

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

Арсыбаева Меруерт Нысанбекқызы

Шойын алу процессін зерттеу

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

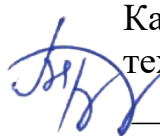
Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова

« 08 » 06 2021 ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Шойын алу процесін зерттеу»

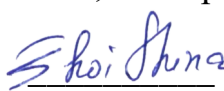
Мамандығы 5B070900 – Metallurgy

Орындаған

Арсыбаева М.Н.

Ғылыми жетекші

PhD, лектор

 Г.М. Қойшина

« 08 » 06 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 мең-
герушісі, техн. ғыл. канд.,
М.Б. Барменшинова
«01» 02 2021 ж.



Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Арсыбаева Меруерт Нысанбекқызы

Тақырыбы: «Шойын алу процессін зерттеу»

Университет Ректорының 2020 жылғы «24» қараша № 2131-б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «18» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: *темір кендік концентраттың
химиялық құрамы; тәжірибелік жұмыс әдістемесі*

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) заманауи шойын алу технологияларына шолу;

б) тәжірибелік жұмыс әдістемесін таңдау;

в) тәжірибелік жұмыс нәтижелерін талдау;

г) қорытынды.

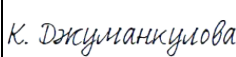
Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): *шойын алу
процессінің технологиялық сұлбасы.*

Ұсынылатын негізгі әдебиет 28 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.М. Қойшина PhD, лектор	08.06.2021 ж.	
Норма бақылау	С.Қ. Джуманкулова PhD	07.06.2021 ж.	

Ғылыми жетекші



Г.М. Қойшина

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



М.Н. Арсыбаева

Күні

«01» ақпан 2021 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста қазіргі заманауи жағдайда шойын өндірісінде кеңінен қолданылатын технологиялар қарастырылып, сарапталған. Теміркендік концентраттын қатта фазада редукциялап арқылы шойын алу процесі зерттелген.

Жұмыстың негізгі мақсаты – көміртекті редукциялаушы реагенттің кинетикалық әсерлерін зерттеу және қатты фазада редукциялап шойын алуға процессін зерттеу.

Дипломдық жұмыста әдістемеге сай келесі тәжірибелік жұмыстар жүргізілген.

- Алдын ала шойынның құрамы стехиометриялық есептелген шихта дайындалған;
- Тәжірибелік жұмыстың нәтижелеріне талдау жасалған;
- Жұмыстың нәтижесі бойынша тәуелділіктер тұрғызылған.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрены и проанализированы технологии, широко применяемые в производстве чугуна в современных условиях. Исследован процесс прямого получения чугуна из железорудного концентрата.

Основная цель работы - изучение кинетических эффектов углеродного редуцирующего реагента и процесс прямого получения чугуна в твердой фазе.

В дипломной работе по методике представлены следующие практические работы:

- Приготовлен шихта с предварительным стехиометрическим расчетом состава чугуна;
- Проведен анализ результатов практической работы;
- Построены зависимости по результатам работы.

ANNOTATION

In the thesis, the technologies widely used in the production of cast iron in modern conditions are considered and analyzed. The process of producing cast iron by reducing iron ore concentrate in the formation phase is investigated.

The main purpose of the work is to study the kinetic effects of a carbon reducing reagent and the process of producing reducing cast iron in the solid phase.

In the thesis on the methodology, the following practical works are presented.

- A charge was prepared with a preliminary stoichiometric calculation of the cast iron composition;
- The analysis of the results of practical work was carried out;
- Built dependencies based on the results of the work.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдеби шолу. Шойын мен болат өндірісінің заманауи күйіне шолу	10
1.1 Шойын мен болат металлургиясының шикізат	10
1.2 Темір кенін балқыту теориясы мен тәжірибесі	11
1.3 Шойын алудың редукциялық балқыту технологиясына қысқаша талдау және оның ерекшеліктері	15
1.4 Ғылыми зерттеулер бағытын таңдау және негіздеу	18
2 Зерттеулер жүргізу әдістері, әдістемелері және технологиялық жабдықтау	20
2.1 Шойын алудың бастапқы шихта негізін құрайтын компоненттер сипаттамасы	20
2.2 Зертханалық зерттеулер жүргізу үшін пайдаланылаған құралдан мен технологиялық жабдықтар	21
2.3 Теміркені концентраттарынан редукциялық балқытумен тікелей шойын түйіршіктері алу әдістемесі	23
2.4 Гетерогенді фазаны редукциялау процесінің негізінде қатты фазада шойын алу механизмі	25
Қорытынды	28
Пайдаланылған әдебиеттердің тізімі	29

КІРІСПЕ

Жақын арадағы металлургия болашағы мына екі бағытта жалғаспақ: көп мөлшерде металл өндіру үшін домналық және болат қорыту процестерінің белгілі сұлбаларын жетілдіру. Сонымен қатар, тапшы емес жергілікті кен және отын қорларына негізделген кендерден жаңа тиімді технологиялық процестерді қарастыру, зерттеу және енгізу арқылы жоғары сапалы болаттар өндіру. Осыған орай, теміркөміртекті концентраттарды қатты көміртегімен тікелей редуциялау принципіалды мүмкіндігі қызығушылық тудырады.

Металлургия өндірісінің темір рудалық (кен) базасын дамытуда қажетті шикізаттарды қайта өңдеуге дайындау және қайта өңдеудің тиімді әдістерін іздестірудің маңызы зор. Мәселені осы тұрғыдан қарастыру табиғи шикізат қорларын химиялық және гранулометриялық құрамы бойынша жарамды және жарамсыз екі топқа бөлу ретіне, сонымен қатар, Қазақстанда шығарылатын металдарды тиімді қолдануға келтіреді.

Бұл жайға негізгі себеп технологиялық сұраныстар, шарттар шикізат сапасына тікелей байланыстылығы. Осылай өндіріс кезінде жарамсыз шикізат және өндіріс қалдықтары қалыптасып жиналады.

Сондықтанда бүгінгі таңда жарамсыз шикізаттарды қайта өңдеу және өндіріс қалдықтарын іске асыру мүмкіншіліктері және домна өндірісінің өнімдерін қолдану, құйылған дайындамалардың сапасын жақсарту және дайын металл өнімінің сенімділігі мен ұзақ мерзімді жұмыс істеуі өндірістің экономикасына тікелей байланысты осы себептен *өзекті* мәселелер қатарында болып келеді.

Жұмыстың мақсаты көміртекті редуциялаушы реагенттің кинетикалық әсерлерін зерттеу және қатты фазада редуциялап шойын алуға процессін зерттеу болып табылады.

Шойын құрамындағы көміртек арқылы металл оксидтерін қаттыфазалы редуциялау ерекшеліктерін зерттеу және шойын алудың принципіалды айқын мүмкіншіліктері мен технологиясын ойластырып құрастыру болып табылады.

1 Әдеби шолу. Шойын мен болат өндірісінің заманауи күйіне шолу

1.1 Шойын мен болат металлургиясының шикізат

Темір кені минералогиялық түрі бойынша төрт негізгі түрге бөлінеді. Олар гематит кені (Fe_2O_3), магнетит кені (Fe_3O_4), қоңыр теміртастар ($m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) және сидериттер (FeCO_3). Кеннің өзге түрлері, мысалы, мартит, полумартит, титан-магнетит және т.б. аталған түрлердің арасында немесе құрамында кен минералының кристалдық торында өзге элементтер қосындылары кездеседі.

