

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

Ертай Мерей

«Мыс штейнін конвертерлеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

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. к-ты,

_____М.Б.Барменшинова

« _____ » _____ 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Мыс штейнін конвертерлеу»

5B070900 – Metallургия

Орындаған

Ертай Мерей

Ғылыми жетекші
техникалық ғылым магистрі,
лектор

_____А.А. Бекишева

« _____ » _____ 2020 ж

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5В070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд,

_____ М.Б.Барменшинова

« ____ » _____ 2020 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Ертай Мерей*

Тақырыбы: «Мыс штейнін конвертерлеу»

Университет ректорының «27» қаңтардағы 2020 ж. № 762-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Мыс конвертеріне арналғын штейні химиялық құрамы және тәжірибелік зерттеулер жүргізуге арналған әдістеме

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) мыс штейнін конвертерлеу және жалпы конвертерлеу;

б) тәжірибелік зерттеулер жүргізу;

Графикалық материалдардың тізімі: Жұмыс бойынша ____ слайд.

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 12 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	06.03.2020 ж.	
Әдеби шолу	04.04.2020 ж.	
Тәжірибелік зерттеулер	19.04.2020 ж.	
Қорытынды	05.05.2020 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші мен кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Тәжірибелік зерттеулер	А.А.Бекишева техинкалық ғылым магистрі, лектор		
Норма бақылау	Таймасова А.Н. Техн.ғ-ның магистрі		

Ғылыми жетекші _____

А.А.Бекишева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____

Ертай М.

Күні

« ____ » _____ 2020ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс 42 парақтан, 1 суреттен, 18 кестеден 12 әдебиеттен тұрады.

Негізгі сөздер: штейн, қара мыс, флюс кеңі, конвертер, фурма, фурмалық белдеу, материалды баланс, жылу балансы, желдету, конструктивтік есептеу, калькуляция, өзіндік құн.

Дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты оттегімен байытылған (28%) ауамен үрлеу арқылы және конвертер шегеніндегі хромомангнетитті аса отқа төзімді периклазхромитті материалға ауыстыру арқылы мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің техно – экономикалық көрсеткіштерін арттыру болып табылады және ЖМЗ жағдайында жетілдірілген әдісті жобалауға арналған бастапқы мәліметтерді дайындау.

Зерттеу бағыты қазіргі жағдайдағы мыс штейнін конвертерлеу үрдісін жаңғырту жұмыстарынан алынған мәліметтер негізінде таңдалды.

Дипломдық жұмыста материалды және жылу баланстары, конструктивтік есептеулер жүргізілген, негізгі және қосымша жабдықтарды таңдалған, жетілдірілген конвертерлеу үрдісінің экономикалық есептеу материалдар мен электроэнергия шығындарының нормалары бойынша жүргізілген. Қара мыс бойынша өнімділігі жылына 200000 тонна конвертерлеу бөлімін жобалау үшін бастапқы мәліметтер дайындалған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа содержит 42 листа, 1 рисунок, 18 таблиц, библиографию из 12 наименований.

Ключевые слова: штейн, черновая медь, флюсовая руда, конвертер, фурма, фурменный пояс, материальный баланс, тепловой баланс, вентиляция, конструктивный расчет, калькуляция, себе стоимость.

Целью настоящей дипломной работы является повышение технико-экономических показателей способа конвертирования медных штейнов за счет подачи обогащенного (28 %) кислородно-воздушного дутья и замены хромомagneзитовых огнеупоров на периклазохромитовые в фурменном поясе, а также подготовка исходных данных для проектирования усовершенствованного способа в условиях ЖМЗ.

Направление исследований выбрано на основании данных по современному состоянию работ по усовершенствованию процесса конвертирования медного штейна.

В работе выполнены расчеты материального и теплового баланса, конструктивный расчет, осуществлен выбор основного и вспомогательного оборудования, экономические расчеты процесса конвертирования по нормам расхода материалов и электроэнергии, предусматриваемым для усовершенствованного способа конвертирования медного штейна, подготовлены исходные данные для проектирования конвертерного отделения с производительностью по черновой меди 200000 тонн в год.

ANNOTATION

The thesis contains 42 sheets, 1 figure, 18 tables, 12 bibliography titles.

Keywords: matte, rough copper, flux ore, Converter, tuyere, tuyere belt, material balance, heat balance, ventilation, structural calculation, calculation, cost.

The purpose of this thesis is to improve the technical and economic indicators of the method for converting copper matte by supplying enriched (28 %) oxygen-air blast and replacing chromomagnesite refractories with periclazochromite in the tuyere belt, as well as to prepare initial data for the design of an improved method in the conditions of the ZhMZ.

The research direction was chosen based on data on the current state of work on improving the process of converting copper matte.

Calculations of material and heat balance, design calculations, selection of main and auxiliary equipment, economic calculations of the conversion process according to the norms of materials and electricity consumption, provided for an improved method of converting copper matte, initial data for the design of the Converter Department with a capacity of 200,000 tons of rough copper per year.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Мыс штейнін конвертрлеу үрдісінің технологоиялық және тәжірбиелік жағдайы	10
1.1 Мыс штейнін конвертірлеу және жалпы конвертрлеу бойынша белгілі әдеби мағлұматы	10
1.2 Мыс штейнін конвертерлеу бойынша кәсіпорынның – Жезқазған мыс қорыту зауытының (ЖМЗ) істеу принципі	11
1.2.1 Кәсіпорынның қысқаша мінездемесі	11
1.2.2 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің технологиясы	12
1.3 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісін және технологоиялық көрсеткіштерін таңдап алу	17
2 Технологоиялық үрдістің есептелуі	18
2.1. Материалдық баланс есебі	18
2.1.1 Штейннің рационалдық құрамын есептеу	18
2.1.2 Кварцты флюстың рационалдық құрамын есептеу	19
2.1.3 Суық материалдардың рационалдық құрамын есептеу	20
2.1.4 Конвертерлі шлақтың рационалдық құрамын есептеу	21
2.1.5 Технологоиялық үрдістің бірінші мерзімін есептеу	22
2.1.6 Технологоиялық үрдістің екінші мерзімін есептеу	27
2.2 Жылулық баланс есебі	30
2.2.1 Бірінші мерзімнің жылулық балансы	30
2.2.2 Екінші мерзімнің жылулық балансы	33
2.3 Байытылған оттегімен үрлеу кезінде конвертердің жұмыс көрсеткіштерін анықтау	35
2.4 Мыс штейнін конвертірлеу тәсілінің жалпы техникалық көрсеткіштері	36
3 Техникалық - экономикалық көрсеткіштер	37
3.1 Есептеуге берілген бастапқы мәліметтер	37
3.2 Кешен бойынша қор салымы	37
3.3 Цех шығындарын есептеу	37
3.4 Өзіндік құн калькуляциясы	38
3.5 Жаңғыртудан кейінгі конвертерлеу үрдісінің негізгі технологоиялық және экономикалық көрсеткіштері	39
Қорытынды	41
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	42

КІРІСПЕ

Мыс - негізгі шикізатты металл болып табылады. Мысты пайдалану ауданы өте кең. Мыс жәнеоның сульфидтері алтын мен күмістің жақсы коллекторлары болып табылады. Сондықтан мыс өнімдерінен асыл бағалы металлдардыалуға мүмкіндік туады.

Мысты шикізатты пиро және гидрOMETаллургиялық үрдістерарқылы өндіруге болады. Металлургия өнеркәсібінде көбінесеаралас техникалық тізбектер қолданылады. Қазіргі уақытта металлургияда пирометаллургиялық тізбекті қолданады. Бұл тізбек келесідей үрдістерден тұрады: штейнге балқыту, мыс штейнің конвертерлеу, оттық және электролиттік тазалау. Конвертерлік бөлім – бұл тізбектеен интенсивті үрдіс болып табылады. Конвертерлеу үрдістерінің мақсаты мыспен қатарлас компонентердің тотығып кетуі және қаралы мысалу.

Дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты оттегімен байытылған (28%) ауамен үрлеу арқылы және конвертер шегеніндегі хромомангнитті отқатөзімді материалдарды периклаздохромитті отқатөзімді материалға ауыстыру арқылы мыс штейнің конвертерлеу үрдісінің технико – экономикалық көрсеткіштерін арттыру болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін берілген жұмыстаЖМЗ жағдайында мыс штейнің конвертерлеу үрдісінің теориялық негіздері мен тәжірибелері, негізгі техникалық шешімдер қарастырылған, технологиялық конструктивті және экономикалық есептеулер жүргізілген.

1 Мыс штейнін конвертрлеу үрдісінің техногологиялық және тәжірбиелік жағдайы

1.1 Мыс штейнін конвертірлеу және жалпы конвертрлеу бойынша белгілі әдеби мағлұматы

Қазіргі кезге дейін кең тараған технология келесідей сатылардан тұрады: штейнге балқыту, мыс штейнін конвертерлеу, мысты оттық және электролиттік тазалау.

Мыс штейнін конвертерлеу мерзімді үрдіс. Ол конверттерді келесі операцияға дайындау арасындағы үзілістермен байланысты. Бұл конвертерлеу үрдісінің негізгі кемшілігі. Бұны жою үшін қазіргі кезде үздіксіз конвертерлеу үрдісі ойластырылуда.

Үздіксіз конвертерлеу үрдісі нәтижесінде шлактағы мыстың мөлшері 4-8 % өседі. Циркуляциялық әдіс көмегімен тәжірибе жүргізіліп, мыс – темірлі шлак – газды орта жүйесіндегі мыстың бөлінуі зерттеледі. Газды орта 1300 °С – та бор тотығы, кальций сульфаты, күкірттің қос тотығына байланысты. Нәтижесінде кальций сульфаты мен бор тотығының құрамында темірі көп шлакқа өтуі шлакты ертіндінің тотығу дәрежесін төмендетеді, күрделі кремний оттекті комплекстердің кальций тотығы пайда болуынан іріленуі мен оңай балқытын төмен температуралы темір мен кальций бораттарының пайда болуымен байланысты. Бұл шлак ертіндісінің физико – химиялық құрамын жақсартып, шлакпен мыстың жоғалуын азайтады.

Сонымен қоса қазір үздіксіз конвертерлеу үрдісін пайдаланбай қаралы мысалу үрдісінің теориялық және тәжірибелік жақтары қарастырылуда. Штейн ертінділерінің тотығуымен металл оксидтері және шлак ертінділерінің тотықсыздану үрдістерінің кинетикасы зерттелді.

Қазір қаралы мыстың шлаксыз өндірісі ұсынылуда. Оның негізгі бөлек қондырғыда бір концентратты өңдеу арқылы мысы көп өнім алу, сосын барлық еріген концентрат массасын конвертерлеу. Одан шыққан өнім қаралы мыс пен конвертерлі шлак. Бос шыныстарды үрдістен шлак арқылы шығарып, мысты байыту немесе металлургиялық әдісарқылы өңдейді. Бұл әдістің басты артықшылығы пайдаланылып отырған қондырғыда технологиялық үрдістің рационалдық өзгеруі. Экономикалық тиімділік пешке кететін жылу мен электр энергияларының шығының азайтумен, әктас пен кварцты пайдаланбау, материалдар шығының азайту, қаралы мысалу үрдісін жылдамдатумен анықталады.

Шлактың темірсиликатты ертіндісін түзу үшін конвертерге бірінші периодта кварц беріледі. Басқа бір әдіс бойынша штейнді, кремний мен флюсті сұйық шлак түрінде беріп, штейнді оттегі бар газбен үрлеу ұсынылды. Флюсретінде берілетін сұйық шлак мөлшері өнделетін штейн мөлшерінен 4-16 мас. %, сосын кварцты кең 11-17 мас %.

