

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

Еркінова Арайлым Болатқызы

Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2021

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

« 04 » маусым 2021 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру»

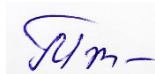
Мамандығы 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Еркінова А.Б.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор



Г.Ж. Молдабаева

« 04 » маусым 2021 ж.

Алматы 2021

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
« 01 » ақпан 2021 ж.

Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Еркінова Арайлым Болатқызы

Тақырыбы: «Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру»

Университет Ректорының 2021 жылғы «30» сәуір» № 572-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «18» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Мыс штейн конвертерлеу технологиялық әдістері;

б) Аналитикалық шолу;

в) Жобада қабылданатын технологиялық шешімді таңдау және негіздеу;

г) Metallургиялық есептеулер.

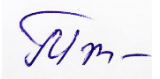
Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):
конвертердің сызбасы, қосымша жабдықтың сызбасы, цех жоспары мен қимасы

Ұсынылатын негізгі әдебиет 9 атаудан тұрады

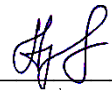
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	15.02.2021 ж.	
Әдеби шолу	29.03.2021 ж.	
Технологиялық бөлім	12.04.2021 ж.	
Металлургиялық есептеулер	19.04.2021 ж.	
Қорытынды	03.05.2021 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.	04.06.2021 ж.	
Норма бақылау	С.Қ. Джуманкулова PhD д-ры	04.06.2021 ж.	К. Джуманкулова

Ғылыми жетекші, техн. ғыл. канд.  Г.Ж Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А.Б Еркінова

Күні

«01» ақпан 2021 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс 46 парақтан, 9 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 хромомагнетитті аса отқатөзімді периклазхромитті материалға ауыстыру арқылы мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің техникo – 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.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа содержит 46 страниц, библиографию из 9 наименований.

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

Целью настоящей дипломной работы является повышение технико-экономических показателей способа конвертирования медных штейнов за счет подачи обогащенного (28 %) кислородно-воздушного дутья и замены хромомагнетитовых 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.

ANNOTATION

The thesis contains 46 sheets, a bibliography of 9 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 an enriched (28 %) oxygen-air blast and replacing chromomagnesite refractories with periclazochromite ones in the tuyere belt, as well as to prepare initial data for the design of an improved method in the conditions.

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

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Негізгі түсініктемелік жазба	10
1.1 Мыс штейнін конвертірлеу бойынша белгілі техникалық шешімдердің әдеби мағлұматы	10
1.2 Мыс штейнін конвертерлеу бойынша кәсіпорынның – Жезқазған мыс қорыту зауытының (ЖМЗ) жұмыс зерттемесі	11
1.2.1 Кәсіпорының қысқаша мінездемесі	11
1.2.2 Шикізат базасы, аталуы, өнімнің сапасы мен технологиялық деңгейі	12
1.2.3 Энергоресурстардың қажеттілігі	12
1.2.4 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің технологиясы	12
1.3 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісін және технологиялық тізбек пен оның көрсеткіштерін таңдап алу себептері	17
2 Технологиялық үрдістің есептеуі	19
2.1 Материалдық баланс есебі	19
2.1.1 Штейннің рационалдық құрамын есептеу	19
2.1.2 Кварцты флюстың рационалдық құрамын есептеу	20
2.1.3 Суық материалдардың рационалдық құрамын есептеу	21
2.1.4 Конвертерлі шлақтың рационалдық құрамын есептеу	22
2.1.5 Технологиялық үрдістің бірінші мерзімін есептеу	23
2.2 Газ құбырының жүйесін есептеу	28
2.2.3 Жабдықтың құрылымдық есебі	32
2.2.3.1 Негізгі жабдықты есептеу	32
2.2.3.2 Қосымша жабдықты таңдау және есептеу	33
2.2.3.3 Операция санын анықтау	35
2.2.4 Жылулық баланс есебі	35
2.2.4.1 Бірінші мерзімнің жылулық балансы	36
2.2.5 Байытылған оттегімен үрлеу кезінде конвертердің жұмыс көрсеткіштерін анықтау	38
2.2.5.1 Байытылған ауамен үрлеу кезінде бөлінетін жылу мөлшері	38
2.2.5.2 Конвертерде өңделетін қосымша суық материалдардың мөлшерін есептеу	39
2.2.5.3 Техникалық көрсеткіштер	42
2.3 Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру	42
Қорытынды	46
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	46

КІРІСПЕ

Мыс - негізгі шикізатты металл болып табылады. Мысты пайдалану ауданы өте кең. Мыс және оның сульфидтері алтын мен күмістің жақсы коллекторлары болып табылады. Сондықтан мыс өнімдерінен асыл бағалы металдарды жолшыбай алуға мүмкіндік туады.

Мысты шикізатты пиро және гидрметаллургиялық үрдістер арқылы өндіруге болады. Металлургия өнеркәсібінде көбінесе аралас 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 тізбекте ең интенсивті болып табылады. Конвертерлеу үрдістерінің мақсаты мыспен қатарлас компонентердің тотығып кетуі және қаралы мыс алу.

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

Қойылған мақсатқа жету үшін берілген жұмыста БМЗ жағдайында мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің теориялық негіздері мен тәжірибелері, негізгі техникалық шешімдер қарастырылған, технологиялық конструктивті және экономикалық есептеулер жүргізілген. Қоршаған ортаны және еңбекті қорғау бөлімдері көрсетілген.

1 Негізгі түсініктемелік жазба

1.1 Мыс штейнін конвертірлеу бойынша белгілі техникалық шешімдердің 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 конвертерді келесі операцияға дайындау арасындағы үзілістермен байланысты. Бұл конвертерлеу үрдісінің негізгі кемшілігі. Бұны жою үшін қазіргі кезде үздіксіз конвертерлеу үрдісі ойластырылуда [1].

Үздіксіз конвертерлеу үрдісі нәтижесінде шлактағы мыстың мөлшері 3-7 % өседі. Циркуляциялық әдіс көмегімен тәжірибе жүргізіліп, мыс – темірлі шлак – газды орта жүйесіндегі мыстың бөлінуі зерттеледі. Газды орта 1250°C – 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 балқитын төмен температуралы темір мен кальций бораттарының пайда болуымен байланысты. Бұл шлак ертіндісінің физико – химиялық құрамын жақсартып, шлакпен мыстың жоғалуын азайтады [2].

Сонымен қоса қазір үздіксіз конвертерлеу үрдісін пайдаланбай қаралы мыс алу 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 әдіс арқылы 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 мыс алу үрдісін жылдамдатумен анықталады [3].

Шлактың темір силикатты 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. Флюс ретінде берілетін сұйық шлак мөлшері өнделетін штейн мөлшерінен 5-15 мас. %, сосын кварцты кең 10-15 мас % [4].

Полиметаллдық штейндерді өңдеудің тиімді технологиясы ұсынылады. Бұл әдіс бойынша мыс мөлшері 98-99 % жоғары МЧ -1,2 маркалы қаралы мыс алынады. Технология негізі келесіден тұрады:

- I мерзімде түзілген конвертерлі шлак қабатына сульфидті мысы бар

концентрат беріледі, штейндік ертіндіге қатынасы (0,2-0,5):1

- II мерзімде шлак түзілгенше селективті мыс концентраты беріледі, қатынасы (0,15-0,3):1.

Бұл технология концентраттан қосымша мыс пен қорғасынды алып, шлак құрамында мысты азайтып, қаралы мысқа өтуін 93,5 %- дан 98-99% - 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 мыс сапасы МЧ -6,5 -тен МЧ -1,2 маркасына дейін өзгереді [5].

Үрдістің барлық технологиялық мүмкіншіліктерін жүзеге асыру кезінде үрдісті конструктивті безендіру бір талай қиыншылық тұдырады. Магнетиті аз кедей шлактар алу 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 шыдамдылығын анықтау жұмыстары жүргізіледі [6].

1.2 Мыс штейнін конвертерлеу бойынша кәсіпорынның – Жезқазған мыс қорыту зауытының (ЖМЗ) жұмыс зерттемесі

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 Балқаш тау - кең металлургиялық комбинаты, Жезқазған кең байыту комбинаты, үш жылу-электрорталығы, Қарағанды маңындағы екі көмір кеңшары жатады.

Мысты алқаптың өндірістік кәсіпорындары – бұл құрамында елу 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 Шикізат базасы, аталуы, өнімнің сапасы мен технологиялық деңгейі

Жезқазған мыс қорыту зауытының негізгі шикізат көзі ретінде Жезқазған кең орыны табылады. Бұл кең орнында кең жердің беткі қабатында орналасады. Сондықтан кеңді ашық әдіспен алады да, бұдан кеңнің бағасы төмендейді.

Кварцты флюс ретінде Жезқазған жерінен алынған мысты кең мен сырттан әкелінетін кварцты кең қолданылады. Әктаста жергілікті кең орнынан алынады.

Жезқазған мыс қорыту зауыты келесідей тауарлық өнімдер шығарады:

- катодты мыс, екі маркалы - МООК, МОК
- қорғасынды шаң , үш маркалы: ПФГ-1, ПФГ-3, ПФГ-4
- күкіртқышқылы, екі сорты шығады: техникалық бірінші сорт (80 %) және техникалық екінші сорт (10 %)
- мыс электролитті шлам, мысты электролиттік тазалаудың өнімі аффинажды зауытқа жіберіледі.

Жезқазғанда шығарылатын мыс халықаралық стандартқа сай келеді және шетелдер мен ТМД арасында үлкен сұранысқа ие. Өнімнің жоғары сапасы оны өндірудің жоғары технологиялық деңгейімен жүзеге асады. Кәсіпорында жыл сайын тиімді, жоғары технологиялық жабдықты еңгізуге және жалпы технологиялық үрдістің жеке бөлімдердің экономикалық көрсеткіштерін көтеру үшін үлкен жұмыстар жүргізіледі.

1.2.3 Энергоресурстардың қажеттілігі

Кәсіпорының негізгі құраушылардың бірі энергетикалық шаруашылық. Ол электр, жылу және механикалық энергиямен қамтамасыз етеді.

«Қарағанды энерго» жүйесі Жезқазған қаласымен қоса бүкіл облыс аймағын және жобаланып отырған бөлімді да электр қуатымен қамтиды.