Темір кенінің бос жыныстары негізінен Si, Al, Ca және Mg шалатотықтарынан тұрады. Қара металл өндірісіндегі зиянды қоспалардың ең бастысы күкірт, фосфор және мышьяк болып табылады. Олар метал бұйымның сапасын нашарлатады – ыстық (S) және суық (P, As) күйінде беріктігін төмендетеді. Мырыш, қорғасын мен сілтілер темірде ерімейді. Алайда пеш қалауына орынды әсерін тигізе отырып, өндірістің экономикалық тиімділігін төмендетеді. Көп жағдайда жағымсыз қоспаларға процестің жүруін қиындататын хром, титан, мыс жатады. Темір кенінің пайдалы қоспаларына кешенді немесе тиімді өңдеу шарттарында, марганец, ванадий, никель, кобальтті жатқызуға болады.

Темір кенорны мен көріністері дүние жүзінің айтарлықтай барлық жерінде бар және ауқымды темір кені қорына Ресей, Бразилия, Австралия, Украина, Қытай, Канада, АҚШ, Үндістан, Гвинея, ОАР және Қазақстан ие.

Ірі кен өндірушілері: Бразилия, Қытай, Ресей, Австралия – 85 – 100 млн т/жыл; Украина, АҚШ – 50 – 75 млн т/жыл; Үндістан, Канада – шамамен 40 млн т/жыл; ОАР, Швеция, Қазақстан, Либерия – 15 – 25 млн т/жыл; Венесуэла, Мавритания – 10 млн т/жыл деңгейінде. Ірі тұтынушылардың бірі Қытай, Ресей, АҚШ, Жапония, Украина, Германия, Ұлыбритания, Қазақстан, Италия, Франция.

Қазіргі таңда Қазақстан темір кенінің қоры 16,6 млрд.т бағалануда. Бұл дүние жүзілік қордың шамамен 8 % құрайды. Оның шамамен 8800 млн.т. барланған және эксплуатациялауға дайындалған және темір кенінің шамамен 90 % Солтүстік Қазақстанның Торғай ауданында шоғырланған, қалған бөлігі Орталық Қазақстанда орналасқан [36].

Республикада бекітілген қоры 6 млрд.т. жоғары болатын теміркенінің бірнеше кенорындары эксплуатациялануға жіберілді. Олар, Соколов-Сарыбай (Қашары қоса алғанда), бекітілген қоры 2500 млн. т астам; темір мөлшері – 38-43 %; зиянды қоспасы - күкірт;

«Соколов – Сарыбай тау-кен байыту өндірістік бірлестігі» (ССТКБ) АҚ құрамына Сарыбай, Соколов, Қашар, Кунжул жұмыс істеп тұрған карьерлері, жерасты кеніші кіреді.

«ССТКБ» АҚ өнімі жоғары сапасымен сипатталады. Концентратта темір мөлшері 66 % жоғары және жентектерде - 62 % жоғары және комбинат өнімінің негізгі тұтынушылары «Магнитогорск металлургия комбинаты» АҚ (70 % дейін) және «Арселор Миттал Темиртау» АҚ (30 %) болып табылады.

1.2 Темір кенін балқыту теориясы мен тәжірибесі

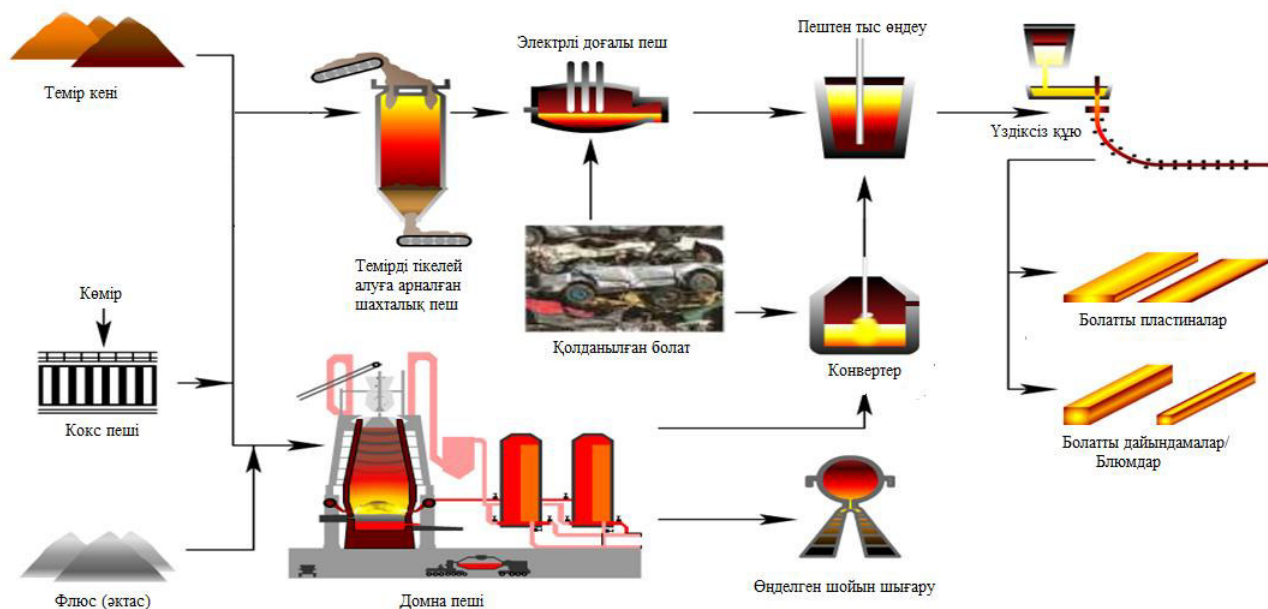
Қазіргі уақытта айтарлықтай барлық алынатын кендер байытуға жіберіледі. Қолданылатын байыту әдістері бірнеше операциялардан тұрады. Олар флотация, шаю, күйдіру, гравитациялық және электромагниттік. Флотация процесі темір кенін байытуда сирек қолданылады. Бұл кенді алдын ала дайындау және бос жыныс минералдардың сулану немесе суланбау айырмашылығын байланысты. Шаю процесі кеннен бос жынысты бөлу үшін қолданады. Сонымен қатар, металлургияда пайдалануға қажетті кесекті «шайылған» кен алу үшін қолданылады. Күйдіру процесін көмірқышқылдар және гидраттық ылғалдарды жою есебінен кенде темір концентрациясын арттыру есебінде қолданады. Темір қосылыстарының магниттік қабылдағыштығын ұлғайту үшін пайдаланады. Гравитациялық әдістерді жиі магниттікпен бірге пайдаланады. Оған мысалы ретінде, қалдықтардан темірді толық бөліп алу үшін.

Темір кенін байыту процесінің аса кеңінен таралған әдісі, ол электромагниттік. Өйткені, ол темір мен оның қосылыстарының магниттік қасиеттеріне негізделген. Тәжірибеде магниттік сепарацияны екі нұсқа бойынша ұйымдастырады. Бірінші, құрғақ және екіншісі, ылғал. Құрғақ магниттік сепарация кезінде материал ұсақтауға, елеуге және тікелей сепарацияға ұшырайды. Ірілігі, шамамен 0-12 мм болатын құрғақ магниттік сепарация концентратының құрамында темірдің мөлшері 50 % деңгейінде, ал ылғалдылығы 3 % деңгейінде болады. Агломерациялық шихтаның компоненті ретінде өндірістік өнім ретінде қолданылады және ылғалды магниттік сепарация концентраты дайындау операцияларының барлық циклынан өтеді. Құрамында әдетте темір 60 % аса, ылғал 10 % деңгейінде, ірілігі 0,1 мм кем болады. Ылғалды магниттік сепарация концентраты, ұнтақтау дәрежесі жоғары және ылғалдылығы ауқымды болады. Қара металл алудың тікелей дәстүрлі технологияларында пайдалану үшін жарамды және кесекті өнім – негізінен агломерат пен жентек алудың негізі болып табылады.