Полиметаллдық штейндерді өңдеудің тиімді технологиясы ұсынылады. Бұл әдіс бойынша мыс мөлшері 98-99 % жоғары МЧ -1,2 маркалы қаралы

мысалынады. Технология негізі келесіден тұрады:

- I мерзімде түзілген конвертерлі шлак қабатынасульфидті мысы барконцентрат беріледі, штейндік ертіндіге қатынасы (0,2-0,5):1

- II мерзімде шлак түзілгеншеселективті мыс концентраты беріледі, қатынасы (0,12-0,3):1.

Бұл технология концентраттан қосымша мыс пен қорғасынды алып, шлак құрамында мысты азайтып, қаралы мысқа өтуін 93,5 %- дан 97,8-99,5% - ға көбейтеді, қорғасынның конвертерлі шлакқа өтуі 1,5-2 есе, магниттің шлактан тотықсыздануы нәтижесінде газда күкіртті ангидрит мөлшері 1,5 есе өседі. Шикізатты пайдаланудың кешенділігі өседі, экологиялық жағдай жақсарады. Қаралы мыссапасы МЧ -6,5 -тен МЧ -1,2 маркасына дейін өзгереді.

Үрдістің барлық технологиялық мүмкіншіліктерін жүзегеасыру кезінде үрдісті конструктивті безендіру бір талай қиыншылық тұдырады. Магнетиті аз кедей шлактаралу үшін жоғары температурада жұмыс істеу керек. Ал ол кезде футеровка істен шығады. Қазіргі жағдайдың өзінде конвертер мерзімі 1,5-3 ай. Уақыты өткен соң конвертердің отқа төзімді футеровкасының шыдамдылығынанықтау жұмыстары жүргізіледі.

1.2 Мыс штейнін конвертерлеу бойынша кәсіпорынның – Жезқазған мыс қорыту зауытының (ЖМЗ) істеу принципі

1.2.1 Кәсіпорынның қысқаша мінездемесі

Жобаланып отырған мыс штейнін конвертерлеу цехын Қарағанды облысының Жезқазған қаласындағы «Қазақмыс» корпорациясының өндірістік алаң аумағында құру көзделіп отыр. Корпорация құрамына Балқаштау - кең металлургиялық комбинаты, Жезқазған кең байыту комбинаты, үш жылу-электрорталығы, Қарағанды маңындағы екі көмір кеңшары жатады.

Мысты алқаптың өндірістік кәсіпорындары – бұл құрамындаелу төрт мың адам еңбек ететін кең алу сатысынан бастап катодты мыс шығаруды толығымен қамтитын кешен. Негізгі кәсіпорындары: алты рудник, үш кең байыту фабрикасы, мыс қорыту зауыты, ғылыми - зерттеу түстіметаллургия институты, құю-механикалық зауыты, тау-кең шахталық жабдықтар зауыты, өндірістік теміржол көлігі кәсіпорны мен жөндеу жұмыстары мен көлікпен қамтамасыз ету, тағы басқа қосымша қызмет көрсететін кәсіпорындар.

Жезқазған тау – кең металлургиялық комбинатындағы ең негізгі болып Жезқазған мыс қорыту зауыты табылады. Ол негізгі төрт цехтан тұрады: шихта дайындау цехы, балқыту цехы (электропеш, конвертерлеу, анодты тазалау), электролиттік және күкіртқышқылын өндіру цехы.Қосымша қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарын жүргізетін цехтар тағы бар.

1.2.2 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің технологиясы

Жезқазғанда мыс қорыту зауыты мысты стандартты пирометаллургиялық тізбек бойыншаалады. Ол тізбек келесі сатылардан тұрады: мыс концентратын штейнге балқыту, қара мысалу үшін штейнді конвертерлеу, анодтық пештерде қаралы мысты отпен тазалау арқылы анодтаралу, электролиттік тазалау арқылы тауарлық катодтық мысалу. Конвертерлеу сатысы бұл тізбекте маңызды орын алады. Мыс штейндерін конвертерлеу үрдісі 1830 жылы инженер Ауэрбах бүйірінде формасы бар конвертер құрастырып, одан алғаш қаралы мысалған .

Конвертерлік бөлім тауарлық мысалу технологиялық тізбегіндеаралық саты болаотырып, алдыңғы және кейінгі сатылармен өзара жалпы көліктік және технологиялық ағымдармен байланысты.

ЖМҚЗ-ғы тауарлық мысалудың технологиялық схемасы 1 суретте көрсетілген.

Кәсіпорынның технологиялық тізбегінде конвертерлеу үрдісі 90 тонналық конвертерде мерзімді режимде жүреді. Үрдіс барысында газдар, қаралы мыс пен шлак алынады. Конвертер шлактарын балқыту пештеріне қайта өңдеуге жібереді. Шлак өте үлкен көлемдеалынады және мысқа бай болып келеді.

Конвертерлеу үрдісінің параметрлері 1-кесте және 2-кестеде берілген.

1 Кесте - Конвертерлеу үрдісінің параметрлері

Көрсеткіштері	Мөлшері
1	2
Штейн көлемі, т:	
- – жүктеуге толығымен жүктеу	
Ыстық штейн мөлшерінен суық материалдар көлемі, %	35-65
Штейнді жүктеу мен ақ мат алу, мин	100-170
Мысты пісіру, мин	20 дейін
Мысты құйып алу, фурма тазалау, ауыздықты тазалау, мин	150-240
Ауа шағыны, мың км ³ /сағ	110-190
- жүктеуге	65-140
- мыс пісіруге	35-40
Шаң ұстағыш камерадағы қысым, Па	<35
Циклон газарналарындағы қысым, Па	9,8-28,9

Мыс штейнін конвертерлеу үрдісі көлденең орналасқан 90 тонналық конвертерлерде жүргізіледі. Конвертер кожухы қалыңдығы 30 мм болаттан жасалған. Конвертер кожухындаекі қоңдырғы орналасқан.

2 Кесте – Конвертерлеу үрдісінің құрамы мен масса температурасы

Құрамы, %	
- штейндегі мыс	
- конвертерлі флюстегі кремний қостотығы	587-892
- конвертерлі шлактағы мыс	
- конвертерлі шлактағы кремний қостотығы	42-56
- тауарлық өнімдегі күкіртті ангидрит	61-82
Масса температурасы, °С	< 5
- I мерзім	20-30
- II мерзім	>3,5
- ҚЭФ алдындағы газдар	1200-1250
- шаңсорғыштан кейінгі газдар	1250-1290
кессондардан шыққандағы су	>300
	<450
	<40

Олар арқылы конвертер фундаментте орналасқан төрт қосроликке бекиді. Конвертердің цилиндрлік бөлігі беткі жағынан жалпақ табанмен жабылған. Конвертердің ішкі жағы хромомагнетитті кірпішпен қаланған. Қалауды келесідей элементтерге бөледі: пеш табан, фурмалық белдік, фурма үсті аймағы, төбесі, бет жағы, аркалар. Пеш табаны кірпіштен құрғақ қылып екі қабаттап хромомагнетитті ұнтақтасалынады. Жалпы қалыңдығы 460 мм. Кожух пен қалау арасындағы 40 мм аралық асбазуритпен толтырылады.

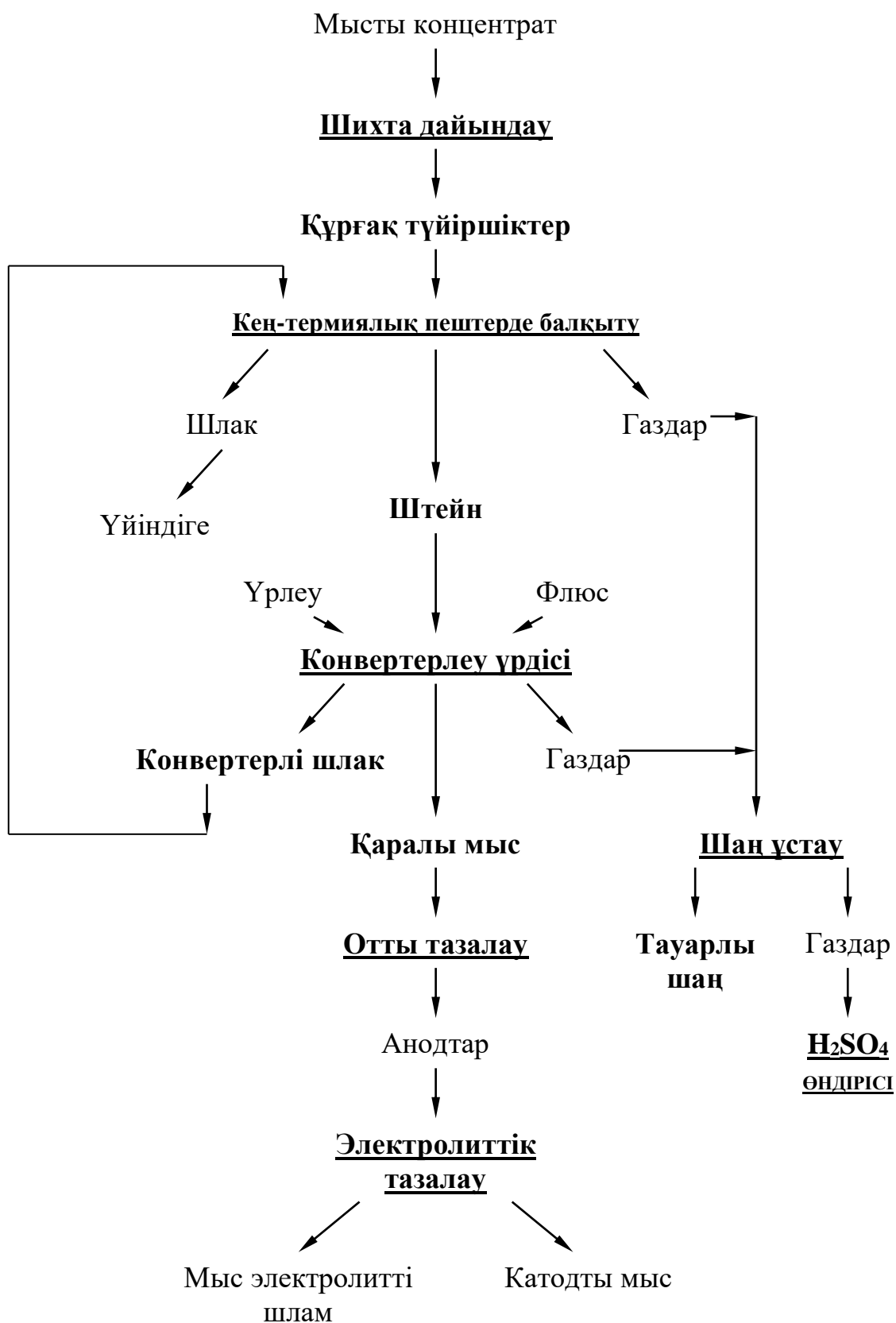
Фурмалық белдік қалыңдығы 690 мм үлкен көлемдік кірпіш пен хромомагнетитті ұнтақ пен сұйық шыны ертіндісі негізінде жасалады. Фурма үсті аймағы – фурмалық аймақтан екі қабаттың қалыңдығына жасалады. Төбесі екі қабаттан қаланады. Төбені қалау құрғақ күйінде жасалады.

Бетін қалау бүкіл биіктікке екі қабат кірпішпен жасалады. Үстіңгі жағынан, конвертер бөшкесінің ортасында ауыздық орналасқан. Ол арқылы конвертерге штейн құйылады, флюс және суық материалдар тиеледі, шлак және қаралы мыс құйылып алынады, технологиялық газдар кетеді.

Конвертерде ауа беру тесігіне қарма - қарсы жақта мазуттық форсунка орналастыруға арналған орын бар.