Кенгір су қоймасы қаланың негізгі су резерві бола отырып, зауытты сумен қамтиды. Балқыту цехі бойынша айналмалы суды пайдалану деңгейі 80-100 %.

Зауытқа қажетті таза ауыз су магистральды жүйе арқылы беріледі.

1.2.4 Мыс штейнін конвертерлеу үрдісінің технологиясы

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

конвертер құрастырып, одан алғаш қаралы мыс алған .

Конвертерлік бөлім тауарлық мыс алу технологиялық тізбегінде аралық саты бола отырып, алдыңғы және кейінгі сатылармен өзара жалпы көліктік және технологиялық ағымдармен байланысты.

ЖМКЗ-ғы тауарлық мыс алудың технологиялық схемасы 1 суретте көрсетілген.

Кәсіпорынның технологиялық тізбегінде конвертерлеу үрдісі 80 тонналық конвертерде мерзімді режимде жүреді. Үрдіс барысында газдар, қаралы мыс пен шлак алынады. Конвертер шлактарын балқыту пештеріне қайта өңдеуге жібереді. Шлак өте үлкен көлемде алынады және мысқа бай болып келеді.

Конвертерлеу үрдісінің параметрлері 1 кестеде берілген.

Кесте 1 – Конвертерлеу үрдісінің параметрлері

Көрсеткіштері	Мөлшері
1	2
Штейн көлемі, т:	
- – жүктеуге толығымен жүктеу	
Ыстық штейн мөлшерінен суық материалдар көлемі, %	40-60
Штейнді жүктеу мен ақ мат алу, мин	100-150
Мысты пісіру, мин	20 дейін
Мысты құйып алу, фурма тазалау, ауыздықты тазалау, мин	150-240
Ауа шағыны, мың км ³ /сағ	120-150
- жүктеуге	60-150
- мыс пісіруге	
Шаң ұстағыш камерадағы қысым, Па	35-40
Циклон газарналарындағы қысым, Па	<35
Құрамы, %	9,8-29,4
- штейндегі мыс	
- конвертерлі флюстегі кремний қостотығы	588-882
- конвертерлі шлактағы мыс	
- конвертерлі шлактағы кремний қостотығы	41-54
- тауарлық өнімдегі күкіртті ангидрит	62-72
Масса температурасы, °С	< 5
- I мерзім	22-26
- II мерзім	>3,5
- ҚЭФ алдындағы газдар	1200-1250
- шаңсорғыштан кейінгі газдар	1250-1290
кессондардан шыққандағы су	>300
	<450
	<40

Мыс штейнің конвертерлеу үрдісі көлденең орналасқан 80 тонналық конвертерлерде жүргізіледі. Конвертер кожухы қалыңдығы 30 мм болаттан жасалған. Конвертер кожухында екі қондырғы орналасқан. Олар арқылы конвертер фундаментте орналасқан төрт қос роликке 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 ұнтақта салынады. 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.

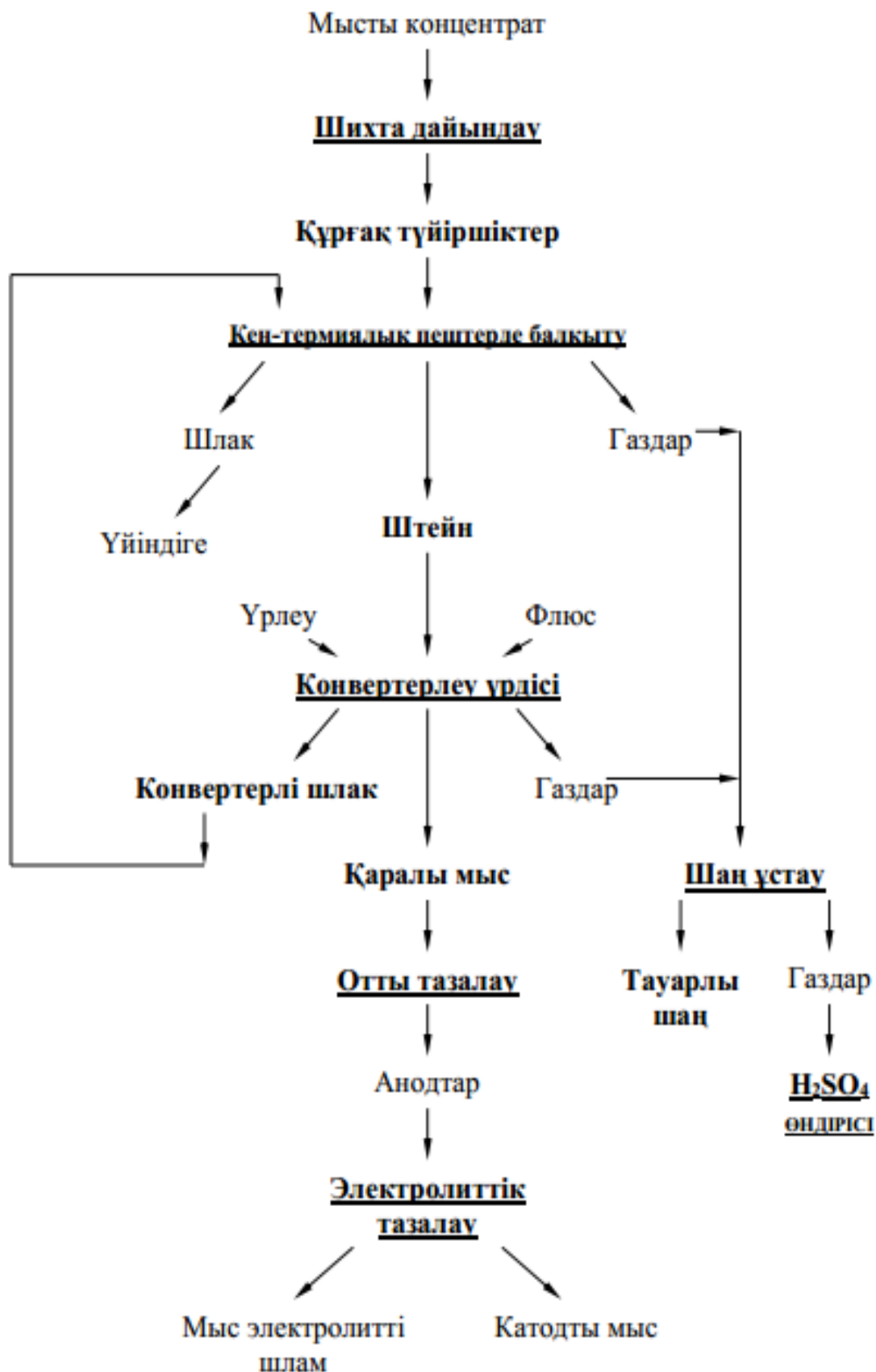
Конвертерде ауа беру тесігіне қарма - қарсы жақта мазуттық форсунка орналастыруға арналған орын бар.

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

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

Әр бір конвертердің үстінде оң және сол жағында 60 тонналық бір бір бункерден тұрады. Олар флюстік кеңге арналған. Флюстік кең цехқа ағымды – көліктік жүйе арқылы шихта дайындау цехынан келеді және бункерлерге қозғалмалы реверсивті таспалы конвейер арқылы тиеледі. Конвертер ауыздығының үстінде флюстік бункерлер арасында сумен 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 пневматика арқылы көтеріліп, түсірілетін бұрылмалы құралмен және конвертердің бүйіріндегі перделермен жабдықталған. Сонымен конвертердің газды сорып алу жүйесі келесідей элементтерден тұрады: конвертерлер пердесі, бұрылмалы құрал, әрбір конвертерде орналасқан түтін сору жүйесі. Бұл жүйе арқылы газдарды сорып алып, вентиляциялық газарнаға береді.



1 Сурет – Жезқазған мыс қорыту зауытының технологиялық тізбегі

Шаңұстағыш артында үш секциялы шаңұстағыш камера орналасқан. Ол шамотты кірпішпен қаланған және онда қатты шаң жиналады. Шаңұстағыш

камерадан газдар тоттанбайтын болаттан жасалған циклон арқылы төмендейтін газарна бойымен екі түтінсорғышпен сорылып, тегеурінді газарна арқылы құрғақ электрофильтр алдындағы коллекторға түседі. Онда шаңнан тазаланып күкірт қышкыл өндірісіне жіберіледі.

Конвертерлеу үрдісі келесідей операциялардан тұрады:

I мерзім – конвертерлерді жүктеу, штейнді қабылдау және ақ 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 жүзеге асырылады: 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 35 000 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 8-10 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 нм³/сағ және температура 1200 °С аз емес. Сондықтан флюс пен суық материалдардың бір рет жүктелуі 3-5 тонналық порциялармен жүргізіледі.

Флюстерді жүктеу бір қалыпты өту керек. Флюсті жүктеу тоқтап қалса үрдіс толығымен бұзылып, магнетитті шлак түзіледі. Бір рет 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 мыс алынғанша жүргізіледі. Қаралы мыс құрамында мышьяк пен сурьманың зиянды қосылыстарын азайту үшін үрдіс аяқталуға 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 30 000 нм³/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 жүргізілед, сосын балқыманы басқа конвертерге құяды.

Конвертер футеровкасын сұйық масса жеп қоймау үшін, орау – магнитетті 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 тізбек пен оның көрсеткіштерін таңдап алу себептері

Бұл дипломдық жобада мыс штейнін 28 % дейін оттегімен байытылған ауамен үрлеу және конвертірдің фурмалық белдемесіндегі шегеніндегі хромомангнетитті 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 отқатөзімді материалдың қолданылатын материалға қарағанда жеңілбалқитын силикатты қосылыстар туғызатын кальций және кремний оксидтері 3-4% құрайды. Олқолданылатын 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 өндеуге мүмкіндік береді. Үрлеуді оттегімен байыту конвертердің өнімділігін артады.

Магнитті отқатөзімділерді периклазохромиті отқатөзімділермен ауыстыру арқылы отқатөзімді материалдардың тозуын төмендету қарастырылған.

2 Технологиялық үрдістің есептеуі

2.1 Материалдық баланс есебі

2.1.1 Штейннің рационалдық құрамын есептеу

Жобаланатын мыс штейндерін балқыту үрдісіне химиялық құрамы төмендегідей балқытылған штейн түседі, %: Cu – 48,12; Pb – 4,01; Zn – 1,58; Fe – 19,29; S – 24,03; Ag – 580 г/т; Au – 9 г/т; Re – 27 г/т.