Қара металлургияда негізгі кесектеу процесі агломерат жасау және күйдірілген жентектер алу өндірісі болып табылады. Заманауи металлургиялық агрегаттардың шихтасында шикі кесекті кеннің пайдаланылуы 2 % аспайды. Ал агломерат үлесі шамамен 70 % құрайды. Сонымен қатар, жентектер үлесі шамамен 27 % болады. Темір кенін кесектеу, брикеттеу және күйдірілмеген

жентектер алу процестері келешекті HPS процесі ауқымды таралымға ие. Таза гематит және магнетит темір кенорындарында қордың таусылуына байланысты, ХХІ ғасырда құрамында темірден басқа, қоспа металдар – Mn, Cr, V және Ti кездесетін кешенді теміркенді шикізат қоры, негізгі шикізат базасына айналады. Кешенді теміркені шикізатында темір мен қоспа металдар тотық түрінде кездесетіндіктен, оны өңдеу мақсатында тотықсыздандыру процестерін ұйымдастыруға негізделген. Негізгі темір кенін өндіру өндірісте кеңінен таралған тәсіл, ол домнада тотықсыздандырып балқыту процесі болып табылады [1-4].

Дүниежүзінде шойын мен болат өндірудің жалпы технологиясының сұлбасы 1 суретте көрсетілген.

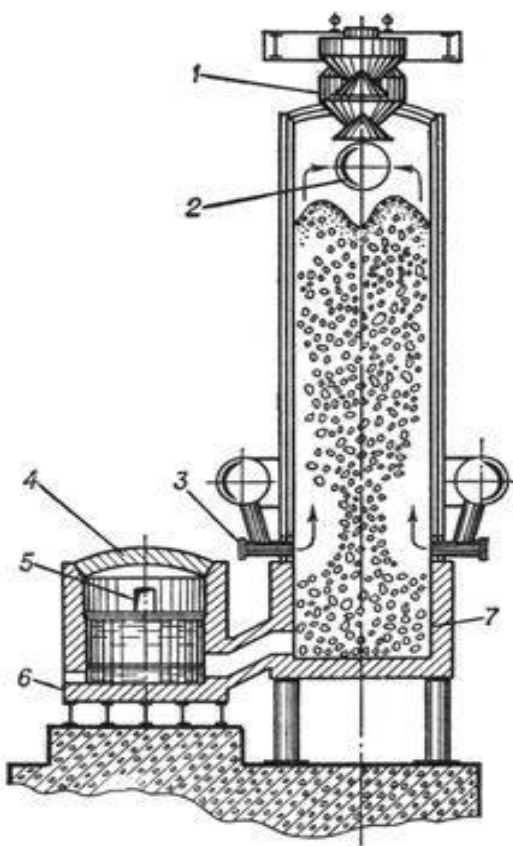


1 сурет – Шойын мен болат алу процесінің жалпы технологиялық сұлбасы

Темір кенін балқыту тәжірибесі. Шахталық пеш, кесек материалдарды балқытуға және күйдіруге арналған дөңгелек, эллиптикалық немесе тік бұрышты көлденең қимасы жоғары қарай созылған және жұмыс кеңістігі бар пеш. Балқыту және күйдіру процестерінің жүруіне қажетті жылу отынды тікелей шахта пешінде немесе пешке ыстық жану өнімдерін бере отырып, шығарылатын оттықта жағу арқылы алынады. Шахталық пеш үшін газ тәрізді жану өнімдерінің орташа жылдамдығы тән, онда кесек материалдардың (зарядтардың) негізгі бөлігі газдардың жоғары ағынымен қызықтырмайды және қайнаған қабат пешінен айырмашылығы аэродинамикалық тұрақтылықты сақтайды. Зарядтың қарама-қарсы қозғалысының болуы (жоғарыдан төменге) және заряд арқылы сүзілетін газдар, сондай-ақ заряд пен ыстық газдар

арасындағы тікелей байланыс жақсы жылу алмасуды және төмен температуралы Шығатын газдарды шығаруды тудырады. Осының арқасында шахта пештері жоғары жылу тиімділігімен және салыстырмалы түрде жоғары өнімділікпен сипатталады. Шахталық пеші темір рудаларын, шойын мен шикізатты түсті металлургияда балқыту, темір рудасы шикізатын, әктас және басқа материалдарды күйдіру үшін кеңінен қолданылды.

Түсті металлургиядағы шахта пеші (сурет 2) үздіксіз режимде жұмыс істеуге арналған. Олар төмен биіктігімен (<8 м) ерекшеленеді, бұл темір оксидтерінің едәуір мөлшерін азайтпай және ені аз (фурм жазықтығында < 2 м) балқытуды жүргізу қажеттілігінен туындайды; пештің ұзындығы әдетте 8-15 м шахталық пешінде колошник бар және ол арқылы шикікұрамды тиеп, газ тәрізді жану өнімдерін шығарады. Олар арқылы отынды немесе ыстық газдарды жағу үшін үрлейтін фурмалары бар шахтаны және сұйық балқыту өнімдері жиналатын ішкі таужыныстардың отқа төзімділігімен қапталған. Балқыту өнімдері шлактарды азайту үшін шығарылатын пеш мойыншасы (горн) арқылы немесе тікелей ішкі пеш мойыншасы арқылы (көбінесе электрмен жылытылатын) шығарылады.



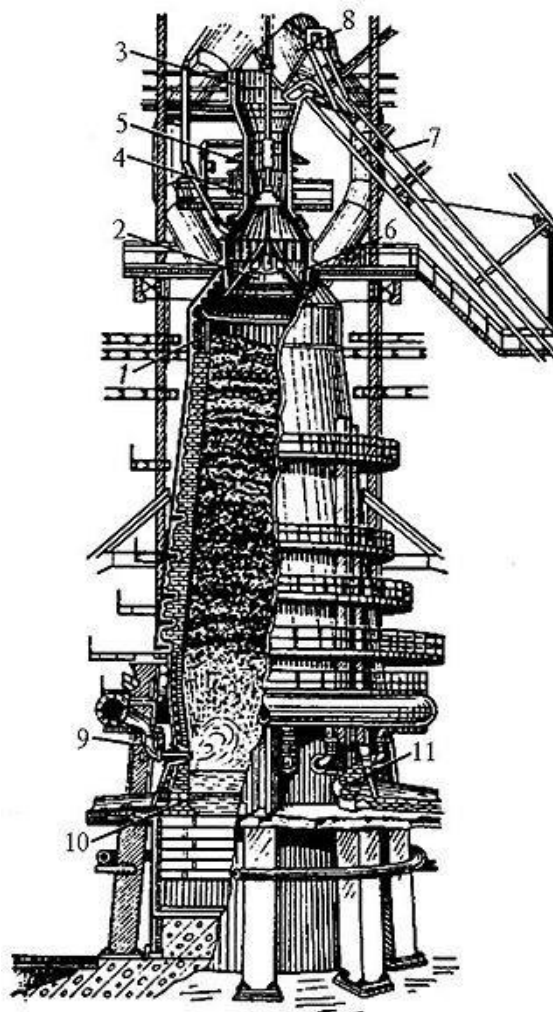
1 – тиеу құрылғысы; 2 – газдарды бұру; 3 – фурма; 4 – шығару мойынша;
5 – шлак терезесі; 6 – штейн теспесі; 7 – ішкі мойынша

2 сурет – Шахталық пеш

Бұрын пештің білігі салқындату үшін су айналатын металл кессондардан жасалған. Содан кейін суды салқындатудың орнына буландырғыш қолданыла бастады; шахта бір-бірімен блоктарға дәнекерленген қалың қабырғалы түтіктерден жасалады. Әдетте пештің білігі жабылмайды, өйткені түсті металлургияның темір шлактары отқа төзімді материалдарды оңай ерітеді.