Конвертерге ауа үрлеу үшін, оның артқы төменгі жағында 48 фурмасы бар фурма коллектор орналасқан. Фурма коллектордан шыққан фурмалық түтіктер ішкі диаметрі 41-49 мм фурмалық белдік арқылы конвертерге өтеді.

Конвертерді бұру алтысатылық аспап пен редуктор арқылы айналымы тоқ электр қозғалтқышымен жүзеге асады. Электроқозғалтқыш жүйедегі кедергінің түсіп кетуі және ауаның берілуі тоқтаған кезде конвертерді электр қозғалтқыштан апаттық бұру жүргізіледі.



Сурет 1 – Жезқазған мыс қорыту зауытының технологиялық тізбегі

Әр бір конвертердің үстінде оң және сол жағында 60 тонналық бір бір бункерден тұрады. Олар флюстік кеңгеарналған. Флюстік кең цехқаағымды – көліктік жүйеарқылы шихта дайындау цехынан келеді және бункерлерге қозғалмалы реверсивті таспалы конвейерарқылы тиеледі. Конвертерауыздығының үстінде флюстік бункерлерарасындасумен салқындатылатын болаттан жасалған қорап (напыльник) орнатылған. Оның қызметі конвертерден газдарды шығару. Осы қораптың алдыңғы жағы жапқышпен жабдықталған. Ол терезелік беттік бөлігі бойымен қозғала отырып, тозаңдандырғыш пен конвертер бөшкесі арасындағы саңылауды тығыздайды. Тозаңдандырғыш үстінде газдарды сору жүйесі орналасқан.

Ауаны соруды азайту үшін конвертерлер пневматикаарқылы көтеріліп, түсірілетін бұрылмалы құралмен және конвертердің бүйіріндегі перделермен жабдықталған. Сонымен конвертердің газды сорып алу жүйесі келесідей элементерден тұрады: конвертерлер пердесі, бұрылмалы құрал, әрбір конвертердеорналасқан түтін сору жүйесі. Бұл жүйеарқылы газдарды сорып алып, вентиляциялық газ арнаға береді.

Шаңұстағыш артында үш секциялы шаңұстағыш камераорналасқан. Ол шамотты кірпішпен қаланған жәнеонда қатты шаң жиналады. Шаңұстағыш камерадан газдар тоттанбайтын болаттан жасалған циклон арқылы төмендейтін газарна бойымен екі түтінсорғышпен сорылып, тегеурінді газарнаарқылы құрғақ электрофилтралдындағы коллекторға түседі. Онда шаңнан тазаланып күкірт қышкыл өндірісіне жіберіледі.

Конвертерлеу үрдісі келесідей операциялардан тұрады:

I мерзім – конвертерлерді жүктеу, штейнді қабылдау жәнеақ матты алу

II мерзім– мыс пісіру және құю.

Сонымен қоса, технологиялық үрдістерге конвертерлерді орау, ауыздықты тазалау, фурмаларды тазалау, металлдық шөміштерді дайындау.

Конвертерді жүктеу келесідей кезекпен жүзегеасырылады: шоғырмақты алады, ауыздықты тазалап қояды, фурмалардың бәрін басы үлкен диаметрлі тескішпен тазалайды. Конвертерге 60 т штейн құяды (3 шөміш). Жүктеп болған соң конвертерді үрлеуге қояды және температураның жұмыстық жағдайға дейін жеткізеді.

Температураны жоғарлату үрдісін тез өткізу керек (5-10 мин), сондықтан конвертерге берілетін ауа шығыны 36 400 нм³/сағ көп бөлу керек.

Конвертерге телескоптық ағым арқылы 2-2,5 т кварцты флюс беріледі. Жүктелген штейнді үрлеу арқылы мыс бай масса мен шлакқа бөлінеді.

Конвертерді үрлеуден шығарып 1-2 минуттан соң шлакты шөмішке құйып алады да, оны балқыту пешіне құяды.

Штейнді пісіргеннен кейін шлак құйылып алынып, тұра солай келесі порция штейн құйылады. Сөйтіп конвертерге 8-12 шөміш штейн құйылып, шлак толығымен алынады.

Ақ матты алу келесідей жүргізіледі: конвертердегі барлық масса үрленіп, ақ матқа дейін байытылады. Ақ маттан бөлінген шлактың құрамы мысқа бай. Оны дайын тұрған бір конвертке құяды.

Жүктеу жүргізудің жалпы ережелері бойынша ауа шығыны $> 35\ 000\ \text{нм}^3/\text{сағ}$ және температура $1200\ ^\circ\text{С}$ емес. Сондықтан флюс пен суық материалдардың біррет жүктелуі 3-5 тонналық порциялармен жүргізіледі.

Флюстерді жүктеу бір қалыпты өту керек. Флюсті жүктеу тоқтап қалса үрдіс толығымен бұзылып, магнетитті шлак түзіледі. Біррет дұрыстап жүктелгенде конвертерде (сұйық штейннен басқа) 15-25т флюс, -2 шөміш суық материалдар болу керек.

Мыс пісіру ақ матты үрлеп, құрамындағы күкірт толығымен тотығып біткенше және қаралы мысалынғанша жүргізіледі. Қаралы мыс құрамында мышьяк пен сурьманың зиянды қосылыстарын азайту үшін үрдісаяқталуға 30-40 мин қалғанда конвертерге 0,5 т күйдірілген әктас қосады.

Мыстың дайын болғанын фурмовкадағы қабық түрінен анықтайды. Мысты шөміштерге құйып, оттық тазалауға жіберіледі. Мысты құймай тұрып конвертерді үрлеуден шығарып, оны келесі балқытуға дайындайды.

Фурмаларды тазалау мерзімдік түрде жүргізіледі. Фурмалардың бітелуі нәтижесінде, конвертерге ауа беру шығыны $32\ 000\ \text{нм}^3/\text{сағ}$ дейін түседі. Фурмаларды тазалау пневмомеханикалық фурмалау машинасымен жүргізеді.

Конвертерге ауа үрлеу келесідей кезекпен өтеді. Конвертер үрлеуге қойылғаны жайлы кезекті газовщик пен ауа үрлеу станцияның машинисті хабарландырылады. Конвертерщик бұйрығы бойынша ауалық клапан ашылып, конвертерге ауа беріледі. Конвертерді бұрған (енкейткен) кезде, фурмалар балқытылған массаға батып, үрлеу басталады. Ауалық клапан толығымен ашылып, рычаг осындай қалыпта бекітіледі. Үрлеудің аяқталғанын бөлінген газдың алауының түсінен және фурмовкадағы шлақтың пайда болуымен анықтайды.

Конвертерді үрлеуден шығару келесідей кезекпен жүргізіледі. Конвертердің бұрылуы туралы кезекші газовщик және ауа үрлеу станциялық машинисті хабарлайды. Фурмалар балқытылған массадан толығымен шыққанша конвертерлер бұрылады. Клапанды бұрып конвертерге ауа беру тоқтатылады.

Конвертерді жөндеуге қоймас бұрын міндетті түрде ыстық штейнмен шайады. Конвертерге 2-3 шөміш штейн құйып үрлейді. Үрдіс конвертердегі «шуба» ерігенше жүргізіледі, сосын балқыманы басқа конвертерге құяды.

Конвертер футеровкасын сұйық масса жеп қоймау үшін, орау – магнетитті гарнисажды өсіреді. Орау жасау үшін конвертерге екі шөміш ыстық штейн мен бір шөміш суық конвертерлі шлак құяды да, үрлеуге қойып қыздырыды. Конвертерді бір жаққа, келесі жаққа төнкереді. Осы кезде штейн құрамындағы темір магнетитке дейін тотығып, конвертердің қабырғаларына жағылады. Орау біткен соң массаны толығымен құйып алады. Фурмаларды тесіп, конвертерді жұмысқа дайындайды.

1.3 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісін және технологиялық көрсеткіштерін таңдап алу

Бұл дипломдық жұмыста мыс штейнін 28 % дейін оттегімен байытылған ауамен үрлеу және конвертірдің фурмалық белдемесіндегі шегеніндегі хромомагнетитті отқатөзімді кірпіштерді периклазохромиті отқатөзімді кірпіштерге ауыстырылған конвертірдің технологиялық сұлбасы таңдап алынған. Шегенді ауыстыру нәтижесінде қысым кезіндегі беріктілік шегі 74,9-101,4 Н/мм², ашық кеуектілігі 13,0-14,4 % болады. Сонымен қатар периклазохромиті отқа төзімді материалдың қолданылатын материалға қарағанда жеңіл балқитын силикатты қосылыстар туғызатын кальций және кремний оксидтері 3-4% құрайды. Ол қолданылатын материалдарға қарағанда екі есе кем.

Мыс штейнін конвертерлеу сұлбасының шешімі және таңдап алынылуы келесідей жағдайларға байланысты алынған. Өңделетін штейндер өте жоғары экзотермиялық материалдар болып келеді, оттегімен байытылған ауамен үрлеу арқылы жылудың сыртқы ортаға жоғалуын азайтып суық материалдарды көбірек өңдеуге мүмкіндік береді. Үрлеуді оттегімен байыту конвертердің өнімділігін артады.

Магнитті отқатөзімділерді периклазохромиті отқа төзімділермен ауыстыру арқылы отқатөзімді материалдардың тозуын төмендету қарастырылған.

2 Технологиялық күрдістің есептелуі

2.1 Материалдық баланс есебі

2.1.1 Штейннің рационалдық құрамын есептеу

Жобаланатын мыс штейндерін балқыту үрдісіне химиялық құрамы төмендегідей балқытылған штейн түседі, %: Cu – 49,25; Pb – 3,97; Zn – 1,45; Fe – 20,01; S – 25,05; Ag – 700 г/т; Au – 9 г/т; Re – 27 г/т.

Штейннің құрамындағы түсті металдар сульфид түрінде болады. Есептеуде 100 кг штейндеолардың мөлшерін табамыз.

Мыс толығымен Cu_2S түрінде болады, Cu_2S мөлшері: $49,25 \cdot \frac{159}{127} = 61,65$ кг, оның құрамындағы күкірт мөлшері: $60,24 - 49,25 = 12,12$ кг. PbS мөлшері: $3,97 \cdot \frac{240,2}{208,2} = 4,58$ кг, күкірт: $4,58 - 3,97 = 0,62$ кг. ZnS мөлшері: $1,45 \cdot \frac{97,4}{65,4} = 2,15$ кг, күкірт: $2,15 - 1,45 = 0,7$ кг. Қалған күкірт FeS байланысты: $25,05 - 12,12 - 0,62 - 0,7 = 11,61$ кг. FeS мөлшері: $11,61 \cdot \frac{87,8}{32} = 28,86$ кг, оның құрамындағы темір мөлшері: $28,76 - 11,61 = 18,33$ кг. Қалған темір Fe_3O_4 түрінде болады: $20,01 - 18,33 = 1,68$ кг. Fe_3O_4 мөлшері: $1,68 \cdot \frac{231,4}{167,4} = 2,33$ кг, оның құрамындағы көміртек мөлшері: $2,33 - 1,68 = 0,65$ кг.

Есептеулер нәтижелерін штейннің рационалдық құрамын 3-кестеге енгіземіз.