Штейннің құрамындағы түсті металдар сульфид түрінде болады. Есептеуде 100 кг штейнде олардың мөлшерін табамыз. Мыс толығымен Cu_2S түрінде

болады, Cu_2S мөлшері: $48,12 \cdot \frac{159}{127} = 60,24$ кг, оның құрамындағы күкірт

мөлшері: $60,24 - 48,12 = 12,12$ кг. PbS мөлшері: $4,01 \cdot \frac{239,2}{207,2} = 4,63$ кг, күкірт:

$4,63 - 4,01 = 0,62$ кг. ZnS мөлшері: $1,58 \cdot \frac{97,4}{65,4} = 2,35$ кг, күкірт: $2,35 - 1,58 = 0,77$

кг. Қалған күкірт FeS байланысты: $24,03 - 12,12 - 0,62 - 0,77 = 10,52$ кг. FeS

мөлшері: $10,52 \cdot \frac{87,8}{32} = 28,86$ кг, оның құрамындағы темір мөлшері: $28,86 - 10,52$

$= 18,33$ кг. Қалған темір Fe_3O_4 түрінде болады: $19,29 - 18,33 = 0,96$ кг. Fe_3O_4

мөлшері: $0,96 \cdot \frac{231,4}{167,4} = 1,33$ кг, оның құрамындағы көміртек мөлшері: $1,33 - 0,96$

$= 0,37$ кг.

Есептеулер нәтижелерін штейннің рационалдық құрамын 2.1 - кестесіне енгіземіз.

Кесте 2.1 – Штейннің рационалдық құрамы, кг

Қосылыс	Cu	Pb	Zn	Fe	S	O ₂	SiO ₂	CaO	Mg	Al ₂	Ag	Au	Re	Ба	Барлығы
Cu_2S	48,1				12,1										60,24
PbS		4,0			0,62										4,63
ZnS			1,5		0,77										2,35
FeS				18,3	10,5										28,86
Fe_3O_4				0,96		0,37									1,33
SiO_2							1,21								1,21
CaO								0,32							0,32
MgO									0,16						0,16
Al_2O_3										0,37					0,37
Ag											0,05				0,058
A												0,000			0,0009
Re													0,002		0,0027
басқа														0,5	0,5
Барлығы	48,1 2	4,0 1	1,5 8	19,2 9	24,0 3	0,37	1,21	0,32	0,16	0,37	0,05 8	0,000 9	0,002 7	0,5	100

2.1.2 Кварцты флюстың рационалдық құрамын есептеу

Кварцты флюс ретінде химиялық құрамы мынадай мысты флюс кенін қолданамыз, %: Cu – 0,33; Pb – 0,15; Zn – 0,09; Fe – 5,58; S – 0,91; SiO₂ – 71,68; Al₂O₃ – 6,08; CaO – 1,77; MgO – 1,25; Ag – 190 г/т.

CuFeS₂ мөлшері: $0,33 \cdot \frac{183,3}{63,5} = 0,95$ кг, оның құрамындағы күкірт:

$0,95 \cdot \frac{64}{183,3} = 0,33$ кг, темір: $0,95 - 0,33 = 0,29$ кг. Қалған күкірт FeS₂ байланысты:

$0,91 - 0,33 = 0,58$ кг. FeS₂ мөлшері: $0,58 \cdot \frac{119,8}{64} = 1,09$ кг, оның құрамындағы темір: $1,09 - 0,58 = 0,51$ 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: $0,09 \cdot \frac{241}{65,4} = 0,33$ 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: $5,58 - 0,29 - 0,51 - 0,04 - 0,15 = 4,59$ 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: $6,08 + 7,15 + 2,15 = 15,58$ кг. Каолиниттен қалған кремнезем кварц түрінде мынадай мөлшерде болады: $71,68 - 7,15 = 64,53$ 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.

Кесте 2.2 – Флюс кенінің рационалдық құрамы, кг

Қосылыстар	Cu	Pb	Zn	Fe	S	O ₂	SiO ₂	Ca	Mg	Al ₂	CO ₂	H ₂ O	Ag	Басқ	Бар
CuFeS ₂	0,33			0,29	0,33										0,96
2PbO·Fe ₂ O ₃		0,15		0,04		0,02									0,21
ZnO·Fe ₂ O ₃			0,09	0,15		0,09									0,33
FeS ₂				0,51	0,58										1,09
Fe ₂ O ₃ ·3H ₂ O				4,59		1,98						2,22			8,79
Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂							7,15			6,08		2,15			15,3
SiO ₂							64,5								64,5
CaCO ₃								1,77			1,39				3,16
MgCO ₃									1,25		1,38				2,63
Ag													0,01		0,01
Басқа														3,0	3,0
Барлығы	0,33	0,15	0,09	5,58	0,91	2,0	71,6	1,77	1,25	6,08	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 – 36,0; Fe – 29,5; S – 12,4; SiO₂ – 8,8; Al₂O₃ – 6,0; CaO – 1,0; Ag – 430 г/т.

Күкірт жартылай Cu₂S және FeS байланысты деп аламыз. Масса Cu₂S:

$$6,2 \cdot \frac{159}{32} = 30,8 \text{ кг, оның құрамындағы Cu мөлшері: } 30,8 \cdot \frac{127}{159} = 24,6 \text{ кг. Қалған}$$

мыс металдық түрде болады: $36,0 - 24,6 = 11,4 \text{ кг.}$

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

Кремнезем толығымен фаялитпен 2FeO·SiO₂ байланысты деп аламыз.

$$\text{Фаялиттің құрамындағы темір: } 8,8 \cdot \frac{111,6}{60} = 16,37 \text{ кг, темірмен байланысты оттегі}$$

$$\text{мөлшері: } 16,37 \cdot \frac{32}{111,6} = 4,69 \text{ кг. } 2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2 \text{ мөлшері: } 8,8 + 16,37 + 4,69 = 29,86 \text{ кг.}$$

Қалған темір Fe₃O₄ түрінде кездеседі: $29,5 - 10,81 - 16,37 = 2,32 \text{ кг, оның}$

$$\text{мөлшері: } 2,32 \cdot \frac{231,4}{167,4} = 3,21 \text{ кг, оның құрамындағы O}_2 \text{ мөлшері: } 3,21 \cdot \frac{64}{231,4} = 0,89$$

кг.

Суық материалдардың рационалдық құрамын 2.3 – кестеге енгіземіз.

Кесте 2.3 – 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	8,8					29,86
Fe ₃ O ₄		2,32		0,89						3,21
Al ₂ O ₃						6,0				6,0
CaO							1,0			1,0
Ag								0,043		0,043
Басқалар									0,68	0,68
Барлығы	36,0	29,5	12,4	5,58	8,8	6,0	1,0	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 шлақтың рационалдық құрамын есептеу

Жобаланатын Жезқазған мыс қорыту зауытының тәжірибе мәліметтері бойынша конвертерлі шлақтың мынадай химиялық құрамын қабылдаймыз, %: Cu – 3,64; Pb – 2,98; Zn – 1,8; Fe – 43,05; S – 2,83; SiO₂ – 25,81; Al₂O₃ – 4,45; CaO – 1,64; MgO – 0,52; Fe₃O₄ – 5,24.

Мыс толығымен Cu₂S түрінде болады, оның мөлшері: $3,64 \cdot \frac{159}{127} = 4,26$ кг, оның құрамындағы күкірт: $4,26 \cdot \frac{32}{159} = 0,86$ кг. Қалған күкірт FeS байланысты: $2,83 - 0,86 = 1,97$ 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: $43,05 - 3,43 - 3,79 = 35,83$ 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. 2PbO·SiO₂ мөлшері: $2,98 \cdot \frac{506,4}{414,4} = 3,64$ кг, оның ішінде SiO₂:

$$3,64 \cdot \frac{60}{506,4} = 0,43 \text{ кг, } O_2 \text{ мөлшері: } 3,64 \cdot \frac{32}{506,4} = 0,23 \text{ кг. } 2ZnO \cdot SiO_2 \text{ мөлшері:}$$

$$1,8 \cdot \frac{222,8}{130,8} = 3,07 \text{ кг, байланысты } SiO_2 \text{ мөлшері: } 3,07 \cdot \frac{60}{222,8} = 0,83 \text{ кг, } O_2 \text{ мөлшері:}$$

$$3,07 \cdot \frac{32}{222,8} = 0,44 \text{ кг.}$$

$$\text{Бос } SiO_2: 25,81 - 19,26 - 0,43 - 0,83 = 5,29 \text{ кг.}$$

Есептелген конвертерлі шлақтың рационалдық құрамын 2.4 – кестеге енгіземіз.

Кесте 2.4 – 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	3,64				0,86							4,5
2PbO·SiO ₂		2,98				0,23	0,43					3,64
2ZnO·SiO ₂			1,8			0,44	0,83					3,07
FeS				3,43	1,97							5,4
Fe ₃ O ₄				3,79		1,45						5,24
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	3,64	2,98	1,8	43,05	2,83	12,39	25,81	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 және суық материалдармен түсетін мыс мөлшері: 48,12 + 36,0 = 84,12 кг. Ақ матқа бөлінетін темір мен қорғасын мөлшерін есептеу үшін қаралы металдың шығыны мыс мөлшерінің 97 % құрайды: 84,12 · 0,97 = 81,6 кг. Темір мөлшері: 81,6 · 0,0001 = 0,008 кг, масса свинца: 81,6 · 0,001 = 0,082 кг.

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

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

y – кремний кенінің мөлшері, кг.

Конвертерге түсетін темір мөлшері, кг:

100 кг штейнмен – 19,29

20 кг суық материалдармен – 5,9

у кг флюспен $- 0,0558y$

Ақ маттың құрамына 0,008 кг темір өтеді.

Барлығы $25,182 + 0,0558y$.

х кг шлактың құрамындағы темір мөлшері $- 0,4305x$, бұдан:

$25,182 + 0,0558y = 0,4305x$.

Конвертерге түсетін кремнезем мөлшері, кг:

100 кг штейнмен $- 1,21$

20 кг суық материалдармен $- 1,76$

у кг флюспен $- 0,7168y$

Барлығы $2,95 + 0,7168y$.