Домна пеші, домна – темір кентасынан шойын қорытуға арналған шахталық пеш. Ол темір-бетонды іргетасқа орнатылған көлденең қимасы дөңгелек биік шахта түрінде жасалады. Домна пешінің сыртқы беті қалыңдығы 30 – 35 мм темірмен тысталған, ішкі беті отқа төзімді материалдармен (жоғары бөлігі шамот кірпішімен, ал төменгі бөлігі, негізінен, көміртекті болат блоктармен қаланған) астарланған. Пештің ішкі бетінің балқымауы үшін және пеш қорабын (қаптамасын) жоғары температурадан қорғау мақсатында домна пешінде суы айналып тұратын салқындатқыштар пайдаланылады. Пештің сыртқы қорабы мен колошниктің құрылғысы іргетасқа орнатылған бағаналарға бекітіледі. Шихта (кентас, агломерат, кокс, флюс, т.б.) пеш колошникіне скиптермен (сусымалы материалдар салынатын ыдыс) беріледі. Ауа үрлеуіш машинадан шыққан үрлеу пешінің горнына (көрігіне, яғни пештің төменгі бөлігіне) айнала орналасқан қыздырғыштар (мұнда ауа 1000 – 1200 °C-қа дейін қызады) мен фурмалық приборлар арқылы жіберіледі. Сонымен қатар пешке фурмалар арқылы қосымша отын да (табиғи газ, мазут немесе көмір тозаңы) енгізіледі. Қорыту өнімдері горнның төменгі бөлігінде орналасқан балқыма ағатын науалармен шойын және шлак тасығыш шөміштерге жіберіледі. Пеште пайда болатын колошник газы пеш күмбезінде орналасқан газ шығарғыштар арқылы әкетіледі. Шойын ағатын науаның осі мен кентас тиегіш үлкен конус жиегінің аралығы домна пешінің пайдалы биіктігі, ал оған сәйкес келетін көлем оның пайдалы көлемі деп аталады. Домна пеші үздіксіз жеті – он жыл бойы жұмыс істей алады. Қазіргі кездегі домна пештерінің биіктігі жүз метрге дейін жетіп, ал пайдалы көлемі 5000 м³-ден асып, тәулігіне 6000 т шойын қорыта алады. Қосалқы бөліктерін қоса есептегенде домна пеші күрделі инженерлік құрылыс болып табылады. Домна пештеріне қажетті шикізат – кентастарды ұсақтау, агломерат жасау, шихтаны тиеу, ауаны қыздыру және оны үрлеу, қорыту процесінің өнімдерін жинау, сақтау, тасымалдау процестері күрделі механизмдермен, автоматты құралдармен жабдықталған. Қазақстанда Теміртау қаласындағы «Испат – Кармет» акционерлік қоғамы құрамында төрт домна пеші бар.

Домна өндірісі – металлургия зауыттарында темір рудаларын тотықсыздандыра балқыту арқылы шойын өндіру. Домна пештерінде қорыту процесі кокстің көмегімен жүргізіледі [1]. Пешке үрленген ауа кокстің жануын, қорыту процесіне қажетті жылу мен жоғары температураны қамтамасыз етеді. Домна пешінің сұлбасы 3 суретте көрсетілген.



1-монолитті бетон негізі (тереңдігі 5-8 м және одан жоғары); 2-діңгек (жұмыс температурасы 1100 градус Цельсийге дейін және отқа төзімділік шегі 1400-1500 градус ыстыққа төзімді бетоннан жасалған іргетастың жоғарғы жағы); 3-горн; 4-болат тірек бағанасы; 5-иық; 6-үрлеу жүйесі; 7-маратор (Болат тірек сақинасы); 8-шахтаның иықтары; 9-пештің буы; 10-шахта; 11-колошник

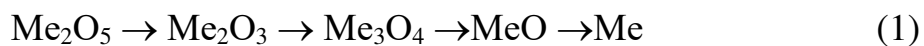
3 сурет – Домна пещі

1.3 Шойын алудың редукциялық балқыту технологиясына қысқаша талдау және оның ерекшеліктері

Дүниежүзілік шаруашылықта жүргізу техникалық деңгейінің өсуі табиғи ресурстардың негізінде ерекше қасиеттері бар жаңа жолмен өнімдер алу қажеттілігін талап етеді. Өнімдердің жаңа жолмен және олардың химиялық қосылыстарынан таза зат шығару арқылы анықтап отыруға болады. Осы

өнімдерге, ең бірінші болып металдар жатады. Қара немесе таза металл түрінде алу, ондағы табиғи қосылыс-тотықтардан, сульфидтерден, карбонаттардан және сульфаттардан босату керек. Яғни, оттегіден және күкірттен белсенді келетін басқа заттармен редукциялық реакциялар ұйымдастыру кажет. Табиғатта темір және темір қосылыстары негізінен тотықты түрде болады. Оларға қатысты, металға қарағанда оттегіге жақындығы жоғары белсенді реагенттер редукционер бола алады. Белсенді реагенттердің ішінде газ тәрізді – CO мен H₂ және қатты - C реагенті бар. Олардың тәжірибелік мәні өте зор. Сонымен, олардың өзара әрекеттесу реакциялары температураға, газдардың қысымына және реагенттердің күйлеріне тәуелді болады. Газ тәрізді реагенттер негізінен екі атомнан тұрады. Олар металл тотықтарымен өзара әрекеттескен кезде, оттегінің бір атомын өзіне қосып алып, ұшатомды газдарға (CO₂ мен H₂O) айналады. Металдардың тотығы негізінен қатты күйде болады. Олардың қатты күйінің физика-химиялық қасиеттері көптеген жағдайда бөлшектердің өлшеміне және олардың қуыстылығына тәуелді келеді.

Сонымен, олардың редукционерден айырмашылығы метал тотықтарының өздері екі және одан көп атомдардан тұруымен ерекшеленеді. Көпатомды тотықтардың оттегісі және металдардың әртүрлі сандық қатынастағы атомдарынан тұрады. Металдың тотыққандығы оттегісі металға (O/Me) атомдық қатынасымен сипатталады. Көптеген металдар үшін, мына қатар бойынша - Me₂O₅; Me₂O₃; Me₃O₄; MeO жүреді. Бұл қатынас 2,5-тен 1,0-ге дейін өзгеріп отырады. Осы қатынастың өсуіне қарай, оттегі мен металл атомдарының арасындағы байланыс энергиясы төмендейді және редукциялық процесс алғашында жоғары тотықтармен өзара әрекеттескенде басталады. Сондықтан, жоғары тотықтардың жойылуына қарай төменгі тотықтарға көшеді. Өз кезінде, академик А.А. Байков, ғылыми зерттеулерінде осы заңдылықтарға сүйене отырып, металл тотықтарының айналуы біртіндеп көп сатылы болатындығы туралы ережені ұсынды:



Термодинамикада ұшатомды газдардың (CO₂ мен H₂O) редукциясы процесінде пайда болатын молекулалардағы байланыс энергиясына тең болатын тотықтардың молекулалары, олардың біртіндеп әрекеттесу байланыс энергиясының өзгеруіне әкеледі. 1 теңдеу бойынша, металдар тотықтарының редукциясы редукционердің тотығуына және газ тәрізді тотықтардың пайда болуына әкеледі. Пайда болатын ұшатомды газдардың байланыс энергиясы (диссоциациясы) бастапқы тотықтармен салыстырғанда, реакцияның тепе-теңдігімен басталады. Реакция кері қайтымды сипат береді.