3 Кесте – Штейннің рационалдық құрамы, кг

Қосылыс	Cu	Pb	Zn	Fe	S	O ₂	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Ag	Au	Re	Басқа	Барлығы
Cu_2S	49,25				12,12										60,24
PbS		3,97			0,62										4,58
ZnS			1,45		0,77										2,15
FeS				18,33	11,61										28,76
Fe_3O_4				0,96		0,37									1,33
SiO_2							1,13								1,13
CaO								0,32							0,32
MgO									0,16						0,16
Al_2O_3										0,37					0,37
Ag											0,058				0,058
Au												0,0009			0,0009
Re													0,0027		0,0027
басқа														0,5	0,5
Барлығы	49,25	3,97	1,45	20,01	25,05	0,37	1,13	0,32	0,16	0,37	0,058	0,0009	0,0027	0,5	100

2.1.2 Кварцты флюстың рационалдық құрамын есептеу

Кварцты флюсетінде химиялық құрамы мынадай мысты флюс кенін қолданамыз, %: Cu – 0,35; Pb – 0,12; Zn – 0,13; Fe – 6,58; S – 0,81; SiO₂ – 65,68; Al₂O₃ – 7,08; CaO – 1,827; MgO – 3,25; Ag – 190 г/т.

CuFeS₂ мөлшері: $0,35 \cdot \frac{183,3}{63,5} = 1,01$ кг, оның құрамындағы күкірт: $0,95 \cdot \frac{64}{183,3} = 0,33$ кг, темір: $0,95 - 0,35 = 0,29$ кг. Қалған күкірт FeS₂ байланысты:

$0,81 - 0,35 = 0,58$ кг. FeS₂ мөлшері: $0,58 \cdot \frac{119,8}{64} = 1,09$ кг, оның құрамындағы темір: $1,39 - 0,58 = 0,51$ кг.

Қорғасын мен мырыш 2PbO·Fe₂O₃ және ZnO·Fe₂O₃ түрінде болады. 2PbO·Fe₂O₃ мөлшері: $0,15 \cdot \frac{606}{414,4} = 0,22$ кг, оның құрамындағы O₂

мөлшері: $0,22 \cdot \frac{48}{606} = 0,02$ кг және темір мөлшері: $0,22 \cdot \frac{112}{606} = 0,04$ кг.

ZnO·Fe₂O₃ мөлшері: $0,13 \cdot \frac{241}{65,4} = 0,48$ кг, оның ішінде O₂: $0,33 \cdot \frac{64}{241} = 0,09$ кг және Fe мөлшері: $0,33 \cdot \frac{112}{241} = 0,15$ кг.

Қалған темір лимонитпен Fe₂O₃·3H₂O байланысты: $6,58 - 0,29 - 0,51 - 0,04 - 0,12 = 4,59$ кг. Лимонит мөлшері: $4,59 \cdot \frac{213,6}{111,6} = 8,79$ кг, оның құрамында

H₂O мөлшері: $8,79 \cdot \frac{54}{213,6} = 2,22$ кг және O₂ мөлшері $8,79 - 4,59 - 2,22 = 1,98$ тең.

Глинозем каолинитпен Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O байланысты деп аламыз, онда каолиниттің құрамындағы кремнезем $6,08 \cdot \frac{120}{102} = 7,15$ кг

тең, каолиниттегі кристалдық ылғалдылық $6,08 \cdot \frac{36}{102} = 2,15$ кг.

Каолинит мөлшері: $7,08 + 7,15 + 2,15 = 16,58$ кг. Каолиниттен қалған кремнезем кварц түрінде мынадай мөлшерде болады: $65,68 - 7,15 = 64,53$ кг.

CaO және MgO карбонаттар түрінде кездеседі. CaCO₃ мөлшері: $1,77 \cdot \frac{100}{56} = 3,16$ кг, оның құрамындағы CO₂ мөлшері: $3,16 \cdot \frac{44}{100} = 1,39$ кг.

MgCO₃ мөлшері: $1,25 \cdot \frac{84}{40} = 2,63$ кг, байланысқан CO₂ мөлшері: $2,63 \cdot \frac{44}{84} = 1,38$ кг.

Флюс кенінің рационалдық құрамының есептеулер нәтижелерін 2.2 – кестеге енгіземіз.

4 Кесте – Флюс кенінің рационалдық құрамы, кг

Қосылыстар	Cu	Pb	Zn	Fe	S	O ₂	SiO ₂	CaO	Mg O	Al ₂ O ₃	CO ₂	H ₂ O	Ag	Бас қа	Бар л.
CuFeS ₂	0,35			0,29	0,35										0,96
2PbO·Fe ₂ O ₃		0,12		0,04		0,02									0,21
ZnO·Fe ₂ O ₃			0,13	0,12		0,13									0,35
FeS ₂				0,51	0,58										1,39
Fe ₂ O ₃ ·3H ₂ O				4,59		1,98						2,22			8,79
Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂							7,15			7,08		2,15			15,3
SiO ₂							64,5								64,5
CaCO ₃								1,82			1,39				3,16
MgCO ₃									3,25		1,38				2,63
Ag													0,01		0,01
Басқа														3,0	3,0
Барлығы	0,35	0,12	0,13	6,58	0,81	2,0	65,6	1,82	3,25	7,08	2,77	4,37	0,01	3,0	100

2.1.3 Суық материалдардың рационалдық құрамын есептеу

Суық материалдардың химиялық құрамы аз мерзімде ауысып тұруына байланысты нақты болмайды. Сондықтан есептеуде суық материалдардың келтірілген химиялық құрамын аламыз, %: Cu – 36,7; Fe – 30,0; S – 13,6; SiO₂ – 8,7; Al₂O₃ – 6,1; CaO – 1,3; Ag – 430 г/т.

Күкірт жартылай Cu₂S және FeS байланысты деп аламыз. Масса Cu₂S: $6,2 \cdot \frac{159}{32} = 30,8$ кг, оның құрамындағы Cu мөлшері: $30,8 \cdot \frac{127}{159} = 24,6$ кг. Қалған мыс металдық түрде болады: $36,7 - 24,6 = 11,4$ кг.

FeS мөлшері: $6,2 \cdot \frac{87,8}{32} = 17,01$ кг, темір $17,01 \cdot \frac{55,8}{87,8} = 10,81$ кг тең.

Кремнезем толығымен фаялитпен 2FeO·SiO₂ байланысты деп аламыз. Фаялиттің құрамындағы темір: $8,8 \cdot \frac{111,6}{60} = 16,37$ кг, темірмен байланысты оттегі

мөлшері: $16,37 \cdot \frac{32}{111,6} = 4,69$ кг. 2FeO·SiO₂ мөлшері: $8,7 + 16,37 + 4,69 = 29,86$ кг.

Қалған темір Fe₃O₄ түрінде кездеседі: $30,0 - 10,81 - 16,37 = 2,32$ кг, оның мөлшері: $2,32 \cdot \frac{231,4}{167,4} = 3,21$ кг, оның құрамындағы O₂ мөлшері: $3,21 \cdot \frac{64}{231,4} = 0,89$ кг.

Суық материалдардың рационалдық құрамын 5 - кестеге енгіземіз.

5 Кесте – Суық материалдардың химиялық құрамы, кг

Қосылыс	Cu	Fe	S	O ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Ag	Басқа	Барлығы
Cu	11,4									11,4
Cu ₂ S	24,6		6,2							30,8
FeS		10,81	6,2							17,01
2FeO·SiO ₂		16,37		4,69	8,7					29,86
Fe ₃ O ₄		2,32		0,89						3,21
Al ₂ O ₃						6,1				6,1
CaO							1,3			1,3
Ag								0,043		0,043
Басқалар									0,68	0,68
Барлығы	36,7	30,0	13,6	6,58	8,7	6,1	1,3	0,043	0,68	100

Конвертерлеу үрдісінің бірінші мерзімінде түзілетін артық жылуды сіңіруге қажет суық материалдардың мөлшері тәжірибе мәліметтері бойынша ыстық штейн мөлшерінің 20 % құрайды.

2.1.4 Конвертерлі шлактың рационалдық құрамын есептеу

Жобаланатын Жезқазған мыс қорыту зауытының тәжірибе мәліметтері бойынша конвертерлі шлактың мынадай химиялық құрамын қабылдаймыз, %: Cu – 3,65 ; Pb – 2,96; Zn – 1,82; Fe – 42,65; S – 3,75; SiO₂ – 23,54; Al₂O₃ – 4,31; CaO – 2,05; MgO – 0,69; Fe₃O₄ – 4,97.

Мыс толығымен Cu₂S түрінде болады, оның мөлшері: $3,65 \cdot \frac{159}{127} = 4,26$ кг, оның құрамындағы күкірт: $4,26 \cdot \frac{32}{159} = 0,86$ кг. Қалған күкірт FeS байланысты: $3,75 - 0,86 = 1,97$ кг. FeS мөлшері: $1,97 \cdot \frac{87,8}{32} = 5,4$ кг, оның құрамындағы темір: $5,4 \cdot \frac{55,8}{87,8} = 3,43$ кг.

Магнетиттегі Fe₃O₄ темір мөлшері: $5,24 \cdot \frac{167,4}{231,4} = 3,79$ кг, оттегі мөлшері: $3,79 \cdot \frac{64}{167,4} = 1,45$ кг. Қалған темір 2FeO·SiO₂ түрінде кездеседі: $42,65 - 3,43 - 3,79 = 35,83$ кг.

Фаялитпен байланысты кремнезем мөлшері: $35,83 \cdot \frac{60}{111,6} = 19,26$ кг, оттегі мөлшері: $35,83 \cdot \frac{32}{111,6} = 10,27$ кг. Фаялит 2FeO·SiO₂ мөлшері: $35,83 + 19,26 + 10,27 = 65,36$ кг.

Шлақтың құрамында қорғасын мен мырыш силикаттар түрінде кездеседі.

$$2\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2\text{мөлшері: } 2,98 \cdot \frac{506,4}{414,4} = 3,64 \text{ кг, оның ішінде SiO}_2: 3,64 \cdot \frac{60}{506,4} = 0,43 \text{ кг,}$$

$$\text{O}_2\text{мөлшері: } 3,64 \cdot \frac{32}{506,4} = 0,23 \text{ кг. } 2\text{ZnO}\cdot\text{SiO}_2\text{мөлшері: } 1,8 \cdot \frac{222,8}{130,8} = 3,07 \text{ кг,}$$

$$\text{байланысты SiO}_2 \text{ мөлшері: } 3,07 \cdot \frac{60}{222,8} = 0,83 \text{ кг, O}_2 \text{ мөлшері: } 3,07 \cdot \frac{32}{222,8} = 0,44 \text{ кг.}$$

$$\text{Бос SiO}_2: 23,54 - 19,26 - 0,43 - 0,83 = 5,29 \text{ кг.}$$

Есептелген конвертерлі шлақтың рационалдық құрамын 6-кестеге енгіземіз.

6 Кесте - Конвертерлі шлақтың рационалдық құрамы, кг

Қосылыс	Cu	Pb	Zn	Fe	S	O ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Басқа	Барлығы
Cu ₂ S	3,65				0,86							4,5
2PbO·SiO ₂		2,96				0,23	0,43					3,65
2ZnO·SiO ₂			1,82			0,44	0,83					3,07
FeS				3,43	1,97							5,4
Fe ₃ O ₄				3,79		1,45						4,97
2FeO·SiO ₂				35,83		10,27	19,26					65,36
SiO ₂							5,29					5,29
Al ₂ O ₃								4,36				4,36
CaO									1,37			1,37
MgO										0,63		0,63
Басқалар											1,14	1,14
Барлығы	3,65	2,96	1,82	42,65	3,75	12,39	23,54	4,36	1,37	0,63	1,14	100

2.1.5 Технологиялық үрдістің бірінші мерзімін есептеу

Тәжірибе мәліметтері бойынша қаралы мыстың құрамында 0,01 % Fe және 0,1 % Pb болады. Штейн жәнсуық материалдармен түсетін мыс мөлшері: 49,25 + 36,7 = 85,975 кг. Ақ матқа бөлінетін темір мен қорғасын мөлшерін есептеу үшін қаралы металдың шығыны мыс мөлшерінің 98 % құрайды: 85,975 · 0,98 = 83,37 кг. Темір мөлшері: 83,37 · 0,0001 = 0,0083 кг, массасвинца: 83,37 · 0,001 = 0,083 кг.