х кг шлактың құрамындағы SiO_2 мөлшері $- 0,2581x$. Конвертерлі шлаққа SiO_2 толығымен бөлінгенде:

$2,97 + 0,7168y = 0,2581x$.

Теңдеулер жүйесін шешеміз:

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

Бұдан алынады:

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

$y = 17,75$ кг флюс кені

$x = 60,8$ кг конвертерлі шлақ.

Штейн және суық материалдармен бірге конвертерге: $28,86 + 3,4 = 32,26$ кг FeS түседі.

Кенмен түседі: $\text{CuFeS}_2 - 0,19$ кг и $\text{FeS}_2 - 0,22$ кг.

Диссоциация реакциялары бойынша:



Түзіледі: $\text{Cu}_2\text{S} - 0,19 \cdot \frac{159,1}{367} = 0,08$ кг;

$\text{FeS} - 0,19 \cdot \frac{175,8}{367} = 0,09$ кг;

$\text{S}_{\text{эл}} - 0,19 \cdot \frac{32}{367} = 0,02$ кг.

Флюсты кен сульфидтерінің диссоциациясы кезінде үрдісте $32,35$ кг FeS қолданылады.

Бұдан $28,86$ кг FeS, $4,63$ кг PbS, $2,35$ кг ZnS, оның ішінде $19,29$ кг Fe, $4,01$ кг Pb, $1,58$ кг Zn және $12,2$ кг S тотығуы қажет.

Конвертерлі шлақта $3,91$ кг Fe_3O_4 , ыстық штейнмен $\text{Fe}_3\text{O}_4 - 1,33$ кг енгізіледі.

Fe_3O_4 дейін тотығатын темір мөлшері: $2,58 \cdot \frac{167,4}{231,4} = 1,87$ кг, қажет O_2 мөлшері:

$2,58 - 1,87 = 0,71$ кг.

Яғни FeO дейін шлакта тотығады: $19,29 - 1,87 = 17,42$ кг, қажет O_2 мөлшері: $17,42 \cdot \frac{16}{55,8} = 5,0$ кг.

Қорғасын және мырыш сульфидтарының тотығуына қажет O_2 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 O_2 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 SO_2 дейін тотығатын күкірт мөлшерінің SO_3 дейін тотығатын мөлшеріне қатынасын 6 : 1 деп аламыз.

SO_2 дейін тотығатын күкірт мөлшері: $\frac{12,22 \cdot 6}{7} = 10,47$ кг, қажет O_2 – 10,47,

түзілетін SO_2 мөлшері: $10,47 \cdot \frac{64}{32} = 20,95$ кг.

SO_3 дейін тотығады: $\frac{12,22 \cdot 1}{7} = 1,75$ кг, қажет $1,75 \cdot \frac{48}{32} = 2,63$ кг O_2 , $1,73 + 2,63 = 4,38$ кг SO_3 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 % тең, бұдан қажет оттектің мөлшерін табамыз – $19,47 : 0,95 = 20,49$ кг. Оттектің артық мөлшері – $20,49 - 19,74 = 1,03$ кг.

Байытылған ауаның құрамындағы оттектің мөлшері 28 % (масс.) болғанда, бірінші мерзімге қажет үрлеудің мөлшері: $20,49 : 0,28 = 73,12$ кг немесе $73,12 : 1,29 = 56,73$ нм³. Үрлеумен берілетін азот мөлшері: $73,12 - 20,49 = 52,63$ кг.

Бірінші мерзімде конвертерге 17,75 кг флюс кені жүктеледі, одан бөлінетін газдар: $H_2O - 17,75 \cdot 0,0437 = 0,78$ кг,

$CO_2 - 17,75 \cdot 0,0277 = 0,49$ кг.

Бөлінетін газдар мөлшерін 2.5 – кестеге енгіземіз.

Кесте 2.5 – 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	1,03	0,72	1,37

N ₂	52,63	42,1	80,02
H ₂ O	0,78	0,98	1,86
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 және суық материалдармен түсетін қорғасын мөлшері: $4,01 + 20 \cdot 0,0015 = 4,04$ кг. Шлакқа – $0,45 \cdot 4,04 = 1,82$ кг, ақ матқа – 0,05 кг, шаңға: $4,04 - 1,82 - 0,05 = 2,17$ кг өтеді.

Бөлінетін мырыш: $1,58 + 20 \cdot 0,0009 = 1,6$ 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 кг суық 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.

Конвертерге суық 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 – $63,74 + 2,28 = 66,02$ кг (53,17 кг Cu).

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

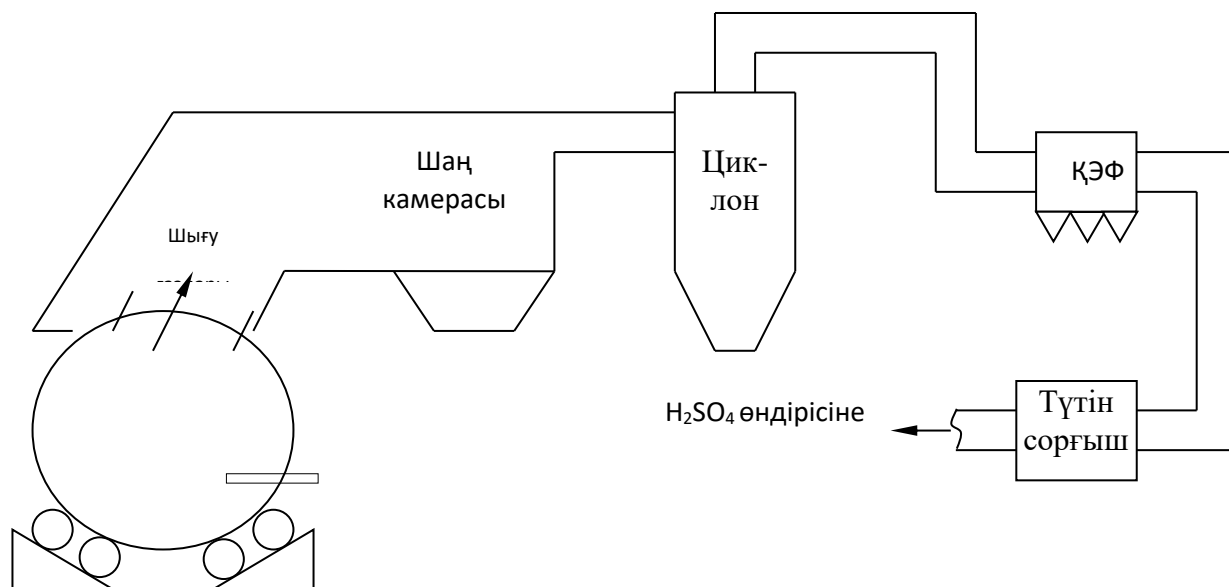
Есептеулер негізінде бірінші мерзімнің материалдық балансын құраймыз (2.6–кесте).

Кесте 2.6 – 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		баскала			
			Кг	%	кг	%	кг	%	Кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	Кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%		
Кіріс	Штейн	100,0	48,12	48,12	19,20	19,20	4,00	4,00	1,50	1,50	24,00	24,00	0,30	0,30	1,20	1,20	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,10	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	0,000	0,000	0,00	0,00	0,002	0,002	0,50	0,50
	Суық	20,0	7,20	36,00	5,90	29,00	-	-	-	-	2,40	12,00	1,10	5,50	1,70	8,80	1,20	6,00	0,20	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	0,20	0,60		
	Флюстар	17,75	0,00	0,30	0,90	5,50	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,90	0,30	2,00	12,00	71,00	1,00	6,00	0,30	1,70	0,20	1,20	0,40	2,70	0,70	4,30	-	-	0,00	0,00	-	-	-	-	0,50	3,00		
	Үрлеу	73,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Барлығы	210,87	55,28	-	26,18	-	4,00	-	1,60	-	26,00	-	22,00	-	15,60	-	2,60	-	0,80	-	0,30	-	0,40	-	0,70	-	52,00	-	0,07	-	0,000	-	0,00	-	1,20	-		
Шығыс	Ақ матт	66,68	53,17	-	0,00	-	0,00	-	-	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	0,000	-	-	-	0,60	-			
	Конв. шлак	60,8	2,20	3,60	26,17	43,00	1,80	2,90	1,20	1,80	1,70	2,80	7,60	12,00	15,00	25,00	2,60	4,30	0,80	1,30	0,30	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	1,40			
	Шаң	3,13	-	-	-	-	2,10	-	0,40	-	-	-	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,00	-	-		
	Газдар:	80,26	-	-	-	-	-	-	-	-	12,00	14,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,70	52,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	SO ₂	20,95	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	SO ₂	4,38	-	-	-	-	-	-	-	-	1,70	2,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	O ₂	1,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	N ₂	52,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	H ₂ O	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CO ₂	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Барлығы	210,87	55,28	-	26,18	-	4,00	-	1,60	-	26,00	-	22,00	-	15,60	-	2,60	-	0,80	-	0,30	-	0,40	-	0,70	-	52,00	-	0,07	-	0,000	-	0,00	-	1,20	-			

2.2.2 Газ құбырының жүйесін есептеу

Жобаланып отырған мыс штейндерін конвертерлеу бөлімінің газ құбырының жүйесі 2 – суретте көрсетілген.



2 Сурет – Газ құбырының жүйесі

Газдардың секундтық мөлшері:

$$\frac{200000000 \cdot 91,68}{53,44 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 11 \text{ нм}^3/\text{с}.$$

Конвертерлеу процесінің екі мерзімінен бөлінетін газдардың орташа температурасы 1100 °С тең.