Металл тотығы мен редукционердің өзара әрекеттесуін қарастырдық. Олардың арасында реакция жүргенде тотық металға немесе төменгі тотыққа

айнала отырып, оттегіден босайтындығы орнатылды. Ал редуционердің өзіне оттегін қосып алып тотығатынын байқауға болады және металл редукциясы бірізділікте екінші реагент болып табылатын редуционердің тотығуын білдіреді. Сонымен, бір жағынан металдың немесе басқа жағынан редуционердің аралығында оттегінің үлестірілуі және оттегіге тиісті реагенттің химиялық біріктілігінің қабылданған ұғымына жалпы сәйкестік болады. Егер бастапқыда металдың оттегіге редуционерге қарағанда химиялық біріктілігі аз болса, онда ол редукцияланады. Ал көп болса, онда редукция процесі жүрмейді.

Металдың оттегіге біріктілігі жоғары болған сайын, оның тотығының изобарлы потенциалы біраз төмен болады. Яғни ΔG^0 көбірек теріс мәнге ие.

Осыдан шығатын редукциялық реакция:



Реакцияның жүру мүмкіндігінің шарты:

$$\Delta G^0_{\text{с}} < \Delta G^0_{\text{а}} \text{ немесе } |\Delta G^0_{\text{с}}| < |\Delta G^0_{\text{а}}| \quad (3)$$

Металдың осындай тотықтарына қатысты редуционердің изобарлы потенциалының шамасы бар. Оның редукциялық потенциалын бағалауға мүмкіндік береді. Бастапқы немесе пайда болатын тотықтардың диссоциациясы серпімділігінің критерийі бойынша металл пайда болу бағытында редукциялық реакцияның шарттарын төмендегідей бағалауға болады. Яғни

$$(\text{P}_{\text{O}^2})_{\text{BO}} < (\text{P}_{\text{O}^2})_{\text{MeO}} \quad (4)$$

Тотықты диссоциациясының серпімділігі металдың бастапқы тотығының диссоциациясының серпімділігінен аз болған жағдайда ғана редукциялық реакцияның жүруі мүмкін және осындай ұқсас жолмен әртүрлі металдардың тотықтарын салыстыруға болады. Тотықтардағы оттегі мен металдың химиялық байланысымен көбейеді және олардың диссоциациясының серпімділігі азаяды. Диссоциациясының серпімділігі аз болатын металл тотықтарының диссоциациясы серпімділігі көп металл тотықтарына қарағанда редуционер болып саналады. Бір металл әртүрлі атомдық қатынаспен O/Me тотық жасайтынды. Полиморфты айналымдардың кейбір деңгейлерінде диссоциация серпімділігі қатты өзгереді және (3) сатылы айналымдағы жоғары тотықтардың төменгіге дейінгі айналымдары диссоциация серпімділігінің төмендеуімен ере жүреді.

1.4 Ғылыми зерттеулер бағытын тандау және негіздеу

Кесектелген кешенді теміркені шикізаты мен сұрыпталған металлургиялық кокс домна процесінде негізгі шихта компоненттері болып табылады. Кокс негізінен жылу энергиясының көзі және болып табылады. Оның қызыуынан пайда болған ыстық тотықсыздандырғыш газ ағыны, домна пешінің төменгі бөлігінде орналасқан фурмалар арқылы ыстық комбинирленген үрлеу береді. Ары қарай 2000-2200 °C температурасында кокстың толық жанбауы нәтижесінде түзіледі [5]. Шихта мен ыстық тотықсыздандыру газының ағыны мен олардың арасында жылуалмасу жүреді [6] және шихтаны 500 °C дейін қыздырғаннан кейін, ыстық тотықсыздандырғыш газ көмегімен темір тотықсыздануы жүреді. Ал пештің төменгі жоғары температуралық зонасында 1300 – 1500 °C температуралар облысында қоспа металдардың тікелей тотықсыздануы және шлак балқымаларының түзілуімен шихтаның таралуы жүреді. Осы балқымалар кокстың қабаты арқылы сүзіледі. Сонымен қатар, балқымадан металды тікелей тотықсыздануына ғана емес, онымен қоса олардың көміртектенуі және шойын түзілуі жүреді. Домнада балқыту процесінде шойын балқымасы сөзсіз түзіледі. Сондықтан домнада балқыту өнімі көмір мөлшері $[C] = 4,2 - 4,5 \%$ аралығында болатын шойын деп санауға болады. Демек, шойын құрамына, кешенді теміркені шикізатында кездесетін қоспа металдар (Mn, V, Cr, Ti) өтеді. Осыған байланысты балқытылатын шойын жиі табиғи легірленген қорытпа болады [7,8].

Шойын қатты күйде нәзік металл болып табылады және оның нәзіктілігі құрамында көміртегі концентрациясының жоғары болуына байланысты. Көміртегі концентрациясының 4,2 – 4,5 % бастап 1,0 % деңгейіне дейін төмендеу есебінен, оның құрылымының түрленуіне әкеледі және нәзіктілігін жоғалтады. Иілгіш және беріктік сипаттамаларын береді. Яғни болатқа айналдырады [9] және шойынды болатқа айналдыру «Домна-конвертер» кешенінде жүзеге асырылатын екі сатылы технологияға негізделген. Бірінші сатысында шойын шығарумен домна пешінде тотықсыздандырып балқыту жүрсе, ал екінші сатысында – болат шығарумен оттекті конвертерле тотықтырып балқыту жүреді [10]. Процестің екінші сатысы тотықтырып балқыту процесі, оттегімен үрлеу арқылы шойынды көміртексіздендіруге бағытталған. Бұл кезде тек көміртексіздендіру ғана емес, оған қоса темір мен барлық бағалы легірлеуші металдардың (Mn, V, Cr, Ti) ауқымды бөлігінің тотығуы жүреді. Олар тотық түрінде конвертер шлағына өтеді және шлақты үйіндіге тастау нәтижесінде жоғалады. Балқытылған болат, тотықты қосындылармен ластанған шикі болып табылады. Ары қарай пештен тыс өңдеуге ұшырайды [11, 12].

Екісатылы дәстүрлі технология бойынша жаппай шойын мен болат өндірісі бүкіл әлемге таралған. Шектелген масштабта құйма шойын өндірісі

үшін миниауыттар құрастырады. Мұнда болат балқымасының арнайы маркаларын пайдалану негізінде, конструкциялық материалдар шығарады. Осы бағытта шойын құю өндірісі қарқынды дамуда [13, 14]. Шойын жоғары қаттылық пен коррозияға төзімділігіне ие. Оны құйма шойын бұйымдары мен бөлшектерін өндіру үшін пайдаланады. Шойыннан, негізінен айналмалы қозғалыста жұмыс істейтін машина бөлшектерін дайындайды [15-20].

Домна пешінде теміркенін тотықсыздандырып балқыту және шойын өндірісінің заманауи күйі қатты жетілдірілген. Сонымен, домна процесін басқару толық автоматтандыруға беріледі, яғни цифрлық технологияны ұйымдастыруға кіреді.

Осыған байланысты домнадан тыс шойын алу шаралары кеңінен таралымға ие болып келе жатыр.

2 Зерттеулер жүргізу әдістері, әдістемелері және технологиялық жабдықтау

Соңғы 20 жылдары қатты көміртегіні қолданылуымен металл және металданған өнім алу өндірісінде ауқымды жеткістіктерге қол жеткізілді. Мұндай тәжірибелер теориядан озық. Тәжірибелік зерттеулер нәтижесінің негізінде, «кен-болат» сұлбасы бойынша жаңа өндіріс процестері құрылды [21, 23]. Қазіргі таңда жасалуы ААКМ негізінде қалыптасқан теориялық көзқарастардың «ерекшелігін» ары қарай ұстана алмайтын теориялық негізге мұқтаж. Демек, жаңа теориялық тұжырымдамалар табиғатын феноменологиялық құбылыстарының іргелі ғылыми негіздеріне және арнайы қойылған тәжірибелердің шынайы нәтижелеріне сүйену қажет.