Конвертерлі шлак және кремний кеннің мөлшерін есептейік. Есептеуді 100 кг ыстық штейнге жүргіземіз. Шартты белгілеренгіземіз:

x – 100 кг ыстық штейнді өндірген кезде түзілетін конвертерлі шлак мөлшері, кг

у – кремний кенінің мөлшері, кг.

Конвертерге түсетін темір мөлшері, кг:

100 кг штейнмен– 20,01

20 кгсуық материалдармен– 5,97

у кг флюспен– 0,0556у

Ақ маттың құрамына 0,0083 кг темір өтеді.

Барлығы25,176 + 0,0556у.

х кг шлактың құрамындағы темір мөлшері – 0,4265х, бұдан:

25,176 + 0,0556у = 0,4265х.

Конвертерге түсетін кремнеземмөлшері, кг:

100 кг штейнмен– 1,13

20 кгсуық материалдармен– 1,76

у кг флюспен– 0,7165у

Барлығы 2,95 + 0,7165у.

х кг шлактың құрамындағыSiO₂мөлшері – 0,2601х. Конвертерлі шлаққаSiO₂толығымен бөлінгенде:

2,97 + 0,7165у = 0,2601х.

Теңдеулер жүйесін шешеміз:

$$\begin{cases} 25,182 + 0,0558у = 0,4305х \\ 2,97 + 0,7168у = 0,2581х \end{cases}$$

Бұдан алынады:

$$\begin{cases} х = 58,495 + 0,1296у \\ 0,6834у = 12,1276 \end{cases}$$

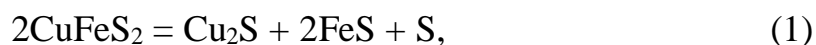
у = 17,75 кг флюс кені

х = 60,8 кг конвертерлі шлақ.

Штейн жәнесуық материалдармен бірге конвертерге: 28,76 + 3,4 = 32,26 кг FeS түседі.

Кенмен түседі: CuFeS₂ – 0,19 кг и FeS₂ – 0,22 кг.

Диссоциация реакциялары бойынша:



Түзіледі: Cu₂S – $0,19 \cdot \frac{158,1}{357} = 0,082$ кг;

FeS – $0,19 \cdot \frac{175,8}{357} = 0,089$ кг;

S_{эл} – $0,19 \cdot \frac{32}{357} = 0,018$ кг.

Флюсты кен сульфидтерінің диссоциациясы кезіндеүрдісте32,15кг FeS қолданылады.

Бұдан 28,76 кг FeS, 4,58 кг PbS, 2,15 кг ZnS, оның ішінде 20,01 кг Fe, 3,97 кг Pb, 1,45 кг Zn және 12,2 кг S тотығуы қажет.

Конвертерлі шлакта 3,91 кг Fe₃O₄, ыстық штейнмен Fe₃O₄ – 1,33 кг енгізіледі.

Fe₃O₄ дейін тотығатын темір мөлшері: $2,58 \cdot \frac{166,4}{232,4} = 1,88$ кг, қажет O₂ мөлшері: $2,58 - 1,887 = 0,71$ кг.

Яғни FeO дейін шлакта тотығады: $20,01 - 1,887 = 18,36$ кг, қажет O₂ мөлшері: $18,36 \cdot \frac{16}{55,8} = 5,0$ кг.

Қорғасын және мырыш сульфидтарының тотығуына қажет O₂ мөлшері:

PbO дейін: $4,01 \cdot \frac{16}{207,2} = 0,3$ кг,

ZnO дейін: $1,58 \cdot \frac{16}{65,4} = 0,39$ кг.

Сульфидтердің тотығуына қажет жалпы O₂ мөлшері: $0,71 + 5,0 + 0,3 + 0,39 = 6,4$ кг.

Бірінші мерзімде 12,2 кг сульфидті S және 0,02 кг элементарлы S, барлығы – 12,22 кг күкірт тотығады.

Конвертерлі газдардың құрамы бойынша тәжірибелік мәліметтер негізінде SO₂ дейін тотығатын күкірт мөлшерінің SO₃ дейін тотығатын мөлшеріне қатынасын 6 : 1 деп аламыз.

SO₂ дейін тотығатын күкірт мөлшері: $\frac{12,22 \cdot 6}{7} = 10,47$ кг, қажет O₂ – 10,47,

түзілетін SO₂ мөлшері: $10,47 \cdot \frac{64}{32} = 20,95$ кг.

SO₃ дейін тотығады: $\frac{12,22 \cdot 1}{7} = 1,75$ кг, қажет $1,75 \cdot \frac{48}{32} = 2,63$ кг O₂, $1,73 + 2,63 = 4,38$ кг SO₃ түзіледі.

Күкірттің тотығуына қажет оттектің жалпы теориялық шығыны: $10,47 + 2,6 = 13,07$ кг. Жалпы қажет оттегі – $13,07 + 6,4 = 19,47$ кг.

Тәжірибе мәліметтер негізінде конвертер ваннасының оттекті қолдануы 95,5 % тең, бұдан қажет оттектің мөлшерін табамыз – $19,47 : 0,95 = 20,49$ кг. Оттектің артық мөлшері – $20,49 - 19,74 = 1,33$ кг.

Байытылған ауаның құрамындағы оттектің мөлшері 28 % (масс.) болғанда, бірінші мерзімге қажет үрлеудің мөлшері: $20,49 : 0,28 = 73,12$ кг немесе $73,12 : 1,29 = 56,73$ м³. Үрлеумен берілетін азот мөлшері: $73,12 - 20,49 = 52,63$ кг.

Бірінші мерзімде конвертерге 17,75 кг флюс кені жүктеледі, одан бөлінетін газдар: H₂O – $17,75 \cdot 0,0437 = 0,78$ кг,

CO₂ – $17,75 \cdot 0,0277 = 0,49$ кг.

Бөлінетін газдар мөлшерін 7 - кестеге енгіземіз.

7 Кесте - Бірінші мерзімде бөлінетін газдар құрамы

Газ	Мөлшері, кг	Көлемі, нм ³	% (об.)
1	2	3	4
SO ₂	20,95	7,33	13,93
SO ₃	4,38	1,23	2,34
O ₂	1,33	0,72	1,37
N ₂	52,63	42,1	80,02
H ₂ O	0,78	0,98	1,826
CO ₂	0,49	0,25	0,48
Барлығы	80,26	52,61	100

Тәжірибелер мәліметтері бойынша қорғасынның бөлінуі: шлакқа – 45%, қалғаны шаң мен ақ матқа, және мырыштың бөлінуі: шлакқа – 75 %, шаңға –25 %.

Штейн жәнсуық материалдармен түсетін қорғасын мөлшері: $3,97 + 20 \cdot 0,0015 = 4,04$ кг. Шлакқа – $0,45 \cdot 4,04 = 1,791$ кг, ақ матқа – 0,05 кг, шаңға: $4,04 - 1,791 - 0,05 = 2,17$ кг өтеді.

Бөлінетін мырыш: $1,45 + 20 \cdot 0,0009 = 1,6$ кг. Шлакқа – $0,75 \cdot 1,6 = 1,2$ кг, шаңға – 0,4 кг өтеді.

Ақ маттың құрамында Cu₂S, металдық мыс пен қоспалар бар. Конвертерге түсетін Cu₂S мөлшері, кг:

100 кг штейнмен - 60,24

20 кгсуық материалдармен - 6,16

17,75 кг флюспен - 0,08

Барлығы - 66,48.

Конвертерлі шлакпен бөлінеді: $60,8 \cdot 0,045 = 2,74$ кг Cu₂S.

Ақ матта $65,48 - 2,74 = 63,74$ кг қалады.

Конвертергесуық материалдармен бірге түсетін металдық мыс толығымен ақ маттың құрамына өтеді деп қабылдаймыз: $20 \cdot 0,114 = 2,28$ кг.

Жалпы ақ маттың құрамындағы Cu₂S және Cu мөлшері – $63,74 + 2,28 = 66,12$ кг (53,17 кг Cu).

Басқалардың мөлшері 1% деп аламыз. Ақ маттың шығысы – 66,68кг.

Есептеулер негізінде бірінші мерзімнің материалдық балансын құраймыз(8 - кесте).

8 Кесте - Бірінші мерзімнің материалдық балансы, кг

	Материалдар	Барлығы	Cu		Fe		Pb		Zn		S		O ₂		SiO ₂		Al ₂ O ₃		CaO		MgO		CO ₂		H ₂ O		N ₂		Ag		Au		Re		басқа		
			Кг	%	кг	%	кг	%	Кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	Кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	
Кіріс	Штейн	100,0	49,49	49,20	20,20	3,93	3,91	1,41	1,41	25,25	0,37	0,31	1,11	1,11	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,10	-	-	-	-	-	-	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	
	Суық	20,0	7,236	5,97	30,30	-	-	-	-	2,413	1,16	6,51	1,78	8,71	1,26	10,21	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,20	0,60		
	Флюстар	17,75	0,00	0,30	0,99	6,56	0,00	0,10	0,00	0,10	0,80	0,32	2,01	12,65	1,37	0,03	1,80	0,23	2,04	2,70	74,33	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,53	3,00		
	Үрлеу	73,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Барлығы	210,87	55,	26,1	4,0	1,6	26,	22,2	15,	2,6	0,8	0,3	0,4	0,7	52,	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Ақ матт	66,68	53,	0,00	0,0	-	12,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	
Шығыс	Конв.	60,8	2,23	3,626	1,42	1,72	2,91	1,21	1,81	1,73	3,77	7,612	15,15	23,23	2,64	3,08	1,31	0,30	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,61	1,40		
	Шаң	3,13	-	-	-	2,1	0,4	-	-	-	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Газдар:	80,26	-	-	-	-	-	-	-	12,	14,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,7	52,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SO ₂	20,95	-	-	-	-	-	-	-	10,	10,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SO ₂	4,38	-	-	-	-	-	-	-	1,7	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	O ₂	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	N ₂	52,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H ₂ O	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CO ₂	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Барлығы	210,87	55,38	26,18	4,04	1,6	26,67	22,266	15,69	2,65	0,83	0,38	0,49	0,78	52,63	0,07	0,0009	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027

2.1.6 Технологиялық үрдістің екінші мерзімін есептеу

Конвертерлеу үрдісінің екінші мерзімі үрлеуді тоқтатпай және суық материалдарсыз жүргізіледі.

Үрдістің өнімдеріне қара мыс, газдар, конвертерлі шлактар және ақ матт құрамындағы қоспалардан түзілетін күйінді жатады.

Ақ матты үрлеу кезінде Cu_2S тотығып, мыс, SO_2 және SO_3 түзіледі.

Тәжірибелік мәліметтер бойынша ақ маттан қара мысқа мыстың өтуін 99,5 % деп қабылдаймыз. Қара мысқа бөлінетін мыс мөлшері: $53,25 \cdot 0,995 = 53,95$ кг.