Кесте 2.7 – 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		басқала		
			кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%			
Кіріс	Штейн	100,0	48,12	48,12	19,29	19,29	4,01	4,01	1,58	1,58	24,03	24,03	0,37	0,37	1,21	1,21	0,37	0,37	0,32	0,32	0,16	0,16	-	-	-	-	-	-	0,058	0,058	0,0009	0,0009	0,0027	0,0027	0,5	0,5	
	Суық	20,0	7,2	36,0	5,9	29,5	-	-	-	-	2,4	12,0	1,1	5,5	1,76	8,8	1,2	6,0	0,2	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,0	-	-	-	-	0,2	0,6	
	Флюстар	17,75	0,0	0,3	0,9	5,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,9	0,3	2,0	12,7	71,0	1,0	6,0	0,3	1,7	0,2	1,2	0,4	2,7	0,7	4,3	-	-	0,00	0,0	-	-	-	-	0,5	3,0	
	Үрлеу	124,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Барлығы	262,62	55,28	26,18	4,0	1,6	26,77	36,756	15,69	2,65	0,83	0,38	0,49	0,78	89,89	0,07	0,0009	0,0027	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Шығыс	Қара мыс	53,44	52,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,00	-	-	-	-	0,3	-	
	Конв.	60,8	2,2	3,6	26,17	43,05	1,8	2,9	1,2	1,8	1,7	2,8	7,6	1	15,6	25	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	0,3	-		
	Газдар:	144,65	-	-	-	-	-	-	-	24,0	28,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,7	89,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SO ₂	42,11	-	-	-	-	-	-	-	21,0	21,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SO ₃	9,67	-	-	-	-	-	-	-	3,8	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	O ₂	1,71	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	N ₂	89,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HO ₂	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CO ₂	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Барлығы	262,62	53,38	26,18	4,04	1,6	26,67	36,756	15,69	2,65	0,83	0,38	0,49	0,78	89,89	0,07	0,0009	0,0027	1,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28

Бөлінетін газдардың меншікті мөлшері: $\frac{144,65}{91,68} = 1,58$ кг/нм³. Газдардың

шаңдалуы – 34 г/нм³ (конвертерден шыққан кезде).

Соруды ескергенде аудандардағы газдардың мөлшері, нм³/с:

Конвертер – шаң камерасы $11 \cdot 1,3 = 14,3$

Шаң камерасы – циклон $11 \cdot 1,35 = 14,85$

Циклон – ҚЭФ $11 \cdot 1,4 = 15,4$

ҚЭФ – түтін сорғыш $11 \cdot 1,45 = 15,95$

ҚЭФ – лердің алдында жұмыстың техникалық шарттарына бойынша температураны 350 °С ұстап тұру керек.

Конвертерден шыққан газдардың температурасы $1100 : 1,3 = 846$ °С тең. Шаң камерасында температураның төмендеуі 50 – 150 °С құрайды (есептеуге 100 °С деп қабылдаймыз), бұдан шаң камерасынан шыққан газдардың температурасы – 746 °С.

Шаң камерасынан циклонға дейінгі газ құбырының ұзындығы – 5 м, температур бір метрге 4 °С мәнге төмендеуі кезінде шаң камерасы – циклон ауданында температураның төмендеуі 20 °С тең. Циклонның алдындағы температура – 726 °С, соруды ескерсек – $726 : 1,05 = 691$ °С.

Циклондағы температураның төмендеуі – 100 °С, циклоннан шыққан кездегі температура – 591 °С.

ҚЭФ алдындағы температура 350 °С тең болуы қажет. Циклоннан ҚЭФ – лерге дейінгі газ құбырының ұзындығы: $(591 - 350) : 5 = 48$ м.

Конвертер – шаң камера ауданы.

Газдардың орташа температурасы: $w_t = 5$ м/с және $S = 14,24$ м² немесе 3,56 м² болғанда бір конвертер үшін $(1100 + 846) : 2 = 973$ °С. $V_t = 14,3 \cdot \frac{1246}{273} = 65,27$ нм³/с тең.

Шаң камерасы – циклон ауданы.

Газдардың орташа температурасы: $w_t = 5$ м/с және $S = 11,8$ м² немесе 2,95 м² болғанда $(746 + 691) : 2 = 719$ °С. $V_t = 14,85 \cdot \frac{992}{273} = 53,96$ нм³/с, ал

$d = \sqrt{\frac{2,95 \cdot 4}{3,14}} = 1,94$ м. Циклоннан өтетін газдар көлемі: $14,85 \cdot 691 : 273 = 37,59$

нм³/с немесе 135315 нм³/сағ.

Әрбір конвертерді екі қосарланған ЦН-24 циклонмен жабдықтаймыз, әрбір циклонның диаметрі 1100 мм және өнімділігі 12800 нм³/сағ тең.

Циклон – ҚЭФ ауданы

Газдардың орташа температурасы: $w_t = 5$ м/с және $S_{\text{жалпы}} = 9,2$ м² немесе $2,3$ м² болғанда бір конвертер үшін $(591 + 350) : 2 = 471$ °С. $V_t = 15,4 \cdot \frac{744}{273} = 41,97$ нм³/с,

$$\text{ал } d = \sqrt{\frac{2,3 \cdot 4}{3,14}} = 1,71 \text{ м тең.}$$

ҚЭФ – түтін сорғыш ауданы

Газдардың орташа температурасы: $w_t = 5$ м/с және $S = 8,7$ м² болғанда $(350 + 200) : 2 = 275$ °С. $V_t = 15,95 \cdot \frac{548}{273} = 32,0$ нм³/с, ал $d = \sqrt{\frac{8,7 \cdot 4}{3,14}} = 3,33$ м тең. Түтін

сорғыш арқылы өтетін газдардың көлемі: $15,95 \cdot 200 : 273 = 11,69$ нм³/с немесе 42066 нм³/сағ.

Бұдан әрі қарай газдар күкірт қышқылын өндіру цехына жіберіледі.

2.2.3 Жабдықтың құрылымдық есебі

2.2.3.1 Негізгі жабдықты есептеу

Жобаланып отырған конвертерлеу үрдісінің жалпы материалдық балансының негізінде 1 т штейнға қажет ауаның меншікті шығынын есептейміз:

$$V = \frac{124,87}{0,1 \cdot 1,29} = 968 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

Штейн бойынша цехтың тәуліктік өнімділігі:

$$A = \frac{200000 \cdot 100}{365 \cdot 53,44} = 1025 \text{ т/тәул.}$$

Тәжірибе мәліметтері бойынша үрлеуде конвертерді қолдану коэффициенті $K = 0,7$ деп алып, конвертердің өткізу қабілеті мынаған тең:

$$V_{\text{конв}} = \frac{1025 \cdot 968}{1440 \cdot 0,7} = 984 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Төмендегі формула бойынша қажет конвертердің санын анықтаймыз:

$$N = \frac{A \cdot B \cdot C}{D \cdot E \cdot F \cdot G}, \quad (2.1)$$

мұндағы A – штейн мөлшері, т/жыл;

B – үрлеу шығыны, нм³/т;

$C = 1,1$ – айырмашылық коэффициенті;

D – жұмыс күндерінің саны;

E – тәжірибелік өткізу қабілеті (80-т конвертер үшін 600 нм³/мин);

F – үрлеуде қолдану коэффициенті (0,7);

G – бір тәуліктегі минут саны (1440).

$$N = \frac{374125 \cdot 968 \cdot 1,1}{320 \cdot 600 \cdot 0,7 \cdot 1440} = 2,06 \approx 3 \text{ дана жұмыс істейді және 1 дана резервте,}$$

конвертерлердің жалпы саны – 4 дана.

Конвертер үрлеуіштердің меншікті салмағы:

$$q = 1,74 \sqrt{\frac{p_1 - H_{\text{гидр}}}{C}} = 1,74 \sqrt{\frac{1,2 - 0,3}{6}} = 0,67 \text{ нм}^3 / (\text{см}^2 \cdot \text{мин}).$$

Жұмыс істеп тұрған үрлеуіштердің қима ауданы:

$$F_{\phi} = \frac{V_{\text{конв}}}{q} = \frac{984}{0,67} = 1469 \text{ см}^2 \text{ немесе бір конвертерге } 490 \text{ см}^2 \text{ келеді.}$$

Жұмыс істеп тұрған үрлеуіштердің қажет саны:

$$n_p = 127,2 \frac{F_{\phi}}{d^2} = 127,2 \frac{490}{1764} = 35 \text{ дана.}$$

Резервке жалпы санының 20 % ескерсек, үрлеуіштердің қажет жалпы саны:

$$n_{\text{жалпы}} = 35 \cdot 1,2 = 42 \text{ дана.}$$

Бөлінетін газдардың жылдамдығы бойынша конвертер аузының өлшемдерін тексереміз:

$$V_{\text{мен}}^{\text{газ}} = \frac{52,61 + 39,07}{0,1} = 917 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

$$V_t = \frac{1025 \cdot 917 \cdot 1373}{86400 \cdot 0,7 \cdot 273} = 78 \text{ нм}^3/\text{с} \text{ немесе бір конвертердің аузы арқылы } 20 \text{ нм}^3/\text{с} \text{ өтеді.}$$

Стандартты аузы қимасындағы газдар жылдамдығы:

$$w_t = \frac{V_t}{F} = \frac{20}{3,8} = 5,3 \text{ м/с.}$$

2.2.3.2 Қосымша жабдықты таңдау және есептеу

Ауа құбыры мен ауа үрлегіш құбырының параметрлерін есептейік. Ауа үрлегіш машинаның өткізу қабілеті (өнімділігі):

$$V = 1,1 \cdot V_{\text{конв}} = 1,1 \cdot 1025 = 11275 \text{ нм}^3/\text{мин.}$$

Ауа үрлегіштегі 20 % резервті ескергендегі үрлеу қысымы:

$$P_{\text{ауа}} = 1,2 \cdot p_1 = 1,2 \cdot 1,2 = 1,44 \text{ ати.}$$

$$V_{t,p} = \frac{1025}{60 \cdot 2,44} \cdot \frac{(273 + 60)}{273} = 8,5 \text{ нм}^3/\text{с.}$$

Ауаның жылдамдығы $w_{t,p} = 25$ м/с болғанда ауа құбырының диаметрі:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{V_{t,p}}{w_{t,p}}} = 1,13 \sqrt{\frac{8,5}{25}} = 0,67 \text{ м.}$$

Жобада ауа үрлегіштерден басқа қарастырылатын қосымша жабдықтарға пневмомеханикалық үрлеуіш машина, флюстарды жүктеу үшін орналған ленталы тасымалдағыштар жүйесі, үрлеуді байытуға арналған оттегі құбыры, көпірлі крандар, мазутты бүріккіш, конвертер аузын қақтан тазалауға арналған құрылғы, шөміштерді өңдеуге және қабыршықтарды ұсақтауға арналған шар жатады.