Жұмыста көміртегінің металл тотықтарымен кеңінен әрекеттесу мүмкіндіктері тәжірибе жүзінде орнатылды [24-26]. Металдарды тотықсыздандырудың жаңа «адсорбциялы-диффузиялық механизмі» алға шығарылды. Шойын алу мақсатында қаттыфазалы күйде көміртегінің есебінен темір мен түсті металдар тотықтарын тотықсыздандыру механизмінің зерттелуі аса күрделі және өзекті мәселе болып табылады.

2.1 Шойын алудың бастапқы шихта негізін құрайтын компоненттер сипаттамасы

Зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу үшін Соколов-Сарыбай кенорындарының жергілікті ТКБК-нан алынатын теміркені концентраттары пайдаланылды. Ал тотықсыздандырғыш реагент ретінде ағаш көмір қолданылды. Бірақ, тәжірибелік зерттеулерде металдардың тікелей тотықсыздануын жүзеге асыру үшін тотықты жүйеде еріген көміртегінің әрекеттесу әдістемесі пайдаланылды және еріген көміртегінің жоғары тотықсыздандыру потенциалын ескердік. Тәжірибелік зерттеулер әдістемесі темір мен түсті металдарды тікелей тотықсыздандыру процестерін қатты фазалы күйде ұйымдастыруға негізделген. Тәжірибелік зерттеулерде пайдаланылған шихта компоненттерінің химиялық құрамы 2 кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Шойын алуға арналған шихта компоненттерінің химиялық құрамы

Шихта компоненттерінің атауы	Химиялық құрамы, %											
	Fe	FeO	MnO	V ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	S	P	C
ССТКБ концентраты	62,3	18,2	0,18	0,022	4,18	1,12	1,24	0,92	0,24	0,19	0,009	–
Ағаш көмірі	–	–	–	–	1,56	0,82	–	–	–	0,03	–	94,0

Теориялық зерттеулер негізінде бір жағынан темір тотықтарының көміртегімен әрекеттесу механизмінің ерекшелігі, ал екіншіден жағынан қыздырған кезде олардың жұмсара басталу температурасының әртүрлілігі анықталды.

Әдістемелік жоспарда, теміркені концентраттарының химиялық құрамы бойынша, темір мен қоспа металдардың толық тотықсыздануын және шойын алу мақсатында металл балқымасының көміртегімен көміртектенуін ескердік. Концентраттың бірлік массасына ағаш көмірдің тотықсыздандырғыш реагент ретінде стехиометриялық шығынын есептеу міндеті қойылған.

2.2 Зертханалық зерттеулер жүргізу үшін пайдаланылаған құралдан мен технологиялық жабдықтар

Зертханалық зерттеулер жүргізу барысында пайдаланылған лабораториялық қондырғылар мен жабдықтар. Зертханалық қондырғылар мен өлшеу құралдары пайдаланылды және зертханалық қондырғылар мен аппараттар кешені 6 суретте көрсетілген.

Ұсақталған материалдарды алу мақсатында лабораториялық электрдірілді ұсақтағыш құралын пайдаланылды және шихта компоненттері жеке-жеке $\sim 0,074$ мм фракциясына дейін ұсақталды.

Эксперимент барысында алынған сұр шойын диаметрі 30 мм болатын кварцты түтікшеден жасалған герметикалық тәжірибелік ұяшыққа енгізеді. Ұяшық 7 суретте көрсетілген «RHTC 80 – 230/15 Controller B410» құбырлы электрпешіне орнатылады және жүйе қыздырылған сайын, 700°C температурадан бастап қатты фазалы газ бөліне отырып редукция процесі бастайды. CO_2 және CO тұратын газ қоспасының шығуы газ талдағыш аппараттарында бақыланады және процесс бейтарап атмосферада жүргізілді.

Тәжірибелік зерттеулер кезінде шыққан газдарды өлшеу үшін арнайы газ талдағыш МЕСТ 25336-82 (ТУ 92-891.006-90 комплект КГА 1-1, 2004 ж.) сәйкес жәшік-қаптан, сіңіру түтіктерінен, теңестіру сауытынан, өлшеу бюреткасынан және үш каналды крандардан тұратын қондырғыны қолдандық. Бұл қондырғы газ қоспасында CO және CO_2 көлемдік мөлшерін анықтау мақсатында газдардың жалпы талдауы үшін арналған.



1.1



1.2



1.3



1.4

1.1 – шихта компоненттеріне арналған бункері; 1.2 – электрдірілді ұсатқыш; 1.3 – арастырғыш; 1.4 – табақшалы түйіршіктегіш

4 сурет – Шихта жасауға арналған лабораториялық қондырғылар мен жабдықтар



5 сурет – «RHTC 80 – 230/15 Controller B410» құбырлы электр пеші

2.3 Теміркені концентраттарынан редукциялық балқытумен тікелей шойын түйіршіктері алу әдістемесі

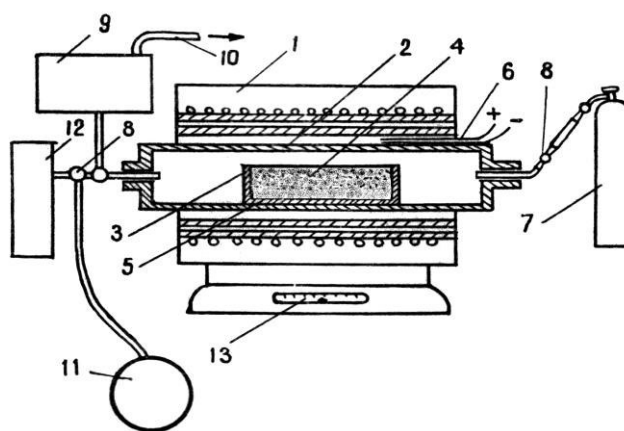
6 кестеде көрсетілгендей, концентраттардың құрамындағы фосфордың мөлшері нормаға сай. Ал Соколов-Сарыбай (ССГПО) теміркенді концентратының құрамында күкірттің мөлшері өте көп. Оны азайту мақсатында концентратты күйдіру процесіне жіберілді және күйдіру процесіннен кейін алынған концентратта күкірттің мөлшері 0,015 %-ға дейін төмендеді [27-28].

Кесте 6 – Күйдірілген концентраттың құрамы

Шихта компонент- терінің атауы	Химиялық құрамы, %										
	Fe	FeO	MnO	V ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	S	P
ССТКБ концентраты	67,03	1,8	0,17	0,022	3,35	0,90	0,95	0,88	0,24	0,015	0,009

Зертханалық тәжірибелерді жүргізу кезінде кварцты тәжірибелік түтікше, «RHTC 80 – 230/15 Controller B410» құбырлы электр пеші, электронды таразы, ұнтақтағышты, және газ талдауыш аппараттарды қолдандық.

Шойын алуға есептелінген майда шихта компоненттері араластырылып, гранулятордың көмегімен милас қосу арқылы жентек алынады және алынған жентекті ары қарай балқыту пешінде арнайы отқа төзімді қондырғыда балқытылады. Тәжірибенің барысында редукциялық процестер толығымен жүріп, соның негізінде 1300 – 1400 °С шамасында шойын және шлак балқытылып алынды. Осы жүргізілген тәжірибенің әдістемесі 6 суретте көрсетілген.