Жобаланып отырған Жезқазған мыс қорыту зауытының тәжірибе негізінде қара мыс құрамы мынадай, %: Cu – 99,1; Pb – 0,1; Fe – 0,01; S – 0,06; O_2 – 0,1; бұл қара мыстың МЧ2 маркасына сәйкес келеді.

$$\text{Қара мыс шығымы} - \frac{52,9}{0,99} = 53,44 \text{ кг.}$$

$$\text{Қара мыс құрамындағы күкірт} - \frac{53,44 \cdot 0,06}{100} = 0,032 \text{ кг.}$$

Ақ маттың құрамындағы жалпы күкірт – 12,82 кг, бұдан тотығатын күкірт мөлшері $12,82 - 0,032 = 12,69$ кг.

$$\text{Қара мыстың құрамындағы оттегі} - \frac{53,44 \cdot 0,1}{100} = 0,05 \text{ кг.}$$

Конвертерлі газдардың құрамын екінші мерзімінде SO_2 дейін тотығатын күкірт мөлшерінің SO_3 дейін тотығатын күкірт мөлшеріне қатынасы 5 : 1 тең.

$$\text{SO}_2 \text{ дейін тотығатын күкірт мөлшері: } \frac{12,69 \cdot 5}{6} = 10,58 \text{ кг, бұл кезде } 10,58$$

кг O_2 қажет, түзілетін SO_2 мөлшері: $10,58 \cdot \frac{64}{32} = 21,16$ кг. SO_3 дейін тотығатын күкірт

$$\text{мөлшері: } \frac{12,69 \cdot 1}{6} = 2,12 \text{ кг, бұл кезде } 2,12 \cdot \frac{48}{32} = 3,18 \text{ кг } \text{O}_2 \text{ қажет, түзілетін } \text{SO}_3$$

$$\text{мөлшері: } 2,12 + 3,18 = 5,3 \text{ кг.}$$

Күкірт тотығуына қажет жалпы оттегі шығыны $10,58 + 3,18 = 13,76$ кг тең.

Конвертер ваннасы оттектің 95 % қолданған кезде қажет оттегі мөлшері: $\frac{13,76}{0,95} = 14,49$ кг, артық оттегі мөлшері: $14,49 - 13,76 = 0,73$ кг, оның ішінде қара мыс құрамындағы мөлшері 0,05 кг тең.

$$\text{Үрлеу мөлшері } \frac{14,49}{0,28} = 51,75 \text{ кг немесе } \frac{51,75}{1,29} = 40,12 \text{ нм}^3, \text{ үрлеумен бірге}$$

берілетін азот мөлшері: $51,75 - 14,49 = 37,26$ кг.

9 - кестеде екінші мерзімнің бөлінетін газдар құрамы көрсетілген.

9 Кесте – Екінші мерзімде бөлінетін газдар құрамы

Газ	Мөлшері, кг	Көлемі, нм ³	% (об.)
SO ₂	21,16	7,39	18,9
SO ₃	5,29	1,4	3,58
O ₂	0,68	0,48	1,2
N ₂	37,26	29,8	76,27
Барлығы	64,39	39,07	100

Бірінші және екінші мерзімдерінде 100 кг ыстық штейнге газдардың жалпы мөлшері $52,61 + 39,07 = 91,68$ кг тең.

Конвертерлеу үрдісінің екінші мерзімінің технологиялық есептеулерін 10-кестеге енгіземіз.

Конвертерлеу бөлімінің жалпы материалдық балансы 11-кестеде көрсетілген.

10 Кесте – Екінші мерзімнің материалдық балансы, кг

	Материал	Барлығы	Cu	Fe	Pb	S	O ₂	N ₂	Ag	Au	Басқа
Кіріс	Ақ матт	66,68	53,17	0,0083	0,05	12,82	-	-	0,07	0,0009	0,66
	Үрлеу	51,75	-	-	-	-	14,49	37,26	-	-	-
	Барлығы	118,43	53,17	0,0083	0,05	12,82	14,49	37,26	0,07	0,0009	0,66
	Қара мыс	53,44	53,95	0,0083	0,05	0,032	0,05	-	0,07	0,0009	0,35
Шығыс	Газдар:	64,39	-	-	-	12,69	14,44	37,26	-	-	-
	SO ₂	21,16	-	-	-	10,58	10,58	-	-	-	-
	SO ₃	5,29	-	-	-	2,11	3,18	-	-	-	-
	O ₂	0,68	-	-	-	-	0,68	-	-	-	-
	N ₂	37,26	-	-	-	-	-	37,26	-	-	-
	Күйінді	0,6	0,27	-	-	-	-	-	-	-	0,35
	Барлығы	188,43	53,17	0,0083	0,05	12,82	14,49	37,26	0,07	0,0009	0,66

11 Кесте - Конвертерлеу үрдісінің жалпы материалдық балансы

Кіріс	Материалдар	Барлығы	Cu		Fe		Pb		Zn		S		O ₂		SiO ₂		Al ₂ O ₃		CaO		MgO		CO ₂		H ₂ O		N ₂		Ag		Au		Re		басқал	
		кг	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%		
Кіріс	Штейн	100,0	49,49	20,20	3,9	3,9	1,4	1,4	25,25	0,3	0,1	1,13	1,0	1,13	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-	0,05	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5	0,5	
	Суық	20,0	7,2	36,5	30,30	-	-	-	-	2,4	13,1	6,1	7,6	8,1	1,2	6,1	0,2	1,3	-	-	-	-	-	-	0,00	0,0	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6		
	Флюстар	17,75	0,0	0,3	0,9	6,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,8	0,3	2,12	8,65	1,3	7,0	0,3	1,8	0,2	3,2	0,4	2,7	0,7	4,3	-	0,00	0,0	-	-	-	-	0,5	3,0		
	Үрлеу	124,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Барлығы	262,62	55,	26,	4,0	1,6	26,	36,	15,6	2,6	0,8	0,3	0,4	0,7	89,	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,2
	Қара мыс	53,44	53,	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,00	-	-	-	-	-	-	0,3	
Шығыс	Конв.	60,8	2,2	3,6	26,42	1,7	2,9	1,2	1,8	1,7	3,7	7,6	12	15,6	23	2,6	4,3	0,8	1,3	0,3	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	1,4	
	Шаң	3,73	0,2	-	2,1	0,4	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,3	-		
	Газдар:	144,65	-	-	-	-	-	-	24,	28,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,7	89,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SO ₂	42,11	-	-	-	-	-	-	21,	21,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SO ₃	9,67	-	-	-	-	-	-	3,8	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	O ₂	1,71	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	N ₂	89,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HO ₂	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CO ₂	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Барлығы	262,62	53,	26,	4,0	1,6	26,	36,	15,6	2,6	0,8	0,3	0,4	0,7	89,	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,2

2.2 Жылулық баланс есебі

Жобаға сәйкес конвертерлеу үрдісінің жылулық балансы үрдістің материалдары мен өнімдерінің температура және жылу сыйымдылық мәндері белгілі болғанда мерзімдер бойынша материалдық баланстар негізінде есептелінеді.

12-кестеде жобаланатын мыс штейндерін конвертерлеу үрдісінің материалдар мен өнімдердің температура және жылу сыйымдылық мәндері көрсетілген.

12 Кесте - Мыс штейндерін конвертерлеу үрдісінің материалдар мен өнімдердің температура және жылу сыйымдылық мәндері

Материалдар және өнімдер	Температура, °C		Жылу сыйымдылық, кДж/(кг·°C)
	I мерзім	II мерзім	
Ыстық штейн	1100	-	0,838
Үрлеу	60	60	-
Ақ матт	1250	1250	0,754
Қара мыс	-	1200	0,453
Шлак	1200	-	1,236
Газдар	1000	1200	-
Бүркеніш беті	200	300	-
Конвертердің ішкі жағы	1300	1350	-

2.2.1 Бірінші мерзімнің жылулық балансы

Жылу кірісі

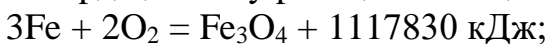
Ыстық штейннің жылуы:

$$Q_{ум} = G_{ум} c_{ум} t_{ум} = 100 \cdot 0,845 \cdot 1150 = 92460 \text{ кДж.}$$

Ауа жылуы:

$$Q_e = V_e c_e t_e = 56,73 \cdot 1,3 \cdot 60 = 4425 \text{ кДж.}$$

Темірдің тотығу реакциясының жылуы:



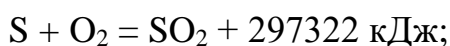
$$q_1 = \frac{1117830}{167,4} \cdot 1,87 = 12497 \text{ кДж;}$$



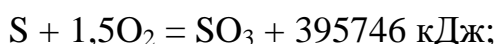
$$q_2 = \frac{267002}{55,8} \cdot 17,42 = 83323 \text{ кДж;}$$

Темірдің тотығуына қажет жалпы жылу – 95820 кДж.

Күкірттің тотығу реакциясының жылуы:



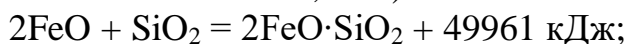
$$q_3 = \frac{297322}{32} \cdot 10,47 = 97280 \text{ кДж};$$



$$q_4 = \frac{395746}{32} \cdot 1,75 = 21890 \text{ кДж};$$

Күкірттің тотығуына қажет жалпы жылу – 119270кДж.

Шлак түзілу реакциясының жылуы (FeO дейін тотығатын Fe мөлшері бойынша есептейміз – 18,36кг):



$$Q_{шл} = \frac{49961}{111,6} \cdot 17,42 = 7786 \text{ кДж}.$$

Жалпы жылу кірісі – 321213кДж.

1) *Жылу шығыны*

Ақ маттың жылуы:

$$Q_{a.m} = G_{a.m} \cdot c_{a.m} \cdot t_{a.m} = 66,68 \cdot 0,754 \cdot 1250 = 62846 \text{ кДж}.$$

Шлактың жылуы:

$$Q_{шл} = G_{шл} \cdot c_{шл} \cdot t_{шл} = 60,8 \cdot 1,236 \cdot 1200 = 90179 \text{ кДж}.$$

Газдар жылуы:

$$Q_g = (V_{SO_2} \cdot c_{SO_2} + V_{SO_3} \cdot c_{SO_3} + V_{O_2} \cdot c_{O_2} + V_{N_2} \cdot c_{N_2} + V_{H_2O} \cdot c_{H_2O} + V_{CO_2} \cdot c_{CO_2}) \cdot t_g =$$

$$= (7,33 \cdot 2,246 + 1,23 \cdot 3,897 + 0,72 \cdot 1,479 + 42,1 \cdot 1,4 + 0,98 \cdot 1,718 + 0,25 \cdot 2,06) \times$$

$$\times 1000 = 83435 \text{ кДж}$$

Эндотермиялық үрдістердің жылуы:



$$q_5 = \frac{95197}{55,9} \cdot 19,29 = 32851 \text{ кДж};$$



$$q_6 = \frac{178075}{56} \cdot 0,31 = 986 \text{ кДж};$$



$$q_7 = \frac{117320}{39} \cdot 0,22 = 662 \text{ кДж};$$

0,78 кг кремний кенінің ылғалының булануына қажет жылу:

$$0,78 \cdot 2514 = 1961 \text{ кДж}.$$

Эндотермиялық үрдістерге қажет жалпы жылуы – 36460 кДж.

Жылудың сыртқы ортаға жоғалуы.

Тәуліктік өнімділігі 538 т/тәул тең болғанда 100 кг штейнді өңдеу кезіндегі балансты уақытты есептейік:

$$\tau_{бал} = \frac{24}{538} \cdot 0,1 = 0,0045 \text{ сағат.}$$

I және II мерзімдердегі балансты уақыт I және II мерзімдерде берілетін үрлеудің қатынасымен анықталады:

$$\tau_1 = \frac{0,0045}{139,8} \cdot 73,12 = 0,0025 \text{ сағат,}$$

$$\tau_2 = \frac{0,0045}{139,8} \cdot 51,75 = 0,0016 \text{ сағат.}$$

13 Кесте - Бірінші мерзімнің жылулық балансы (100 кг ыстық штейнға)

Жылу кірісі			Жылу шығысы		
Кіріс статьялары	кДж	%	Шығыс статьялары	кДж	%
Ыстық штейн жылуы	92460	28,76	Ақ маттың жылуы	62846	19,68
Үрлеу жылуы	4225	1,4	Шлақтың жылуы	90179	28,24
Темірдің тотығу реакцияларының жылуы	95820	30,0	Газдардың жылуы	83455	26,13
Күкірттің тотығу реакцияларының жылуы	119170	37,3	Эндотермиялық үрдістердің жылуы	36460	11,41
Шлақтың түзілу жылуы	7783	2,44	Сыртқы ортамен жоғалатын жылу	17004	5,32
			Ескерілмеген жылулар	29632	9,22
Барлығы	321213	100	Барлығы	319378	100

а) Конвертер бүркеніш бетімен жылудың жоғалуы.

Конвертердің бүркеніш беті диаметрі 3,95 м және ұзындығы 9,26 м цилиндр бетінен аузының (1,9×2 м) өлшемдерін алғанда анықталады. Қыркоэффициентін $k_{кыр} = 1,4$ деп қабылдаймыз.

$$F_{каб} = 1,4 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 3,96^2}{4} \cdot 2 + 3,14 \cdot 3,96 \cdot 9,25 - 3,8 \right) = 184 \text{ м}^2.$$

Қабырғалармен жоғалған меншікті жылу (конвекция және сәулелену) мөлшерін графигі бойынша [9, 65 - бет] анықтаймыз. Бүркеніштің сыртқы бетінің температурасы 200 °С болғанда $q_{мен} = 19100$ кДж/(м²·сағ):

$$Q_{каб} = q_{мен} \cdot F_{ст} \cdot \tau_1 = 19100 \cdot 185 \cdot 0,0025 = 7684 \text{ кДж.}$$

б) Ашық ауыз арқылы сәулеленумен жылудың жоғалу мөлшері.

Конвертердің ішкі температурасы 1300 °С болғанда график бойынша [9, 364 - бет] диафрагмалау коэффициенті $\Phi = 0,7$ деп аламыз, сонда:

$$q_{vy} = 1055200 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ}):$$

$$Q_c = q_{мен} \cdot F_{аузы} \cdot \tau_1 = 1055200 \cdot 3,8 \cdot 0,0025 = 9231 \text{ кДж.}$$

Сыртқы ортаға жоғалатын жылу мөдшері – 17014 кДж.

Жалпы жылу шығысы – 29632 кДж.

Есептеулер нәтижелері бойынша 13-кестеге үрдістің бірінші мерзімінің жылулық балансын құрамыз.

2.2.2 Екінші мерзімнің жылулық балансы

Жылу кірісі

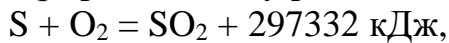
Ақ маттың жылуы:

$$Q_{a.m} = 62878 \text{ кДж.}$$

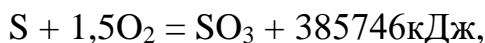
Ауа жылуы:

$$Q_v = V_a c_a t = 40,12 \cdot 1,3 \cdot 60 = 3128 \text{ кДж.}$$

Күкірттің тотығу реакцияларының жылуы:



$$q_1 = \frac{297322}{32} \cdot 10,58 = 98312 \text{ кДж,}$$



$$q_2 = \frac{395746}{32} \cdot 2,12 = 27218 \text{ кДж.}$$

Күкірттің тотығуына қажет жалпы жылуы – 123630 кДж.

Жалпы жылу кірісі – 190585 кДж.

Жылу шығыны

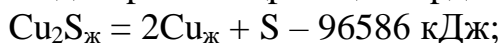
t = 1200 °С температурада қара мыстың жылуы:

$$Q_m = G_m c_m t_m = 53,44 \cdot 0,453 \cdot 1200 = 29049 \text{ кДж.}$$

Температура t = 1200 °С болғанда газдардың температурасы:

$$Q_2 = (V_{SO_2} \cdot c_{SO_2} + V_{SO_3} \cdot c_{SO_3} + V_{O_2} \cdot c_{O_2} + V_{N_2} \cdot c_{N_2}) \cdot t_2 = (7,39 \cdot 2,288 + 1,4 \times \\ \times 3,918 + 0,48 \cdot 1,504 + 29,8 \cdot 1,425) \cdot 1200 = 79948 \text{ кДж}$$

Эндотермиялық реакциялардың жылуы:



$$Q_{энд} = \frac{96496}{32} \cdot 12,69 = 38278 \text{ кДж.}$$

Сыртқы ортаға жоғалатын жылу.

Графиктар бойынша анықтаймыз [9]:

а) Қабырғамен жылудың жоғалуы:

$$t_{кож} = 300 \text{ °С үшін } q_{уд} = 36000 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ}):$$

$$Q_{ст} = q_{уд} \cdot F_{ст} \cdot \tau_2 = 36000 \cdot 188 \cdot 0,0016 = 10830 \text{ кДж.}$$

14 Кесте - Екінші мерзімнің жылулық балансы

Жылу кірісі			Жылу шығысы		
Кіріс статьялары	кДж	%	Шығыс статьялары	кДж	%
Ақ маттың жылуы	62878	32,99	Қара мыс жылуы	29050	15,25
Үрлеу жылуы	3129	2,05	Газдар жылуы	79068	41,5
Күкірттің тотығу реакцияларының жылуы	124520	65,37	Эндотермиялық үрдістердің жылуы	38267	20,13
			Сыртқы ортаға жоғалатын жылу	18526	9,73
			Ескерілмеген жылулар	25584	13,43
Барлығы	190510	100	Барлығы	190510	100

15 Кесте - Конвертерлеу үрдісінің жалпы жылулық балансы

Жылу кірісі			Жылу шығысы		
Кірісстатьялары	кДж	%	Шығысстатьялары	кДж	%
Ыстық штейннің жылуы	92176	20,62	Қара мыс жылуы	29050	6,5
Үрлеу жылуы	7554	1,69	Шлақтың жылуы	90179	20,17
Темірдің тотығу реакцияларының жылуы	95820	21,44	Газдардың жылуы	162523	36,36
Күкірттің тотығу реакцияларының жылуы	243690	54,51	үрдістердің жылуы	74727	16,72
Шлақтың түзілу жылуы	7783	1,74	Сыртқы ортаға жоғалатын жылу	35530	7,95
			Ескерілмеген жылулар	55018	12,3
Барлығы	447027	100	Барлығы	447027	100

б) Ауыздан бөлінетін жылу:

$t_{\text{внут}} = 1350 \text{ }^\circ\text{C}$ және $\Phi = 0,7$ $q_{\text{уд}} = 1266000 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ})$ үшін:

$$Q_{\text{изл}} = q_{\text{уд}} \cdot F_{\text{горл}} \cdot \tau_2 = 1266000 \cdot 3,8 \cdot 0,0016 = 7697 \text{ кДж.}$$

Қоршаған ортаға жоғалатын жалпы жылу – 15616 кДж.

Жалпы жылу шығыны – 159911 кДж. Алынған нәтижелерді жылулық баланстар кестелеріне енгіземіз (14 және 15-кесте).

2.3 Байытылған оттегімен үрлеу кезінде конвертердің жұмыс көрсеткіштерін анықтау

Жоғарыда жүргізілген есептеулер бойынша конвертердің өткізу дәрежесі (өнімділігі) $V_k=984 \text{ нм}^3/\text{мин}$ ескереотырып, жоба бойынша конвертерді үрлеуді 28 % оттегімен байытқан кезде жобаланып отырған ЖМҚЗ – ның 25 % оттегімен байытылған үрлеумен жүргізілетін конвертерге қарағанда берілетін оттегі мөлшері де көбейеді.

Өнеркәсіптің жағдайында $V_k=984 \cdot 0,25 = 248 \text{ нм}^3/\text{мин}$, ал жоба бойынша 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу жүргізгенде:

$$V_k = 984 \cdot 0,28 = 275 \text{ нм}^3/\text{мин}$$

Осының нәтижесінде қажет мөлшерде штейнді өңдеу уақыты қысқарады. Конвертерді 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезінде бірінші мерзімнің балансты уақыты $\tau_1 = 0,0023$ сағат, оның ішінде үрленетін уақыт мөлшері $0,75 \cdot 0,0023 = 0,00191$ сағат тең. Құрамында 28 % оттегі бар үрлеуді қолданған кезде бірінші мерзімнің балансты уақыты:

$$0,00191 \cdot \frac{246}{276} = 0,0015 \text{ сағат немесе бірінші мерзімнің жалпы балансты}$$

уақыты:

$$\tau' = \frac{0,0015}{0,75} = 0,002 \text{ сағатқа тең.}$$

Бұдан сыртқы ортаға жоғалатын жылу мөлшері азаяды:

$$\tau_1 = 0,0023 \text{ сағат болғанда } Q = 17095 \text{ кДж};$$

$\tau' = 0,002$ сағат болғанда үрдістің температуралық режимін сақтау жағдайында сыртқы ортаға жоғалатын жылу мөлшері:

$$Q = \frac{17004}{0,0023} \cdot 0,002 = 14786 \text{ кДж.}$$

Өнеркәсіптің тәжірибелік мәліметтермен салыстырғанда пайда болған жылудың артық мөлшері: $Q_{\text{арт}} = 17004 - 14786 = 2218 \text{ кДж}$.

Бірінші периодта берілетін газ құрамындағы азот мөлшері де азаяды:

$$V_{N_2} = \frac{20,49}{32} \cdot 22,4 \cdot \frac{0,75}{0,28} = 38 \text{ нм}^3.$$

Температура $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ болғанда азотпен жоғалатын жылу мөлшері:

$$Q_{N_2} = 38 \cdot 1,39 \cdot 1000 = 53053 \text{ кДж.}$$

Ал ауамен үрлеу кезіндегі азотпен кететін жылу мөлшері

$$Q = 52,63 \cdot 1,39 \cdot 1000 = 73478 \text{ кДж}$$

Азот мөлшерінің азаюына байланысты 100 кг штейнді өңдеу кезінде бөлінетін артық жылу мөлшері: $73478 - 53053 = 20425 \text{ кДж}$.

Жобаға сәйкес конвертерді 28 % оттегімен байытқан кезде бірінші мерзімде пайда болатын жалпы артық жылу мөлшері:

$$2218 + 20425 = 22643 \text{ кДж.}$$

2.4 Мыс штейнін конвертірлеу тәсілінің жалпы техникалық көрсеткіштері

Конвертерді 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезінде үрдістің техникалық көрсеткіштерін жалпы материалдық баланстан анықтаймыз. Ыстық штейннің мөлшерінен қара мыстың шығатын мөлшері:

$$\frac{0,05344}{0,1} = 0,5344 \text{ т/т.}$$

$$\text{Шлактың шығысы: } \frac{0,0608}{0,1} = 0,608 \text{ т/т.}$$

$$\text{Үрлеудің шығыны: } \frac{124,62}{1,29 \cdot 0,1} = 966 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

$$\text{Кварцты флюстың шығыны: } \frac{0,02}{0,1} = 0,2 \text{ т/т.}$$

Жобағасәйкес конвертерді 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезінде өңделетін қосымшасуық материалдардың мөлшерін қосымша есептеулермен есептейміз.