ПҮМ конвертерге үрлеуді толығымен беру және қолмен жасалынатын жұмысты жеңілдету мақсатымен үрлеуіштерді тазалау үшін қолданылады. ПҮМ конвертерді басқаратын дистанционды пультының көмегімен басқарылады. Үрлеуіштерді тазалау кезінде конвертер жұмыстан тоқтатылып, бүріккіш және үрлеуіш құбырлардың осьтері бір биіктікте көдденең орналасуы қажет. Конвертер үрлеуіштерін пневмоцилиндрмен тазалайды. Конвертердің барлық үрлеуіштерін тазалағаннан кейін ПҮМ цехтың түбіне жіберіледі. ПҮМ – ның техникалық көрсеткіштері:

- гидравликалық қысымы	2,5 · 10 ⁷ Па
- кептірілген ауаның қысымы	6 · 10 ⁵ Па
- ұзындығы	2560 мм
- ені	1560 мм
- биіктігі	1965 мм
- цилиндрдің жұмыс ұзындығы	1400 мм
- бүріккіш ұзындығы	1950 мм
- бүріккіш басының диаметрі	37 мм
- май маркасы	ТХ – 46
- майдың жұмыс көлемі	60 л
а) электрқозғалтқыштағы	380 В
б) монитордағы	220 В
в) видеокамерада	24 В

Конвертерге қоймадан кварцты флюсты жүктеу үрлеуді тоқтатпай кенді беру кезінде конвертердің аузы арқылы түсетін диаметрі 300 мм телескопиялық ағын бойымен ленталы қаттаманың көмегімен жүргізіледі.

Үрлеудің құрамындағы оттект мөлшерінің жоғарылауы конвертердің өнімділігін жоғарылатып, балқыту ұзақтығын қысқартады. Техникалық оттегі оттегікұбыры бойымен оттекті станцадан конвертерлі бөліміне диаметрі 133×4,5 мм негізгі коллектордан әрбір конвертердің диаметрі 89×3,5 мм құбырына беріледі. Оттектікұбырдың негізгі магистралінде цехқа кірген жерінде орналасқан оттекті беруді тоқтататын электр өткізгіші бар клапан орналасқан. Әрбір оттектікұбырында конвертер қолмен басқарылатын болатын клапан, электрлі механизммен жүргізілетін қадағалаушы клапан, қысылған ауамен оттекті араластырғыштармен жабдықталады .

Дайын мысты құйып алғаннан кейін конвертерді келесі қыздыруға дайындайды, егер конвертерді қыздыру жұмыстары кеш жүргізілетін болса, онда конвертердің температурасын ұстап тұру үшін мазутты бүріккішті қосып қояды. Бұл операция жылу алмасуды қысқарту үшін қажет.

Балқытылған масса және суық материалдарды тасымалдау үшін сыйымдылығы 3 және 8 м³ тең болаттан жасалынған шөміштер қолданылады. Штейн және қара мысқа арналған шөміштер қалыңдығы 50 мм қабыршық пайда болғанша дейін конвертерлі шлакпен шлактанады. Барлық шөміштер шлак, штейн және қара мыс қабыршықтарынан арнайы жеке ғимаратта мерзімді тазартылады. Тазартылған қабыршықтарды шармен ұсақталып, магнитті -

грейферлі кранмен көтереді. Осы кранмен мысқа бай қабыршықтарды конвертерге суық материалдар ретінде қолдану мақсатында таза шөміштерге жүктейді.

Конвертерді қыздыруға дайындау кезінде конвертерді қақтардан тазартып, аузын майлайды да, барлық үрлеуіштерді тазартады.

2.2.3.3 Операция санын анықтау

Жұмыс бойынша ыстық штейн бойынша конвертердің өнімділігі 548 т/тәул болғанда алынатын қара мыс мөлшері: $548 \cdot 0,65344 = 293$ т/тәул.

Конвертердің қара мыс бойынша сыйымдылығы 80 т болғандықтан тәулігіне жүргізілетін операциялар саны:

$$\frac{293}{80} = 3,66 \approx 4.$$

2.2.4 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.

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

Кесте 2.10 – Мыс штейндерін конвертерлеу үрдісінің материалдар мен өнімдердің температура және жылу сыйымдылық мәндері

Материалдар және өнімдер	Температура, °С		Жылу сыйымдылық, кДж/(кг·°С)
	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	-

2.2.4.1 Бірінші мерзімнің жылулық балансы

1) Жылу кірісі

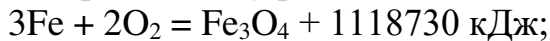
Бістық штейннің жылуы:

$$Q_{шт} = G_{шт} c_{шт} t_{шт} = 100 \cdot 0,838 \cdot 1100 = 92180 \text{ кДж.}$$

Ауа жылуы:

$$Q_6 = V_6 c_6 t_6 = 56,73 \cdot 1,3 \cdot 60 = 4425 \text{ кДж.}$$

Темірдің тотығу реакциясының жылуы:



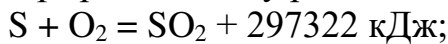
$$q_1 = \frac{1118730}{167,4} \cdot 1,87 = 12497 \text{ кДж;}$$



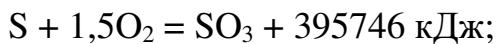
$$q_2 = \frac{266903}{55,8} \cdot 17,42 = 83323 \text{ кДж;}$$

Темірдің тотығуына қажет жалпы жылу – 95820 кДж.

Күкірттің тотығу реакциясының жылуы:



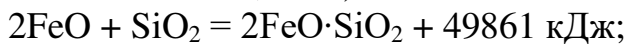
$$q_3 = \frac{297322}{32} \cdot 10,47 = 97280 \text{ кДж;}$$



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

Күкірттің тотығуына қажет жалпы жылу – 119170 кДж.

Шлак түзілу реакциясының жылуы (FeO дейін тотығатын Fe мөлшері бойынша есептейміз – 17,42 кг):



$$Q_{шт} = \frac{49861}{111,6} \cdot 17,42 = 7783 \text{ кДж.}$$

Жалпы жылу кірісі – 319378 кДж.

2) Жылу шығыны

Ақ маттың жылуы:

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

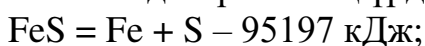
Шлактың жылуы:

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

Газдар жылуы:

$$\begin{aligned} Q_2 &= (V_{\text{SO}_2} \cdot c_{\text{SO}_2} + V_{\text{SO}_3} \cdot c_{\text{SO}_3} + V_{\text{O}_2} \cdot c_{\text{O}_2} + V_{\text{N}_2} \cdot c_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{CO}_2} \cdot c_{\text{CO}_2}) \cdot t_2 = \\ &= (7,33 \cdot 2,246 + 1,23 \cdot 3,897 + 0,72 \cdot 1,479 + 42,1 \cdot 1,4 + 0,98 \cdot 1,718 + 0,25 \cdot 2,06) \times \\ &\times 1000 = 83455 \text{ кДж} \end{aligned}$$

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 548 т/тәул тең болғанда 100 кг штейнді өңдеу кезіндегі балансты уақытты есептейік:

$$\tau_{\text{бал}} = \frac{24}{548} \cdot 0,1 = 0,0044 \text{ сағат}.$$

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

$$\tau_1 = \frac{0,0044}{139,8} \cdot 73,12 = 0,0023 \text{ сағат};$$

$$\tau_2 = \frac{0,0044}{139,8} \cdot 51,75 = 0,0016 \text{ сағат}.$$

а) Конвертер бүркеніш бетімен жылудың жоғалуы.

Конвертердің бүркеніш беті диаметрі 3,96 м және ұзындығы 9,15 м цилиндр бетінен аузының (1,9×2 м) өлшемдерін алғанда анықталады. Қыр коэффициентін $k_{\text{қыр}} = 1,4$ деп қабылдаймыз.

$$F_{\text{каб}} = 1,4 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 3,96^2}{4} \cdot 2 + 3,14 \cdot 3,96 \cdot 9,15 - 3,8 \right) = 188 \text{ м}^2.$$

Қабырғалармен жоғалған меншікті жылу (конвекция және сәулелену) мөлшерін графигі бойынша [9, 65 - бет] анықтаймыз. Бүркеніштің сыртқы бетінің температурасы 200 °С болғанда $q_{\text{мен}} = 18000 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ})$:

$$Q_{\text{каб}} = q_{\text{мен}} \cdot F_{\text{ст}} \cdot \tau_1 = 18000 \cdot 188 \cdot 0,0023 = 7783 \text{ кДж}.$$

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:

$$q_{\text{ву}} = 1055000 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ}):$$

$$Q_c = q_{\text{мен}} \cdot F_{\text{аузы}} \cdot \tau_1 = 1055000 \cdot 3,8 \cdot 0,0023 = 9221 \text{ кДж}.$$

Сыртқы ортаға жоғалатын жылу мөлшері – 17004 кДж.

Жалпы жылу шығысы – 29434 кДж.

Есептеулер нәтижелері бойынша 2.11 – кестеге үрдістің бірінші мерзімінің жылулық балансын құрамыз.

Кесте 2.11 – Бірінші мерзімнің жылулық балансы (100 кг ыстық штейнға)

Жылу кірісі				Жылу шығысы			
№	Кіріс статьялары	кДж	%	№	Шығыс статьялары	кДж	%
1	Ыстық штейн жылуы	92180	28,86	1	Ақ маттың жылуы	62846	19,68
2	Үрлеу жылуы	4225	1,4	2	Шлақтың жылуы	90179	28,24
3	Темірдің тотығу реакцияларының жылуы	95820	30,0	3	Газдардың жылуы	83455	26,13
4	Күкірттің тотығу реакцияларының жылуы	119170	37,3	4	Эндотермиялық үрдістердің жылуы	36460	11,41
5	Шлақтың түзілу жылуы	7783	2,44	5	Сыртқы ортамен жоғалатын жылу	17004	5,32
				6	Ескерілмеген жылулар	29434	9,22
	Барлығы	319378	100		Барлығы	319378	100

Кесте 2.13 – Конвертерлеу үрдісінің жалпы жылулық балансы

Жылу кірісі				Жылу шығысы			
№	Кіріс статьялары	кДж	%	№	Шығыс статьялары	кДж	%
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ыстық штейннің жылуы	92180	20,62	1	Қара мыс жылуы	29050	6,5
2	Үрлеу жылуы	7554	1,69	2	Шлақтың жылуы	90179	20,17
3	Темірдің тотығу реакцияларының жылуы	95820	21,44	3	Газдардың жылуы	162523	36,36
4	Күкірттің тотығу реакцияларының жылуы	243690	54,51	4	Эндотермиялық үрдістердің жылуы	74727	16,72
5	Шлақтың түзілу жылуы	7783	1,74	5	Сыртқы ортаға жоғалатын жылу	35530	7,95
				6	Ескерілмеген жылулар	55018	12,3
	Барлығы	447027	100		Барлығы	447027	100

2.2.5 Байытылған оттегімен үрлеу кезінде конвертердің жұмыс көрсеткіштерін анықтау

2.2.5.1 Байытылған ауамен үрлеу кезінде бөлінетін жылу мөлшері

Жоғарыда жүргізілген есептеулер бойынша конвертердің өткізу дәрежесі (өнімділігі) $V_k=984 \text{ м}^3/\text{мин}$ ескере отырып, 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 $V_k=984 \cdot 0,25 = 246 \text{ нм}^3/\text{мин}$, ал жоба бойынша 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу жүргізгенде:

$$V_k = 984 \cdot 0,28 = 276 \text{ нм}^3/\text{мин}$$

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 $0,75 \cdot 0,0023 = 0,00173$ сағат тең.