1 – кедергі электр пеші; 2 – реакциялық түтікше; 3 – шихта тиеу науасы; 4 – ұсақ дисперсті материалдардың редукционермен қоспасы; 5 – реакциялық тигель; 6 – термопара; 7 – аргон баллоны; 8 – үш тармақты бағыттағыш; 9 – газ есептеуіш; 10 – газ тасталынуы; 11 – газ камерасы; 12 – газ талдағыш; 13 – температура өлшеу құралы

6 сурет – Металдандыру құрылғысы

Қондырғыны пештен шығарып, пайда болған шлакты бөліп алыдық. Ал қалған таза шойынды арнайы дайындалған құбыр арқылы өткізіп, шойын гранулаларын алдық. Алынған шойын қорытпасының 2-3 мм гранулалары төменде 7 – суретте көрсетілген. Ал оның химиялық құрамы 7 кестеде берілген.



7 сурет – Алынған шойын грануласы

Кесте 7 – Шойын қорытпасының гранулаларының химиялық құрамы

Өнімдердің атауы	Химиялық құрамы, %					
	C	Mn	Si	V	S	P
№1 үлгі	4,15	0,17	0,53	0,020	0,035	0,010
№2 үлгі	4,20	0,16	0,56	0,021	0,038	0,015
№3 үлгі	4,40	2,12	0,67	–	0,025	0,040

Органикалық қалдықтардан ағаш көмірін алудың бастапқы шикізаты ауыл шаруашылығының қалдықтары болып табылады. Мысалы, сабан, ағаш үгінділері, мақта сабақтары.

Бастапқы органикалық қалдықтар алдымен құрғатылып, соңынан ұсақталды және ұсақталған материалдар кварцты түтікшенің диаметріне сәйкес дайындалып бөлек-бөлек престеледі. Престелген үлгілер электронды таразыда өлшеніп, герметикаланған кварцты түтікшеге салынады және құбырлы электрпешке енгізілді. Температура 400 °C-қа жеткен кезде, алдымен H₂O және CO₂ тұратын газдың бөлінгені байқалды. Содан кейін температура 500 °C болғанда газ құрамы өзгеріп, одан жанатын CH₄, H₂ газдары шығады.

Газ бөлінуі аяқталған соң, кварцты түтікше суытылып, одан алынған көмір үлгілерінің салмағы электронды таразыда өлшеді. Алынған өнім химиялық талдауға жіберілді. Алынған тотықсыздандырғыш реагент (ағаш көмірі) 8 суретте көрсетілген.



Сурет 8 – Алынған ағаш көмірің үлгісі

Тәжірибе жүзінде алынған тотықсыздандырғыш реагенттің (ағаш көмірі) құрамы 8 кестеде көрсетілген.

Кесте 8 – Ағаш көмірінің орташа құрамы

Өнімдердің атауы	Тәжірибе нөмері					
	1	2	3	4	5	6
Көміртегі (C), %	96,1	97,6	97,6	95,1	95,6	96,0
Күл (C), %	3,9	3,4	3,4	4,9	4,4	4,0

Алынған нәтежиелерге сүйене отыра, алынған тотықсыздандырғыш реагент (ағаш көмірі) жоғары сапада екендігі және металлургиялық процесстерде редукциялаушы реагент ретінде қолдануға болатындығы орнатылды.

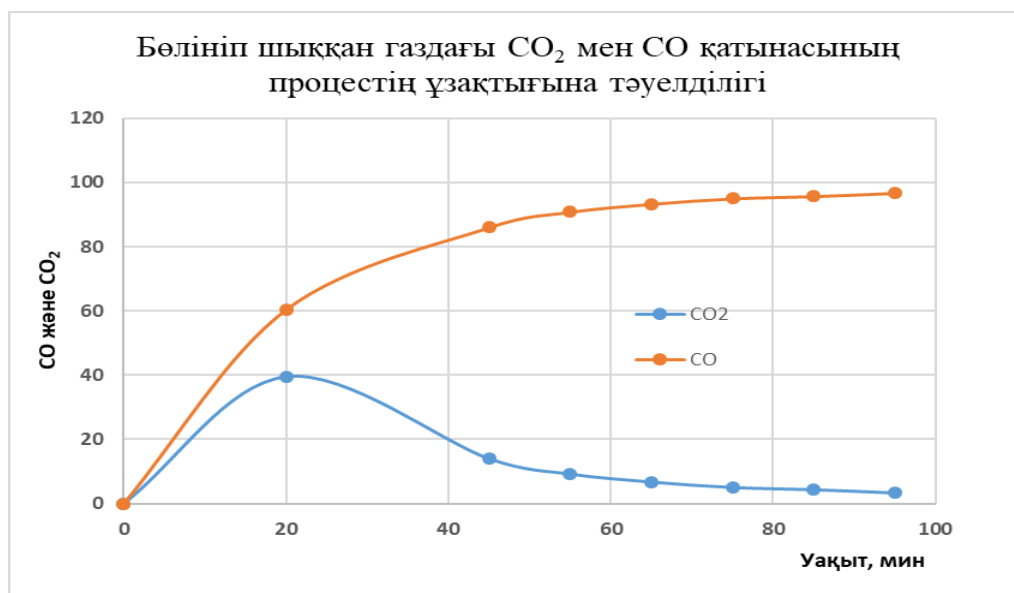
2.4 Гетерогенді фазаны редукциялау процесінің негізінде қатты фазада шойын алу механизмі

Шойындағы көміртегі мен темір тотықтарының арасында қаттыфазалы әрекеттесу механизмі, шойын пластиналары мен жабылатын өзгерісін тіркеумен бағаланады. Масса айырмашылығы бойынша жұмсалған ағаш көміртегі мөлшері мен тотықсызданған металдар бойынша анықтайды. Тотықты ұнтақтардан металдардың қатты фазалы тотықсыздануының анықтаушы компоненті шойында көміртегі болады және тотықсыздандыру процесінің дәрежесі мен жылдамдығы CO және CO₂ газдарының түзілуімен бағаланады. Сонымен, темір кені мен ағаш көмірінің арасында әрекеттесу процесінің көрсеткіштері мен экспериментті жүргізу уақыты үздіксіз тіркелді (кесте - 9).

Кесте 9 – Темір кені мен ағаш көмірі арасында редукциялау кезіндегі эксперименттің нәтижелері

τ , <i>мин</i>	T, K	$V_{\text{газ}},$ дм^3	Газдың құрамы, %		$\Delta O_{(\text{CO})},$ гр	$\Delta O_{(\text{CO}_2)},$ гр	$\Delta O_i,$ Гр	$\Delta O,$ гр	R	$W_B \cdot 10^{-3},$ мин^{-1}
			CO	CO ₂						
0	1473	Газ бөлінуінің басталуы								
20	1423	1,54	60,4	39,6	0,1855	0,2432	0,4287	1,422	0,1751	13,20
45	1423	8,92	86	14,0	0,3378	0,111	0,4478	7,95	0,984	13,88
55	1423	9,13	90,8	9,2	0,1362	0,0276	0,1638	8,114	1,0042	5,050
65	1423	9,25	93,3	6,7	0,08	0,0115	0,0915	8,205	1,0155	2,83
75	1423	9,34	95	5,0	0,0611	0,0064	0,0675	8,273	1,0239	2,10
85	1423	9,46	95,7	4,3	0,082	0,0074	0,0894	8,362	1,035	2,22
95	1423	9,58	96,7	3,3	0,0829	0,0057	0,0886	8,451	1,0459	2,18