Ыстық штейннің мөлшерінен қара мыстың шығатын мөлшері:

$$\frac{600,73}{573} = 1,048 \text{ т/т.}$$

Конвертерлі шлактың қосымша мөлшері 0,608 т/т тең. Қосымшасуық материалдардың есебінен алынатын шлак мөлшері:

$$0,732x = 0,732 \cdot 34,7 = 25,4 \text{ т.}$$

$$\text{Конвертерлі шлактың жалпы шығысы: } 0,608 + 0,254 = 0,862 \text{ т/т.}$$

Конвертерді 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезіндеоның

$$\text{шығыны: } \frac{53,17 \cdot 22,4}{0,1 \cdot 32 \cdot 0,28} = 1329 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

Қосымшасуық материалдарды өндеген кезде 0,1 т штейнге жұмсалатын үрлеудің мөлшері: $0,285x = 0,285 \cdot 34,7 = 9,89 \text{ нм}^3$ немесе $\frac{9,89}{0,1} = 98,9 \text{ нм}^3/\text{т.}$

Бірінші мерзімде қолданылатын жалпы үрлеу мөлшері:

$$1329 + 98,9 = 1427,9 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

Материалдық баланс негізінде 1 т мысқа шығындалатын үрлеу шығыны:

$$\frac{51,75 \cdot 1000}{1,048 \cdot 53,44} = 924 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

$$\text{Екінші мерзімдегі үрлеудің шығыны: } 924 \cdot 1,348 = 968 \text{ нм}^3.$$

Бұдан екі мерзімде қолданылатын үрлеудің жалпы шығыны:

$$1427,9 + 968 = 2411,3 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

Кварц флюсының шығыны өзгеріссіз қалады.

$$\text{Штейннің шығыны: } \frac{1}{0,4812} = 2,08 \text{ т.}$$

3 Техникалық - экономикалық көрсеткіштер

3.1 Есептеуге берілген бастапқы мәліметтер

Бұл дипломдық жобада мысты жылына 200000 т өндіру жағдайында мыс штейндерін конвертерлеу бөлімін жобалау жасалынған. Бастапқы штейіндегі мыстың құрамы 48%. Технологиялық сұлба тауарлық мыстың МЧ2 маркасын алуға мүмкіндік береді. Есептеу бойынша конвертерсаны-4 дана.

3.2 Кешен бойынша қор салымы

Ғимараттар мен цех ғимаратының бағасын ЖМҚЗ құрылысының тәжірибелік берілгендері бойынша қабылдаймыз.

16 - кестеде кешендер бойынша қорсалымдарының сандық мәндері берілген.

16 Кесте - Кешендер бойынша қорсалымдары

Кешен аты	Құны, теңге	% амортиз.	Амортизация, теңге
Цех ғимараты	112935000	8	9376800
КИПиА ғимараты	2546000	8	204490
Қосымшааралық ғимараты	100313000	8	8009040
Темір жол	2738000	4,0	109820
Автокөлік жолы	7225000	10	721525
Барлығы	229767000	8	18423760

3.3 Цех шығындарын есептеу

ИТҚ мен КҚЖ қамтамасыз ету: $8486400 : 200000 = 42.4$ теңге.

Әлеуметтік қажеттіліктерге (30 %) бөлінетін қаржы:

$8486400 \cdot 0,3 : 200000 = 13,73$ теңге.

Ғимараттар мен имараттардың амортизациясы:

$18423740 : 200000 = 91,15$ теңге.

Ғимараттар және имараттарды қамтамасыз ету (2 %):

$229867000 \cdot 0,02 : 200000 = 22,19$ теңге.

Ғимараттың ағымдағы жөндеу жұмыстарына (3,5%):

$229867000 \cdot 0,035 : 200000 = 40,3$ теңге.

Еңбек қауіпсіздігіне кететін шығын (ЖЖҚ –ның 5%):

$31365290 \cdot 0,05 : 200000 = 7,84$ теңге.

Басқа цех шығындары – ескерілген шығындардың жалпы мөлшерінің 10 % құрайды немесе $0,1 \cdot (42,4 + 13,73 + 91,15 + 22,19 + 40,3 + 7,84) = 21,881$ теңге.

Жалпы цех шығындары: $218,2 + 21,791 = 240,02$ теңге.

3.4 Өзіндік құн калькуляциясы

Өзіндік құн калькуляциясы тауарлық өнімнің шығындарын анықтайды. Бұл кезде шығындар мақсатына қарай топталады, бұдан өзіндік құн деңгейіне жеке факторлардың әсерін көруге болады.

1 т қара мыстың өзіндік құнын анықтау үшін 1 т қара мысты өндіруге қолданылатын материалдық және энергия қажеттіліктерінің шығындалу нормасын технологиялық есептеулерге негізделіп шығарамыз.

17 - кестеде 1 т мысты өндіргенде шығындардың нормасы келтірілген

17 Кесте - 1 т мысты өндіргенде шығындардың нормасы

Материал	Шығын нормасы	Құны, теңге	Шығын, теңге
Штейн	2,08 т	53200	110300
Кварцты флюс	0,2 т	3920	629
Шикізатты тасымалдау	3,0 т	225	646
Байытылынған ауа	2411,3 нм ³	1,39	3459,9
Техникалық оттегі	40 нм ³	19,7	848
Электр энергиясы	120 кВт·сағат	4,8	489,16
Өндірістік су	50 м ³	1,713	85,56
Барлығы			116365

Қызметшілердің негізгі жалақы қоры: $1203085 : 200000 = 109,38$ теңге.

Қосымша жалақы қоры: $1203085 : 200000 = 5,02$ теңге.

Қызметшілердің жалпы жалақы қоры: $109,28 + 5,02 = 114,4$ теңге.

Әлеуметтік қажеттіліктер (30 %): $114,4 \cdot 0,3 = 34,32$ теңге.

Есептеулер нәтижесін қара мыстың өзіндік құн калькуляциясының 18-кестесіне енгіземіз.

18 Кесте - Қара мыстың өзіндік құнының калькуляциясы

Атауы	1 т қара мысқа			200000 т қара мысқа	
	Мөлшері	Құны, теңге	Жалпы құны, теңге	Мөлшері	Жалпы құны, теңге
1	2	3	4	5	6
1 Шикізат және материалдар					
1) штейн, т	1,791	53000	110300	364000	1899000000
2) флюс, т	0,2	3130	626	40000	126200000
Барлығы			109826		19234900000
2 Шикізатты тасымалдау, т	3,0	215	645	600000	127900000

18 Кесте жалғасы

1	2	3	4	5	6
3 Қосымша материалдар:					
1) байытылынған ауа, нм ³	2411,3	1,49	3569,9	480580000	723084200
2) техникалық оттегі, нм ³	40	18,7	748	7900000	149600000
Барлығы			3921,45		862684200
4 Энергия шығындары					
1) электр энергиясы, кВт·сағат	120	4,08	489,6	24000000	98620000
2) өндірістік су, м ³	50	1,71	85,5	10000000	17200000
Барлығы			575,1		115120000
5 Қызметшілердің жалақысы:					
1) негізгі			110,38		21875000
2) қосымша			5,52		1004100
Барлығы			124,4		22890000
6 Әлеуметтік қажеттіліктерге					
7 Жабдықтың шығындары:					
1) амортизациялық бөлінулер			767,3		155460000
2) жабдыққа қызмет ету			135,7		27140000
3) ағымдағы жөндеу жұмысы			271,5		54300000
Барлығы			1184,5		236900000
8 Цех шығындары:					
1) ИТҚ және КҚЖ қажет			43,12		8380000
2) әлеуметтік қажеттіліктерге			12,63		2545000
3) ғимарат амортизациясы			92,13		18410000
4) ғимаратты қамтамасыз ету			22,92		4590000
5) ғимараттың ағымды жөндеу			40,13		8016000
6) еңбек қорғау шығындар			7,8		1538000
7) басқа шығындар			21,891		4374000
Барлығы			241,02		48001000
Цехтың өзіндік құны			116838		2338826000000

3.5 Жаңғыртудан кейінгі конвертерлеу үрдісінің негізгі технологиялық және экономикалық көрсеткіштері

- Қара мыс бойынша жылдық өнімділігі - 200000 т;
- штейндегі мыстың мөлшері, 49,25%;
- Қара мыстың құрамындағы мыстың мөлшері, 95,8%
- Цехтың жұмыс режимі:
 - Жылдық, тәулік - 192
 - тәуліктік, ауысым - 3
 - ауысымдық, сағат - 8
- Цех құрылысына кеткен шығын - 49000000 теңге
- 1 т дайын өнімнің шығыны - 215365 теңге
- Өнімнің өзіндік құны - 2338826000000 теңге

- Өнеркәсіптің жылдық табысы, 8324000000 теңге
- Өнеркәсіптің тиімділігі, 46,13%
- Ақталу мерзімі, 3 жыл

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыстамыс штейнін конвентрлеу тәсілінің технологиясы мен тәжірибесін жетілдірумен байланысты зерттеу бағыты таңдап алынды, атап айтқанда, ауа үрлеуін оттегімен 28% дейін байыту және фурмалық белдіктехромомагнетитті отқа төзімділікті периклазохромиттергеауыстыру.

Дипломдық жұмыста жетілдірілген тәсілдің технологиялық және режимдік параметрлерін әзірлеу үшін оның техникалық-экономикалық негіздемесі орындалды. Өндірістің материалдық және жылу балансының есебі, конвертерлердің конструктивтік есебі орындалды, жетілдірілген процестің экономикалық тиімділігі есептелген.

Алынған нәтижелер процестің ұзақтығын азайту, сыртқы ортаға жылудың шығыны 23805-тен 14786 кДж-ге дейін, суық материалдарды беру 291-ден 315 т/тәу-ге дейін ұлғаятынын көрсетілді, өндірістің рентабельділігі 12,75% -ғаартады, ал жаңа материалдарды пайдаланудан өтімділік мерзімі 2 жылды құрайды.

Бұл деректер ЖМЗ конвертер бөлімшесінде қосымша конвертерлерді жобалау немесе орнату үшін бастапқы деректерді дайындау үшін негіз болып табылады. Бұл туралы сондай-ақ қолайлы жағдайлардың болуы негізделді: шикізат, энергетикалық, су және еңбек ресурстарының жақындығы.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. – Челябинск: Metallurgy, 1988
- 2 Омарова Н.С., Омарова А.С., Жалелев Р.З. Изучение равновесного распределения меди в системе медь – высокожелезистый шлак – газовая среда в присутствии сульфата кальция и оксида бора // КИМС, 2002
- 3 Кожаметов С.М. и др. Непрерывный процесс получения черновой меди // Состояние и перспективы научногосотрудничества Казахстана и Израиля: Тр. науч.-практ. конф., г. Алматы, 29-30 мая 2000 г. – Алматы: КазгосИНТИ, 2000
- 4 Оспанов М.Х. и др. Бесшлаковое металлургическое производство черновой меди (бесшлаковая плавка) // Вестн. Жезказган. ун-та им. О.А. Байконурова. – Жезказган, 2000
- 5 Бобров В.М. и др. Способ конвертирования медных штейнов: Пат.5309 KZ, МКИ с 22 В 15/06 // Институт металлургии и обогащения НАЦ по КМПИ РК. - № 960070.1, 2000
- 6 Досмухамедов Н.К., Егизеков М.Г., Меркулова В.П. Конвертирование полиметаллических штейнов // Энергосберегающие технологии Прииртышья: Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Павлодар, 2001
- 7 Нечистых Г.А. Особенности процессов износа видов периклазохромитовых огнеупоров в медеплавильных конвертерах // Наука и образование Южного Казахстана. Сер. «Экология. Охранаокр. среды и рац. исползов. природныхресурсов». – 2003
- 8 Диомидовский Д.А., Шалыгин Л.М. и др. Расчеты пиропроцессов и печей цветной металлургии. – М.: Металлургиздат, 1962
- 9 Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. – М.: Металлургия, 1975
- 10 Общие правила безопасности для предприятий и организаций металлургической промышленности. – Челябинск: Металлургия, 1988
- 11 Грацерштейн Н.М., Малинова Р.Д. Организация, планирование и управление на предприятиях цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1980
- 12 Орловский Б.Я., Абрамов В.К., Сербинович П.П. Архитектурное проектирование промышленных зданий. – М.: Высшая школа, 1982