыту агрегатында өтетін мыс сынықтарын балқыту кезіндегі негізгі экзотермиялық және эндотермиялық реакциялар [19]:



Бастапқы материалдағы компоненттердің мөлшерін ескере отырып, экзотермиялық реакциялардың өтуі нәтижесінде бөлінетін жылудың жалпы саны мынаған тең болады:

$$Q_5 = 2190,53 + 387,875 + 279,5 = 2857,905 \text{ кДж.}$$

Жылу шығыны

1 Эндотермиялық реакциялар нәтижесінде сіңетін жылудың жалпы саны тең:

$$Q'_1 = 139,979 + 354,66 = 494,639 \text{ кДж.}$$

2 Қаралы мыстың физикалық жылуы. Қаралы мыстың температурасын 1150 °С деп аламыз. Бұл температура кезінде құрамында 99,0 % Cu бар қара мыстың жылу сыйымдылығы 996,984 кДж/кг құрайды [19].

Қаралы мыспен шығарылатын жылу мөлшері мынаған тең болады:

$$Q'_2 = 996,984 \times 72,75 = 72530,586 \text{ кДж.}$$

3 Үйінді қожбен кететін жылу. Үйінді қождың жылуы жылу мөлшері диаграммасының көмегімен анықталады. Бұл шаманы 1130,4 кДж/кг деп қабылдаймыз [19].

Сонда үйінді қожымен кететін жылу мөлшері мынаған тең:

$$Q'_3 = 1130,4 \times 12865 = 145425,96 \text{ кДж.}$$

4 Газдармен кететін жылу мөлшері. $5,85 \text{ м}^3$ табиғи газды жағу кезінде CO_2 және H_2O газдары бөлінеді. Шығарылатын газдардың температурасы $1200 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{CO}_2} = 1200 \times 2,29 \times 16,09 = 2764,09 \text{ кДж,}$$

$$Q_{\text{H}_2\text{O}} = 1200 \times 4,37 \times 13,16 = 69011,04 \text{ кДж.}$$

Шығатын газдардың (CO_2 , H_2O) жылуы жылу сомасы бойынша анықталады:

$$Q'_4 = 2764,09 + 69011,04 = 71775,13 \text{ кДж.}$$

5 Шаңның физикалық жылуы. Шаңның жылу сыйымдылығы анықтамалық мәліметтерден алынады, сонда ол $0,837 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град}$ тең.

$$Q'_5 = 0,837 \times 14,322 \times 1200 = 14385,016 \text{ кДж.}$$

Келесі шығыс бабы – сыртқы ортаға жылудың жоғалуы және пештің тесіктері арқылы сәуле түсірумен жылудың жоғалуы. Сыртқы ортаға жылу шығынын кіріс пен шығыс айырымы бойынша есептейміз.

Кіретін және шығатын жылу есептеуінің нәтижелері 3.3-кестеде келтірілген.

3.3 Кесте – Мыс сынықтарын балқытудың жылу балансы

Кіру статьялары	Мөлшері		Шығу статьялары	Мөлшері	
	кДж	%		кДж	%
Шихтаның физикалық жылуы	1640	0,5	Қаралы мыстың физикалық жылуы	72530,586	22,22
Табиғи газдың физикалық жылуы	266397,04	81,62	Үйінді шлақтың физикалық жылуы	145425,96	44,56
Оттегінің физикалық жылуы	22304,347	6,83	Шығатын газдардың физикалық жылуы	71775,13	21,99
Ауаның физикалық жылуы	33183,98	10,17	Шаңның физикалық жылуы	14385,016	4,4
Экзотермиялық реакциялар	2857,905	0,88	Эндотермиялық реакциялар	494,639	0,15
			Сыртқы ортаға жылудың жоғалуы	21771,527	6,68
Жалпы:	326382,272	100	Жалпы:	326382,272	100

4 Экономикалық бөлім

4.1 кестеде Кальдо цехы бойынша негізгі материалдардың, отын мен энергоресурстардың дайын шығындары келтірілген.