Құрамында 28 % оттегі бар үрлеуді қолданған кезде бірінші мерзімнің балансты уақыты:

$$0,00173 \cdot \frac{246}{276} = 0,0015 \text{ сағат немесе бірінші мерзімнің жалпы балансты уақыты:}$$

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

Бұдан сыртқы ортаға жоғалатын жылу мөлшері азаяды:

$$\tau_1 = 0,0023 \text{ сағат болғанда } Q = 17004 \text{ кДж;}$$

$\tau' = 0,002$ 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:

$$2218 + 20425 = 22643 \text{ кДж.}$$

Бұл артық жылу мөлшерін басу мақсатында қосымша суық материалдарды жүктейді. Суық материалдардың химиялық құрамын жоғарыда есепте көрсетілгендей қабылдаймыз.

2.2.5.2 Конвертерде өңделетін қосымша суық материалдардың мөлшерін есептеу

Артық мөлшердегі 22643 кДж жылуды өңдеу үшін керекті суық материалдар мөлшерін x кг деп белгілейміз. Суық материалдардың рационалдық құрамын жоғарыда есептеулерде қолданғандай аламыз. x кг суық

материалдардың құрамында, кг: $0,17x$ FeS, $0,062x$ Cu, $0,3x$ Cu₂S, $0,5x$ шлак түзушілер (Fe₃O₄ + 2FeO·SiO₂ + SiO₂ + CaO + Al₂O₃ + басқалар).

Қосымша суық материалдардың құрамындағы мыстың ақ матқа бөлінуін 91 % деп аламыз.

Қосымша суық материалдардан алынған ақ маттың құрамы Cu мен Cu₂S тұрады деп алсақ, олардың мөлшері: $0,91 \cdot (0,062x + 0,3x) = 0,329x$ кг.

Шлактың құрамына өткен FeS мөлшері Cu₂S мөлшеріне пропорционалды деп алып, тотыққан FeS мөлшері:

$$0,91 \cdot 0,17x = 0,16x \text{ кг (Fe - } 0,1x \text{ кг, S - } 0,06x \text{ кг)}.$$

FeS тотығуынан бастапқыда алынған құрамды шлақтың түзілетін мөлшері:

$$\frac{0,1x}{0,4305} = 0,232x \text{ кг.}$$

Шлак түзуші тотықтарды ескере отырып, қосымша суық материалдардан түзілген шлак мөлшері: $0,5x + 0,232x = 0,732x$ кг.

Бірінші мерзімнің технологиялық есептеріне сәйкес FeS тотықтыруға қажет оттегі мөлшері:

$$\frac{20,49}{28,86} = 0,71 \text{ кг}$$

$0,16x$ кг FeS тотықтыруға қажет оттегі мөлшері:

$$0,16x \cdot 0,71 = 0,114x \text{ кг немесе } \frac{0,114x}{32} \cdot 22,4 = 0,0798x \text{ нм}^3$$

Құрамында оттегі мөлшері 28 % болғанда үрлеудің мөлшері:

$$\frac{0,0798}{0,28} = 0,285x \text{ нм}^3.$$

Азотпен түсетін үрлеудің мөлшері:

$$0,285x - 0,0798x = 0,2052x \text{ нм}^3 \text{ немесе } \frac{0,2052x}{22,4} \cdot 28 = 0,2565x \text{ кг.}$$

$0,16x$ кг FeS тотыққан кездегі түзілген газдар мөлшері:

$$\text{SO}_2 - \frac{7,33}{28,86} \cdot 0,16x = 0,04x \text{ нм}^3$$

$$\text{SO}_3 - \frac{1,23}{28,86} \cdot 0,16x = 0,0068x \text{ нм}^3$$

$$\text{O}_2 - \frac{0,72}{28,86} \cdot 0,16x = 0,004x \text{ нм}^3$$

Жалпы газдардың мөлшері - $0,256x$ нм³

Суық материалдардың қосымша мөлшерінің жылулық балансын есептейміз.

Жылудың кірісі.

1. Сыртқы ортаға және бөлінетін газдармен жоғалатын жылудың азаюы нәтижесінде түзілген артық жылу мөлшері 22643 кДж.

2. Үрлеудің физикалық жылуы $0,285x \cdot 1,3 \cdot 60 = 22,23x$ кДж.

3. FeS құрамындағы темір мен күкірттің тотығыуынан бөлінген жылу.

Бірінші мерзімнің жылулық балансында есептелгендей 28,86 кг FeS тотықтыру кезінде бөлінетін жылу мөлшері:

$$95820 + 119170 + 7783 = 222773 \text{ кДж.}$$

Бұдан 0,16х кг FeS тотыққан кезде бөлінетін жылу мөлшері:

$$\frac{222773}{28,86} \cdot 0,16x = 1235x \text{ кДж.}$$

Жылуудың шығыны.

1. Ақ маттың жылуы: $0,329x \cdot 0,754 \cdot 1250 = 310x \text{ кДж}$

2. Шлактың жылуы:

$$0,732x \cdot 1,236 \cdot 1200 = 1086x \text{ кДж.}$$

3. Газдардың жылуы:

$$Q = (0,04x \cdot 2,246 + 0,0068x \cdot 3,897 + 0,004x \cdot 1,479 + 0,2565x \cdot 1,4) \cdot 1000 = 575x \text{ кДж.}$$

4. FeS диссоциациясы кезінде бөлінген жылу мөлшері:

$$\frac{95197}{482} \cdot 0,16x = 31,6x \text{ кДж}$$

Жылулық баланстың теңдеуі:

$$22643 + 22,23x + 1235x = 310x + 1086x + 575x + 31,6x.$$

Теңдеуден табамыз: $x = 34,7 \text{ кг.}$

Табылған суық материалдарды өңдеу үшін қосымша жұмсалатын үрлеу мөлшерін: $0,285x = 0,285 \cdot 34,7 = 9,89 \text{ нм}^3.$

Суық материалдардың $9,89 \text{ нм}^3$ мөлшерін өңдеуге жұмсалатын қажет уақыт: $\frac{9,89}{984 \cdot 60} = 0,00017 \text{ сағат.}$

Бірінші мерзімде 100 кг ыстық штейн және қосымша жүктелген суық материалдарды байытылған оттегімен үрлеуге қажет уақыт:

$$\tau'_{\text{үрлеу}} = 0,0015 + 0,00017 = 0,00167 \text{ сағат;}$$

$$\tau' = \frac{0,00167}{0,75} = 0,0022 \text{ сағат.}$$

Штейнді өндіруге қажет уақыттың қысқаруы нәтижесінде конвертердің штейн бойынша өнімділігі:

$$548 \cdot \frac{0,0023}{0,0022} = 573 \text{ т/тәул, яғни } \frac{25}{558} \cdot 100 = 4,5 \% \text{ артады.}$$

Конвертерде өнделетін суық материалдардың жалпы мөлшері:

$$573 \cdot \frac{(0,02 + 0,035)}{0,1} = 315 \text{ т/тәул}$$

немесе ыстық штейннің жалпы мөлшерінің $\frac{315}{573} \cdot 100 = 55 \%$ құрайды.

Екінші мерзімнің материалдық балансын ескере отырып, 1 кг ақ матт алуға қажет ауа мөлшері: $\frac{51,75}{1,29 \cdot 66,68} = 0,602 \text{ нм}^3$

Қосымша жүктелген суық материалдарды өңдеу барысында алынған ақ маттың мөлшері: $0,329x = 0,329 \cdot 34,7 = 11,42$ кг.

Екінші мерзімде берілетін қосымша ауа мөлшері:

$$11,42 \cdot 0,602 = 6,88 \text{ нм}^3.$$

Конвертер үрлеуіштер арқылы $984 \text{ нм}^3/\text{мин}$ үрлеу кезінде екінші мерзімде берілетін қосымша үрлеу уақыты: $\frac{6,88}{984 \cdot 60} = 1,13 \cdot 10^{-4}$ сағат.

Екінші мерзімде конвертерді үрлеудің астында пайдалану дәрежесі $0,75$ болғанда үрлеудің негізгі уақыты:

$$0,0016 \cdot 0,75 = 0,0012 = 12 \cdot 10^{-4} \text{ сағат.}$$

Қосымша ақ маттың мөлшерін өндіруге қажет жалпы үрлеу уақыты:

$$(12 + 1,13) \cdot 10^{-4} = 13,13 \cdot 10^{-4} \text{ сағат.}$$

Екінші мерзімде конвертерді үрлеудің астында қолдану дәрежесі:

$$\frac{13,13 \cdot 10^{-4}}{16 \cdot 10^{-4}} = 0,82.$$

Екінші мерзімде конвертерді үрлеу астында қолдану дәрежесі $0,75$ мәнінен $0,82$ мәніне дейін өзгеруі жағдайында ыстық штейннің тәуліктік өнімділігі бойынша қосымша түзілген ақ матты өңдеуге өте тиімді. Бірінші мерзімде үрлеуді оттегімен 28% байыту арқылы қосымша жүктелген суық материал мөлшері өндіріліп, конвертердің қаралы мыс бойынша өнімділігі артады.