Эксперименттік зерттеулер үлкен дәрежеде табиғатпен және гранулометриялық компоненттердің қоспасының шихта құрамы пайдаланылатын. Жоғарыда көрсетілгендей, темір кені мен ағаш көмірі, олардың нақты материалдық қосылыстарынан басқа, бастапқыда 0,074 мм-ден аз фракция мөлшеріне дейін ұсақталды. Тотыққан тотықты материалдар мен ыстық газ ағыны қолданылатын ерітінділерді балқыту арқылы жаппай өндіруде кезінде металдандыру ұзақтығы 1,5-2 сағат аралығында болатыны белгілі. 8-20 мм өлшемді бөлшектер немесе өнеркәсіптік түйіршіктер үлкен диффузиялық қарсылықты тудырады және тотыңтар мен газдар арасындағы барлық реакциялар топохимиялық тізбекте іс жүзінде жүреді. Мұндай жағдайларда тотықтардың қатты көміртеппен тікелей әрекеттесуін жүзеге асыру туралы айту мүмкін емес. Шихта компоненттерін ультрадисперсті күйіне дейін ұсақтау диффузиялық кедергіні толығымен жояды. Бірақ, ол үлкен газ-динамикалық (аэродинамикалық) қарсылықты тудырады. Онда қабатты ыстық редукциялық газбен үрлеу іс жүзінде мүмкін емес. Мұнда, ұтымды шешім тек бос орынды қажет етпейтін қатты көміртекті қолдану арқылы қабылдануы мүмкін. Дәл осы жолмен эксперименттік зерттеулердің барлық оң нәтижелері алынды.



Сурет 11 – CO_2 және CO -нің шыққан газдағы мөлшерінің процестің ұзақтығына тәуелділігі

ҚОРЫТЫНДЫ

- Редукциялық балқытудың қолданылуымен домнадан тыс шойын алудың заманауи тәсілдерінің талдауы жүргізілді. Ғылыми деректердің негізінде домнада және редукциялық балқытудың салыстырмалы талдауы жүргізілді.

- Редукциялау процесінің диссоциациялық-адсорбциялық гетерогенді фаза теориясының негізінде металл тотықтарының қатты фазада тотықсыздану механизмі зерттелді.

- 1150 °С температура аралығында қаттыфазалы тотықсыздандыру процесі арқылы темір кендерінен шойын алу әдістемесі құрастырылды.

- Тәжірибе нәтижесінде бөлініп шыққан газдағы CO_2 мен CO қатынасының процестің ұзақтығына тәуелділік графигі тұрғызылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕРДІҢ ТІЗІМІ

- 1 Поволоцкий Д.Я., Строганов А.И., Малиновский Е.М. Перспективы развития конвертерного производства стали на Ю.Урале. Челябинск: кн. изд – во , 1962.-63 с.
- 2 Байков А.А. Восстановление и окисление металлов/ /Металлург. 1926. С.5 – 24.
- 3 Чуфаров Г.И., Татиевская Е.А. Адсорбционно – каталическая теория восстановления оксидов металлов//Проблемы металлургии. М.: АН СССР, 1953.- С.15 – 32.
- 4 Ростовцев С.Т. Основы кинетики и восстановления железных руд/ / Металлургия чугуна: Труды ДМеТИ. М.: Металлургиздат, 1952.Вып.29. С.52.
- 5 Edstrom I.O., Bitsianes G. Solid State Diffusion in the Reduction of Magnetite//J.Metals. 1955. V.7, N 2 03. -P.760 – 765.
- 6 Bogdandy L., Riecke G. Uber die Geschwindigkeit der Reduction Von Eisenoxyd and Wasserstoff // Archiv fur das Eisenhüttenwesen.1958. N 29. -P.603 – 606.
- 7 Чуфаров Г.И., Татиевская Е.П. Механизм и кинетика восстановления металлов/ / Физико – химические основы доменного производства и современная практика производства чугуна. Свердловск: Металлургиздат, 1956.- С.21 – 64.
- 8 Любан А.К. Кинетика и механизм восстановления железа углеродом//Сталь. 1947.- №2. -163 с.
- 9 Гельд П.В. Роль газовой фазы при восстановлении окислов твердым углеродом//Химия и технология редких элементов: Тр. ин – та химии УФАН СССР. Свердловск, 1957. Вып.8. -С.8 – 14.
- 10 Batter R. Carbon suboxide. Advon. Mass – Spectrometry: Proc. Conf., 2na. Oxford, 1961. V.2. -P.540 – 544.
- 11 Симонов В.К., Ростовцев С. Т. Некоторые вопросы кинетики и механизма восстановления окиси железа углеродом//Изв. вузов. Черная металлургия. 1960. №4. -С.5 – 18.
- 12 Есин О.А., Гельд П.В. Физическая химия пирометаллургических процессов. Ч.1. Свердловск: Металлургиздат, 1962.- 671 с.
- 13 Ростовцев С.Т. Теория металлургических процессов М., Металлургиздат, 1956. -515 с.
- 14 Рыжонков Д.И. Механизм и кинетика взаимодействия оксидов железа с углеродом//Кинетические закономерности восстановления окисных систем: Тр.МИСиС. М.: Металлургия, 1980.- С.4 – 10.
- 15 Шкодин К.К. Диффузия газов в пористых телах: Тр.ЛПИ, Ленинград: Изд. ЛПИ, 1964. Вып. 225. -С.33 – 54.

16 Милютин В.Н., Ростовцев С.Т. Кинетика восстановления отфлюсованных железорудных окатышей окисью углерода и смесями типа доменного газа/ Изд. Вузов. Черная металлургия. 1966. №1.- С.10.

17 Похвиснев А.Н., Абдельрасуль Саед Мухамед/ Там же. 1963. №3. -С.34 – 39.

18 Turkdogan E.T., Vinters I.V. Gaseous reduction of iron oxides, Part 1. Reduction of hematite in hydr.//Met. Tr. 1971. V.2, N 11.

19 Olsson R.G., Mc Kewan W.M. Diffusion of $H_2 - H_2O$ through porous iron formed by the reduction of iron oxides//Met. Trans. 1970. V.1, N 6. -P.1507 – 1512.

20 Юсфин Ю.С., Даньшин В.В. Теория металлизации железорудного сырья. М.: Металлургия, 1982.- 256 с.

21 Bradshaw A.V., Matyas A.G. Structural changes and kinetics in the gaseous reduction of hematite // Met. Trans. 1976. V.7, №1. -P.81 – 87.

26 Шкодин К.К., Манчинский В.Г. Роль отдельных звеньев в кинетике восстановительных процессов // Механизм и кинетика восстановления металлов. М.: Наука, 1970.- С.81 – 90.

27 Маженов М.А., Рыжонков Д.И., Князев В.Ф., Филиппов С.И. Кинетические особенности восстановления железорудных окатышей водородом и метаном // Изв. вузов. Черная металлургия, 1965. №7.- 11 с.

28 Рыжонков Д.И. Исследование кинетики восстановления окислов железа газовыми восстановителями. Сообщение 2 // Изв. вузов. Черная металлургия, 1970. №1.- С 9 – 12.

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: Арсыбаева Меруерт Нысанбекқызы

Название: Шойын алу процесін зерттеу

Координатор: Гүлзада Қойшина

Коэффициент подобия 1: 5.6

Коэффициент подобия 2: 3.4

Замена букв: 14

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:

.....

08.06.2021 ж

Дата

Гүлзада Қойшина Г.М.

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: Арсыбаева Меруерт Нысанбекқызы

Название: Шойын алу процесін зерттеу

Координатор: Гүлзада Қойшина

Коэффициент подобия 1:5.6

Коэффициент подобия 2:3.4

Замена букв:14

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:

Дипломная работа Арсыбаевой М.Н. явл-ся самостоятельной работой. Заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допуск к защите

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

.....
.....

Дата

8-06-2021г.

Зав. каф. Мисси

Берменшвили М.Б.

Подпись заведующего кафедрой /



начальника структурного подразделения