4.1 Кесте – Цехтың жылдық шығындары

Көрсеткіштің аталуы	Өлшем бірлігі	Мөлшері	Бірлік бағасы	Жиынтық сомасы, у.е.
Материалдар				
Отқа төзімді материалдар	т/жылына	107	400	42800
Кварцты флюс	т/жылына	900	100	9000
Сәндірілмеген құрылыс әгі	т/жылына	102	100	10200
Барит (BaSO ₄)	т/жылына	150	230	34500
Отын				
Табиғи газ	мың нм ³ /жылына	1200	446	535200
Энергоресурстар				
Технологиялық оттегі	мың нм ³ /жылына	3000	3,1	9320
Электрэнергия (компрессор, вентиляция, жарықтандыру)	М ың кВтч/жылына	4849	0,09	436,41
Өндірістік су	м ³ / жылына	13140	0,5	6570
Баллондарда азот	нм ³ /жылына	12800	1,8	23040
Анықтама ретінде:				
Компрессорлықтың сығылған ауасы (P=700 кПа), жалпы	мың нм ³ /жылына	21504	0,06	1290,24
Оның ішінде: технологияға	мың нм ³ /жылына	18432		
БӨА жүйесіне	мың нм ³ /жылына	1536		
женді сүзгінің регенерациялануына	мың нм ³ /жылына	1536		

Төмендегі кестеде өзіндік құнының калькуляциясы келтірілген.

4.2 Кесте – Өзіндік құн калькуляциясы

Шығындар статьялары	Бағасы, у.е	Жылдық шығарылымға кететін шығыстар		1 т катодты мысқа кететін шығыстар	
		Мөлшер i	Сомасы, у.е	Мөлшері	Сомасы, у.е
1. Шикізат:					
мыс сынықтары, т	1000	18700	18700000	1,247	1247
кварц, т	100	900	9000	0,06	6
эк, т	100	102	10200	0,08	0,68
2. Қосымша материалдар					
барит, т	150	230	34500	0,015	2,3
3. Отын					
табиғи газ, мың нм ³	446	1200	535200	0,08	35,68
4. Энергетикалық шығындар					
электрэнергия, кВт	0,09	4849	436,41	0,32	0,03
техникалық О ₂ , м ³	3,1	3000	9300	0,2	0,62
сығылған ауа, м ³	0,06	21504	1290,24	1,43	0,086
техникалық су, м ³	0,5	13140	6570	0,876	0,438
азот, м ³	1,8	12800	23040	0,85	1,536
5. Негізгі және қосымша жұмысшылардың жалақысы			234412,99		15,63
6. Әлеуметтік сақтандыруға және әлеуметтік салыққа аударымдар			44408,67		2,96
7. Жабдықтарды ұстау және пайдалану			1020000		68
8. Цех шығындары			2591373,27		1727,54
Жалпы:			23219731,58		3108,5
9. Басқа шығындар (10% негізгі шығындардан)			2321973,158		310,85
Жалпы сомасы:			25541704,74		3419,35

Рентабельділікті мына формула бойынша анықтаймыз [20]:

$$P = \frac{B - \Theta}{\Theta} 100\%, \quad (4.1)$$

мұнда B – 1 т қаралы мыстың құны;

Θ – өзіндік құны.

Сонда, рентабельділік мынаған тең болады:

$$P = \frac{4500 - 3419,45}{3419,35} 100 = 31,5\%.$$

5 Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау

Кальдо конвертеріндегі бай және кедей мыс сынықтарын қайта өңдеу цехы бірнеше критерий бойынша қауіпті өндірістік объектілер санатына жатады:

- өндірісте оттегі қолданылады, тотықтырғыш заттар класы, шекті саны 200 т;
- өндірісте табиғи газ, гидравликалық май, компрессорлық май, жанғыш заттар класы, шекті саны 200 т қолданылады.;
- өндірісте құрамында мырыш бар шаң, улы заттар класы, шекті саны 200 т;
- 0,07 МПа астам қысыммен жұмыс істейтін жабдықтар пайдаланылады – сығылған ауаның ресиверлері;
- тұрақты орнатылған жүк көтергіш механизмдер – крандар қолданылады.

Атмосфераға ластаушы заттар шығарындыларының жалғыз көзі – түтін құбыры (шам) болып табылады, ол арқылы шаңнан тазартылған (жеңдік сүзгіште) технологиялық және Кальдо конвертерінің аспирациялық газдары төгіледі. Конвертер 7920 сағ/жыл жұмыс істейді, оның биіктігі, түтін құбырын қосқанда 28,0 м, құбыр диаметрі 1,0 м.

Түтін құбырынан шығатын газ-ауа қоспасының параметрлері келесідей: көлемі 12-13,5 м³/с, жылдамдығы 15-17 м/с, температурасы 180 °С.

Газ тазарту құрылысы ретінде түтік сүзгіші пайдаланылады, тазалау дәрежесі 99,95. Атмосфераға шығарындыларға табиғи газдың жануынан пайда болатын газ және шаң кіреді. Газ құрамы, %: CO₂ 0,58; H₂O 1,17; O₂ 20,86; N₂ 77,38. Газдағы шаңның құрамы келесідей, %: Cu 2,00; Zn 66,75; Pb 6,08; Sn 4,14; Fe 1,50; O 19,03.

Өндірістің қатты қалдықтары – Кальдо конвертерінің шлактары. Шлак құрамында силикатты фазада ерітілген оксидті түрдегі металдар бар, %: Cu 0,45; Zn 11,66; Pb 1,94; Sn 0,99; Fe 39,25; SiO₂ 27,2; CaO 3,65

Мыс сынықтарын қайта өңдеу цехының бұл шлактары үйінді болып табылады, оны қайта өңдеу орынды емес. Кластар бойынша шлак қауіптілігі III қауіптілік класына жатады және осы кластың қалдықтарына қойылатын талаптарға сәйкес көмілуге тиісті [21].

ҚОРЫТЫНДЫ

Қайталама мыс шикізатын өңдеудің перспективалық технологиясын таңдау үшін техникалық әдебиетті талдау Кальдо конвертеріндегі қайталама мыс алу технологиясы неғұрлым орынды екенін көрсетті.

Мыс сынықтары мен қалдықтарын қайта өңдеу цехы Қарағанды облысында, Балқаш қаласының БТМК аумағында сәтті орналасуы мүмкін. Онда цех бар станциялардан энергоресурстармен және сумен жабдықталатын болады.

Материалдық балансты есептеу нәтижелері бастапқы металға мыстың шығарылу 99,0 %-ға тең екенін көрсетті. Сонымен қатар, екінші ілеспе тауар өнімдері мырыш шаңы болып табылады, оларға мырыштың 81,58 %-ы өтеді. Конверторлық шлак үйінді болып табылады, себебі ондағы мыс мөлшері төмен және 0,45 %-ға тең.

Жылу балансын есептеу Кальдо агрегатындағы негізгі жылу табиғи газдың жануынан келіп түседі және 81,6 % құрайды, қоршаған ортаға жылудың шығыны 6,68 %-дан аспайды.

Жобаланатын цехта конвертердің мерзімдік жұмысын есепке ала отырып, жалпы жылдық өнімділігі 15000 т, пайдалы көлемі 2 м³ диаметрі 2,44 м, ұзындығы 3,66 м, өнеркәсіптік конвертер орнатылады.

Жобаланатын қайталама мыс шикізатын өңдеу цехының рентабельділігі 3 жыл 8 ай өтелу мерзімі кезінде 31,5 % құрайды, бұл жақсы көрсеткіш болып табылады және бұл процесті экономикалық тұрғыдан пайдаланудың орындылығын көрсетеді.

Кальдо конвертеріндегі кедей және бай мыс сынықтарын қайта өңдеу цехында зияндылыққа табиғи газ және өндірісте пайда болатын мырыш шаңы жатады. Процесс технологиясында сақталатын, пайдаланылатын және тасымалданатын заттар туралы нәтижелері бойынша осы заттардың рұқсат етілген шекті нормалардан аспайтыны көрініп тұр.

ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Дорошкевич А.П., Карелов С.В., Худяков И.Ф. и др. Комплексная переработка высокожелезистых медьсодержащих биметаллических отходов. // Комплексное использование сырья цветной металлургии. – Свердловск: Академия Наук СССР, 1980. – С. 138 - 145.
- 2 Цыганов А.С. Производство вторичных цветных металлов и их соединений. – М.: Металлургиздат, 1961. – С. 190 - 217.
- 3 Окорочков Б.Н., Шендриков П.Ю. Труды 8 Конгресса сталеплавильщиков. Нижний Тагил, 18-22 окт. 2004. - М.: 2005. – С. 190 -198.
- 4 Пат. 2265572 МПК⁷ С 22 В 9/05, 15/14. Мартемьянов Ю.В. №2003132266/02; Заявл. 05.11.2003; Опубл. 10.12.2005.
- 5 Гречко А.В., Мечев В.В., Макаров А.Н., Мызенко Ф.А. Производство тяжелых цветных металлов. – М.: ЦИИИцветмет экономики и информации, 1987. – С. 237 - 316.
- 6 Фритц Э., Геберт В. Достижения в кислородно-конвертерном производстве стали. // Черные металлы. – 2004. - №12. – С. 64 - 76.
- 7 Ныркoв А.Н Попытка систематизации параметров хода конвертерной плавки и возможность прогноза эволюции процесса // Современная металлургия начала нового тысячелетия: По материалам 2 Международной научно-технической конференции, Липецк, 3-7 окт., 2005: Сборник научных трудов. Ч. 3. – Липецк: Издательство Липецкого гос. техн. ун-та, 2005. – С. 24 - 27.
- 8 Hu Z., Gui W., Peng X., Yao J., Zhang W. Программируемая оптимизация оптимальной операционной системы для управления печью для конвертирования меди. // Kongzhi lilun yu yingyong. Theory and Appl. – 2005. - №2. – С. 243 - 247.
- 9 Гречко А.В., Ермаков А.Б., Демихов В.Н. Горизонтальные конвертеры: гидроаэродинамика и дальнейшее развитие конвертирования штейнов. // Цветная металлургия. – 2005. - №7. – С. 15 - 21.
- 10 Гречко А.В., Мечев В.В., Макарова А.Н., Мызенков Ф.А. Новое в технологии и аппаратуре конвертирования штейнов: Обзор. – М., 1987. – С. 16 - 22.
- 11 Уткин Н.И. Металлургия цветных металлов.. - М.: Металлургия, 1985. - 233 с.
- 12 Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. - Челябинск: Металлургия, 1988. - 341с.
- 13 Худяков И.В. и др. Металлургия меди, никеля и кобальта. Т. 1. - М.: Металлургия, 1977. - 295 с.
- 14 Кожахметов С.М. Исследования в области теории и технологии автогенных процессов: Избранные труды. – Алматы, 2005. – 460 с.
- 15 Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии.- М.: Металлургия, 1986. - 246 с.

16 Кунаев А.М., Кожухметов С.М., Ванюков А.В. и др. Основы комплексного использования сырья в цветной металлургии. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 246 с

17 Лоскутов Ф.М., Цейдлер А.А. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов. - М.: Металлургия, 1963. - 591 с.

18 Гудима Н.В. Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов. - М.: Металлургия, 1977. - 238 с.

19 Есин О.А., Гельд П.В. Физическая химия пирометаллургических процессов. - Свердловск: Металлургиздат, 1962. – 671 с.

20 Деев В.И. Организация, планирование и управление в цветной металлургии. - М.: Металлургия, 1986. – С. 102–252.

21 Передерий О.Г., Микшевич Н.В. Охрана окружающей среды на предприятиях цветной металлургии. - М.: Металлургия, 1991. – С. 15–286.