Ыстық штейн және негізгі суық материалдардың негізгі мөлшерінен (ыстық штейннің мөлшерінің 20% құрайды) алынатын қара мыс мөлшері:

$$573 \cdot \frac{53,44}{100} = 306 \text{ т/тәул.}$$

Ақ маттың құрамына мыстың бөлінуі 91% және қара металға мыстың өтуі 99% болғанда суық материалдардың қосымша мөлшерінен алынатын металл мөлшері: $573 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 0,91 \cdot 0,99 = 21,68$ т/тәул.

Жалпы қара мыстың мөлшері: $306 + 21,68 = 327,68$ т/тәул.

Үрлеуді 28% оттегімен байыту нәтижесінде конвертердің қара мыс бойынша өнімділігі 276 мәнінен $327,68$ мәніне дейін артады яғни:

$$\frac{327,68 - 276}{276} \cdot 100 = 18,73 \text{ \%}.$$

2.2.5.3 Техникалық көрсеткіштер

Конвертерді 28% оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезінде үрдістің техникалық көрсеткіштерін жалпы материалдық баланстан анықтаймыз (3.9 – кесте).

Ыстық штейннің мөлшерінен қара мыстың шығатын мөлшері:

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

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

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

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

Жобаға сәйкес конвертерді 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезінде өңделетін қосымша суық материалдардың мөлшерін қосымша есептеулермен есептейміз.

Ыстық штейннің мөлшерінен қара мыстың шығатын мөлшері:

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

Конвертерлі шлақтың қосымша мөлшері 0,608 т/т тең. Қосымша суық материалдардың есебінен алынатын шлак мөлшері:

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

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

Конвертерді 28 % оттегімен байытылған ауамен үрлеу кезінде оның шығыны: $\frac{53,17 \cdot 22,4}{0,1 \cdot 32 \cdot 0,28} = 1329 \text{ нм}^3/\text{т.}$

Қосымша суық 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:

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

$$\text{Екінші мерзімдегі үрлеудің шығыны: } 924 \cdot 1,048 = 968 \text{ нм}^3.$$

Бұдан екі мерзімде қолданылатын үрлеудің жалпы шығыны:

$$1427,9 + 968 = 2395,9 \text{ нм}^3/\text{т.}$$

Кварц флюсының шығыны өзгеріссіз қалады.

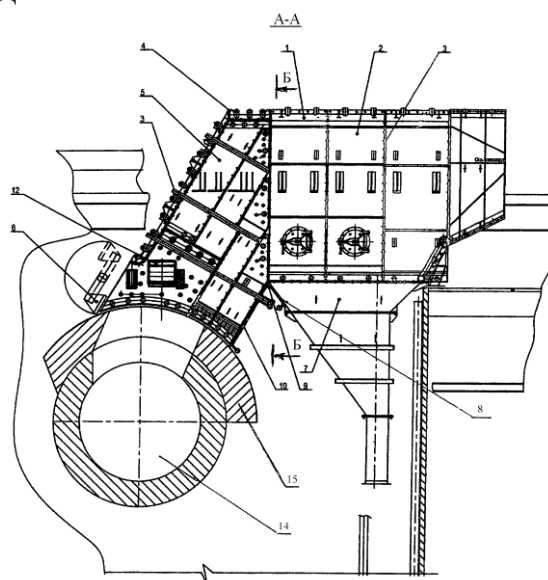
$$\text{Штейннің шығыны: } \frac{1}{0,4812} = 2,08 \text{ т.}$$

2.3 Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру

Штейнді конвертерлеу өте тиімді процесс болып саналады. Ол оттегінің жоғары пайдалану коэффициентімен, үрлеу кезінде жұмыс істеу кезінде жоғары өнімділікпен сипатталады. Процесс толығымен сульфидтердің тотығуынан болатын жылу есебінен жүзеге асырылады және тікелей балқыту аймағында SO₂ газына бай болуымен сипатталады. Бұл процесте балқыту процесіне

қойылатын бірқатар маңызды технологиялық талаптар жүзеге асырылады: қарқынды масса және жылу алмасу, газдардың көпіршігі арқылы магнетитті қалпына келтіруге қолайлы жағдайлар, шлақты штейнмен араластырған кезде ұсақ сульфидті қосылыстардың коалесценция процесінің жүруі үшін қолайлы жағдайлар.

Дегенмен, процестің қолданыстағы аппараттық дизайнының ең маңызды кемшілігі оның мерзімділігі болып табылады. Ол конвертерді толтыруға, қаралы мысты және конвертерлі шлақты құйып алуға қажетті уақыттың үлкен шығындарына байланысты. Конвертердің қалыпты технологиялық режимге шығуы салыстырмалы түрде ұзақ уақытты алады. Конвертерді мойын арқылы ағызу және толтыру үшін айналмалы қондырғы қажет. Айналмалы конвертер қозғалмайтын газжолы жүйесімен, шихта және үрлеуді беру түтіктерімен тығыз бекітілгенмен, бұл байланыс қиын және жетілмеген, сондықтан цех атмосферасына көп мөлшерде газ шығарылады және бұл еңбек жағдайының нашарлауына әкеледі. Екінші жағынан, шаң ұстау қондырғысына (напыльникке) көп мөлшерде ауа сорылып, шығатын газдар қатты сұйылтылады, нәтижесінде оларды күкірт қышқылын өндіруге пайдалануы қиындатылады.



- 1 – напыльник корпусы; 2 – көлденең бөлік; 3 – көлбеу бөлік;
 4 – құбырлы L-тәрізді экрандар; 5 – жалпақ экрандар; 6 – жапқыш;
 7 – шаң жинауға арналған бункер; 8 – салқындату панелі; 9 – коллектор;
 10 – салқындатқыш қабырға; 11 – құбырлар; 12 – флюсті жүктеуге арналған терезе; 13 – перде; 14 – конвертер

3 Сурет – Жетілдірілген напыльниктің құрылысы

Напыльниктің конструкциясын жеңілдету және конвертердің пайдалану жағдайын жақсарту үшін напыльниктің корпусын жартылай көлденең және жартылай тігінен орындау ұсынылады [9]. Бұл жағдайда напыльниктің көлденең бөлігі L - тәрізді экрандар, ал напыльниктің көлбеу бөлігі жалпақ

экрандардан тұрады. Көлденең және көлбеу бөліктердің экрандары құбырлы газ тығыздағыш мембраналардан жасалған. Напыльниктің көлбеу бөлігі сонымен қатар ыстыққа төзімді болат жапқышпен жабдықталған және шаң жинауға арналған салқындатылған бункермен байланысады. Сондай-ақ, напыльниктің көлбеу бөлігінде ағындарға арналған жүктеу терезесі қарастырылған, ол топсаның көмегімен сыртынан бекітілген қайырмалы құрылғымен қоршалған (3-сурет).

Напыльниктің мұндай конструкциясы бірқатар артықшылықтарға ие: напыльник пен конвертердің алжапқышы арасында саңылаудың болмауы нәтижесінде сырттан суық ауаны сору алынып тасталады; напыльниктің конструкциясы айтарлықтай жеңілдетіледі; тұтастай алғанда конвертердің пайдалану жағдайлары жақсарады және конвертерге қызмет көрсету үшін неғұрлым қолайлы жағдайлар жасалады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада конвертерлеу процесінің даму тенденцияларын зерттегеннен және жетілдіргеннен кейін мыс штейнді конверсиялау әдісі технологиясы мен практикасын жетілдірумен байланысты зерттеу бағыты таңдалды, атап айтқанда, ауа үрлеуін оттегімен 28% - ға дейін байыту және фурмен белдеуіндегі хромомангнетитті Отқа төзімділерді периклазохромитке ауыстыру.

Дипломдық жобада жетілдірілген әдістің технологиялық және режимдік параметрлерін әзірлеу үшін оның техникалық-экономикалық негіздемесі жасалды. Процестің материалдық және жылу балансының есептері, конвертерлердің конструктивті есебі жүргізілді, еңбекті қорғау шаралары анықталды, жетілдірілген процестің экономикалық тиімділігі есептелді.

Алынған нәтижелер процесс ұзақтығының мин дейін, сыртқы ортаға жылу шығынының 23805-тен 14786 кДж-ға дейін азаюын, суық материалдарды берудің 291-ден 315 т/тәу-ге дейін ұлғаюын көрсетті, өндіріс рентабельділігі 12,75% - ға артады, ал жаңа материалдарды пайдаланудан өтелу мерзімі 2 жылды құрайды.

Бұл деректер ЖМЗ конвертерлік бөлімшесінде қосымша түрлендіргіштерді жобалау немесе орнату үшін бастапқы деректерді дайындау үшін негіз болады. Бұған қолайлы жағдайлардың болуы да дәлел: шикізат, энергия, су және еңбек ресурстарының жақындығы.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. – Челябинск: Metallurgia, 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 научного сотрудничества Казахстана и Израиля: Тр. науч.-практ. конф., г. Алматы, 29-30 мая 2000 г. – Алматы: КазгосИНТИ, 2000.
- 4 Оспанов М.Х. и др. Бесплаковое металлургическое производство черновой меди (бесплаковая 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. Охрана окруж. среды и рац. использов. природных ресурсов». – 2003.
- 8 Диомидовский Д.А., Шалыгин Л.М. и др. Расчеты пиропроцессов и печей цветной металлургии. – М.: Металлургиздат, 1962.
- 9 Добрынин В.В., Креков А.Г., Гладышев А.Н., Терентьев А.С., Лапин А.В. Патент 99000 Напыльник конвертера. Открытое акционерное общество "Уралэнергоцветмет".

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Еркінова Арайлым Болатқызы

Название: Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру

Координатор: Гульнар Молдабаева

Коэффициент подобия 1:2.3

Коэффициент подобия 2:1

Замена букв:8

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
04.06.2021 ж.

Дата

.....


Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Еркінова Арайлым Болатқызы

Название: Мыс штейндерін конвертерлеу процесін жетілдіру

Координатор: Гульнар Молдабаева

Коэффициент подобия 1:2.3

Коэффициент подобия 2:1

Замена букв:8

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

В дипломной работе Еркіновой А.Б. отсутствуют заимствования.
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допуск к защите.

.....
.....
.....
.....
.....

.....

Дата 04.06.2021 г.



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения