

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен-металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Байұзақов Данияр Сексенбайұлы

«Металданған жентектерді алу процесін зерттеу»

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Мамандығы: 5В070900 – Metallургия

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

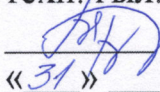
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен-металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова

« 31 » 05 2022 ж.

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Металданған жентектерді алу процесін зерттеу»

Мамандығы: 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Д.С. Байұзақов

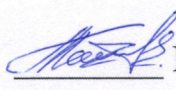
Рецензент

ҒӨА «Технопарк-Темиртау»,
ғылыми қызметкері, PhD докторы

 М.Б. Құрмансейтов
« 31 » 05 2022 ж.

Ғылыми жетекші

PhD докторы, сениор-лектор

 Е.Б. Тажиев
« 30 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен-металлургия институты

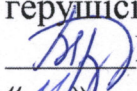
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН

МЖПҚБ кафедра мең-

герушісі, техн. ғыл. канд.,

 М.Б. Барменшинова

«» 01 2022 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Байұзақов Данияр Сексенбайұлы

Тақырыбы: «Металданған әсентектерді алу процесін зерттеу»

Университет Ректорының 2021 жылғы «24» желтоқсан № 489-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «23» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: темір кендерінің бастапқы құрамы, көмір-кенді шихтаның құрамы, металданған өнімнің құрамы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) тәжірибелік зерттеулер;

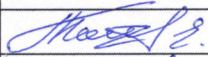
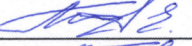
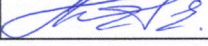
в) есептеулер;

г) қорытынды.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): Металдың редукция дәрежесі кезінде газдың редукциялық қабілетін (η_{CO}) пайдалану дәрежесіне температураның әсерінің графигі, H_2 қатысуымен және қатысуынсыз металды тотықсыздандыру кезінде газды пайдалану дәрежесін салыстыру графигі

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	07.02.2022 ж.	
Әдеби шолу	14.03.2022 ж.	
Тәжірибелік зерттеу бөлімі	04.04.2022 ж.	
Металлургиялық есептеулер	23.04.2022 ж.	
Қорытынды	16.05.2022 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Е.Б. Тәжиев PhD докторы, Сениор-лектор	30.05.2022	
Норма бақылау	С.К. Джуманкулова PhD докторы	30.05.2022	

Ғылыми жетекші



Е.Б. Тәжиев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Д.С. Байұзақов

Күні

«03» 02 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс әдеби шолудан, теориялық зерттеуден, эксперименттік зерттеуден және қорытындыдан тұрады. Әдебиеттер тізімінде 10 атау бар.

Зерттеу нысандары: құрамында темір бар кендер.

Жұмыстың мақсаты - металданған жентектерді алу процесін зерттеу.

Дипломдық жұмыста ұсақ темір кені концентраттарын өңдеу және металданған жентектерді алу процесі зерттелген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из литературного обзора, теоретического исследования, экспериментального исследования и заключения. Список литературы содержит 10 наименований.

Объекты исследования: железосодержащие руды.

Цель работы – исследование процесса получения металлизированных окатышей.

В дипломной работе исследована процесс переработки мелких железорудных концентратов и получение металлизированных окатышей.

ANNOTATION

The thesis consists of a literary review, a theoretical study, an experimental study and a conclusion. The list of references contains 10 titles.

Objects of research: iron-containing ores.

The purpose of the work is to study the process of obtaining metallized pellets.

In the thesis, the process of processing small iron ore concentrates and obtaining metallized pellets is investigated.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Металдандырылған өнімдерді алудың проблемаларына шолу	11
2 Әдістемелік зерттеулер	16
2.1 Тәжірибелік зерттеу бөлімі	21
3 Эксперименттік зерттеулер	23
3.1 Эксперименттік зерттеулерде қолданылатын шихта материалдарының сипаттамасы	23
3.2 Шихтаны эксперименттік жұмыстарға дайындау барысы	24
3.3 Шихта негізінде металдандырылған өнімдерді алу процестерін эксперименттік зерттеу	26
3.4 Концентраттарды және құрамында темір бар өнеркәсіптік қалдықтарды металдандыру	27
3.5 Дисперсті материалдарды түйіршіктеу бойынша қондырғының жұмысын апробациялау, түйіршіктелген материалдың сапалық көрсеткіштерін анықтау	28
3.6 Түйіршіктелген материалды металдандыру, металдандырылған түйіршіктердің металлургиялық сипаттамаларын анықтау	29
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	35

КІРІСПЕ

Жер қыртысынан металдарды алу шарттары, ең алдымен, экономикалық орындылық заңына бағынады. Осы Заңға сәйкес ғылым мен технологияның жер қыртысынан белгілі бір металды алуға әсері әр түрлі жолмен құрылады. Сонымен қатар, металдардың адам мен қоғамның экономикалық қызметіндегі қасиеттері мен сұранысы, сондай-ақ олардың кен орындарының қорлары маңызды емес. Металдардың біркелкі емес сандық таралуына және олардың жер қыртысындағы қосылыстарына қарамастан, жергілікті концентрация және химиялық қосылыстардың жынысы көбінесе олардың массалық үлестеріне байланысты.

Металдардың табиғи химиялық қосылыстары жер қыртысында заттың сандық таралуының осы тәртібіне тікелей байланысты және олардың арасындағы химиялық жақындыққа байланысты қалыптасады. Сондықтан табиғаттағы металдардың көпшілігі оксидті қосылыстар түрінде болады (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO_2 , Cr_2O_3 , V_2O_5 , TiO_2 және т.б.)

Табиғи қосылыстардан металдар алуға арналған ғылым және технологиялық процестерді ұйымдастыру металлургия болып табылады. Құрамында металл бар қосылыстар ең шоғырланған түрде жер қыртысында орналасқан, әрі қарай өңдеу, Ең алдымен, металлургиялық шикізатты өндіру және дайындау болып табылады. Шикізатты дайындау кезінде шикізатты металлургиялық өңдеуге дайындау және металлургиялық процесті одан әрі жүзеге асыру кезінде біз қатты дененің құрамы мен қасиеттерінің өзгеруімен айналысамыз. Дене көлеміндегі элементтердің өзгеруі мен таралуының мінез-құлқы мен сипаты әртүрлі және оларды арнайы зерттеулер мен талдаулар арқылы анықтауға болады.

Шикізаттан металдарды алу процесі бірқатар күрделі физика-химиялық қайта құрулар, сұйық өнімдер - металл және шлак қалыптастыру арқылы жүреді. Металл құрамының түпкілікті қалыптасуы сұйық фазалық жүйеде жоғары температурада шлакпен тікелей байланыста және олардың интерфейс арқылы масса алмасу жағдайында жүреді. Металл балқымасының соңғы құрамын қалыптастыру болашақта құрылымдық металл өнімдерінің техникалық қасиеттері мен механикалық сипаттамаларын анықтайды. Шихтаны дайындау, құрастыру және металлургиялық өңдеу кезеңінде болатын физика-химиялық процестердің заңдылықтарын білу шихта компоненттерінің арақатынасын таңдауға, металдың берілген құрамы мен қасиеттерін алуды қамтамасыз ететін технологиялық режим параметрлерін реттеуге мүмкіндік береді. Алайда, шикі материалдардың басым көпшілігі негізгі металлургиялық процестерге дейін алдын-ала өңдеуді қажет етеді. Бастапқы және дайындалған материалдарды өңдеу табиғаты олардың химиялық құрамына және қатты дене массасының көлемінде компоненттердің таралуына байланысты. Осы сипаттамаға байланысты зерттеу объектісін екі топқа бөлуге болады. Дененің бүкіл көлеміндегі біртекті құрамдағы материалдар біртекті жүйені құрайды. Екінші топқа гетерогенді құрамы бар

материалдар, көлемнің әртүрлі бөліктерінде әртүрлі қасиеттері бар құрылымдық компоненттер кіреді. Мұндай материалдардан тұратын жүйе гетерогенді жүйені құрайды. Қатты табиғи ресурстар, әдетте, бір немесе бірнеше химиялық қосылыстардан тұратын үлкен молекулалар деп түсінілетін минералдардан тұратын" тау жыныстары " деп аталады. Мысалы, металл оксидтері (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO , MnO_2 , MnO , Cr_2O_3 , V_2O_5), оксидтердің қосылыстары (Fe_2SiO_4 , FeSiO_3 , Ca_2SiO_4 , CaCO_3 , BaSO_4) және т. б. Минералды түзілімдер шикізат ресурстарының сипаты мен мақсатын, оларды өңдеудің тиісті әдісін таңдауды анықтайды. Жер қойнауынан өндірілген минералды ресурстардың практикалық құндылығы алынатын металдың табиғаты мен концентрациясымен анықталады.

Алынатын металдың табиғаты мен құндылығына байланысты пайдалы қазбалардың категориясы анықталады. Тау жыныстарының құрамындағы минералдың басым бөлігі шикі материалдардың атауын анықтайды. Мысалы, темір кені материалдары немесе жалпы құрамында металл бар кендер мына категорияларға бөлінуі мүмкін:

а) тотыққан кендер (гематитті, магнетитті, пиролюзитті хромитті және т.б)

б) құрамында темір оксидтерінен (магнетиттен, гематиттен) басқа, MnO , Cr_2O_3 немесе V_2O_5 қиын азайтылатын металл оксидтерінің едәуір концентрациясы болатын күрделі темір кені шикізаты. Бұл металл оксидтері қалпына келтіру кезінде легирленген металдарға айналады. Алайда, дәстүрлі технология бойынша домендік процесс-оттегі-конвертерлік процесс. Олар металл күйіне толықтай қалпына келтіріліп, шойынның құрамына енеді. Шойынды болатқа оттегі түрлендіргіш балқыту кезінде олардың барлығы көміртекпен параллель тотығады және конвертер қожының құрамына енеді. Конвертер шлактары негізінен қоқыстарға тасталғандықтан, бұл өте пайдалы металдар іс жүзінде жоғалады.

Сондықтан металдарды көміртегімен тікелей қалпына келтіру әдісімен күрделі темір кені шикізатын қалпына келтіру шойын өндіру мен өңдеудің қамытын айналып өтіп, легирленген болат алуға мүмкіндік береді.

Нақты жұмыс металдарды тікелей қалпына келтіру процесін зерттеуге және Качканар КБК кешенді концентратынан металл түйіршіктерін алуға арналған.

1 Металдандырылған өнімдерді алудың проблемаларына шолу

XIX ғасырдың ортасына қарай қара металлургияда темірді алу үшін қос қайта өңдеу деп аталатын процесс тіркелді: кеннен-шойын, шойыннан-темір. Үлкен доменді пештер конверторлер мартенді пештер өндірістің талаптарын іске асырды [1]. Бірақ бұл уақытта Европа мен Америкадағы мамандар Домна процесінен айналып өтіп тікелей темірді кеннен қалпына келтіру әдістерін зерттеумен болды. Шойынды доменді пеште және шойыннан темірді мартен пешінде алу алу бензин мен электроэнергияның шығынын екі есе арттырады және сол процесте іске асатын агрегат механизм құрал мен жұмысшылардың санын көбейтеді [2]. Сондықтан ғалымдар темірді тікелей кеннен алған ежелгі шеберлердің әдісіне жүгінді, оны кішкене пештерде-тауларда немесе шұңқырларда көмірмен қалпына келтірді. Темірдің тікелей қалпына келуінің үлкен артықшылығы-оның жоғары үнемділігімен қатар [3], бұл процесс Темірдің күкіртпен және кокстегі басқа да жағымсыз элементтермен "бітелуіне" жол бермейді. Барлық қиындық ежелгі әдісті жаңа, өнеркәсіптік, жоғары өнімді негізде жандандыру болды [4].

Темірді тікелей қалпына келтіретін алғашқы өнеркәсіптік қондырғы 1911 жылы Швецияда іске қосылды [5]. Оның авторлары ежелгі әдісті толығымен көшірді: олар темірді кеннен саз балшықтағы ұсақ қиыршық көмірдің көмегімен қалпына келтірді. Тек пешке бірден 3500 тигель тиелген. Содан кейін әр түрлі елдерде басқа қондырғылар пайда болды, көбінесе тотықсыздандырғыш көмір емес, металдың үлкен химиялық тазалығын қамтамасыз ететін сутегі болды. 1975 ж. тікелей қалпына келтіру тәсілімен бүкіл әлемде 29 млн. т болат алынды [6].

Темірді тікелей алу процесі агрегаттық орындау бойынша да, тотықсыздандырғыш реагентті таңдау бойынша да дамыды. Домна пешінің алғашқы балама нұсқаларының бірі-Швецияның виберг процесі болды, ол газды тотықсыздандырғыштар мен жартылай көмірді қолдана отырып, шахта пешінде жүзеге асырылды [7].

Сұйық фазалық қалпына келтіру процестерінің арасында РОМЕЛТ процесі ерекшеленеді [8]. Құрамында темір бар материалдарды өңдеу кезінде агрегатты түрлі режимдерде пайдалануда үлкен тәжірибе жинақталған. Бұл процесте көміртекті пайдалану тиімділігінің жоғарылауы. Процестің өнімділігі жылына 300-400 мың тонна, бұл осы процесті шағын өндіріс жағдайында пайдалануға мүмкіндік береді. Сұйық фазалық қалпына келтіру қондырғысы қатты фазалық қалпына келтіру қондырғысына қарағанда ықшам. Бұл процестің кемшіліктері домендік процеспен салыстырғанда жылу тиімділігінің төмендеуін қамтуы керек. Және қалпына келтіру жылдамдығы төмен.

Қатты фазалық қалпына келтіру процестерінің ішінде Арто және Мидрекс процесін ерекше атап өткен жөн. Ол Оскөл электрометаллургиялық комбинатында жүзеге асырылды. Онда алынған МИДРЕКС түйіршіктерінің негізінде болаттар әлемдік стандарттарға сәйкес балқытылады. Бұл процестің

артықшылығы-жентектердің күкірт, фосфор арқылы тазалығының жоғарылауы және түйіршіктердегі көміртегі мөлшерінің төмендеуі [9].

МИДРЕКС қондырғысы процесс екі аймақтық шахталық пештен, табиғи газды CO_4 көмірқышқыл газымен конверсиялауға арналған реформерден тұрады. Көміртек диоксидін қайтарма газдан алады. Шахта пешінде жентектер реформермен алынған газбен қалпына келтіріледі. Шекемтас қабатынан өтетін Газ олардың құрамындағы темір оксидтерін қалпына келтіреді, содан кейін тазарту және салқындату үшін скубберге жіберіледі. Қондырғының өнімділігі жылына 4300 мың т. Шахта пешінің көлемі 300 м³. Қалпына келтіру циклі 8-12 сағатты алады. Қалпына келтірілген жентектер пештің төменгі конустық бөлігіне түсіріліп, сол жерден инертті атмосферада сақтау үшін түсіріледі.

Аралас процестердің ішінде КОРЕКС процесін бөліп көрсету керек. Ол қатты фазалық және сұйық фазалық қалпына келтіруді біріктіреді. Ол қалпына келтіру және балқыту сатылары үшін бөлек реакторларды пайдаланады. Қондырғылардың өнімділігі жылына 700 мың тоннаға жетеді. Алдын ала жоғары қалпына келтірудің бірінші кезеңінің болуына байланысты бұл процесс домна пешіне қарағанда отын шығыны жоғары. Осы және басқа аралас процестердің артықшылығы-шығатын газдың жылуын ұтымды пайдалану және тотықсыздандырғышты қолданудың жоғары деңгейі [10].

Төменде жентектерді, металдандыру пештерін және өндіріс технологиясын өндіруге арналған пештердің негізгі сипаттамалары көрсетіледі.

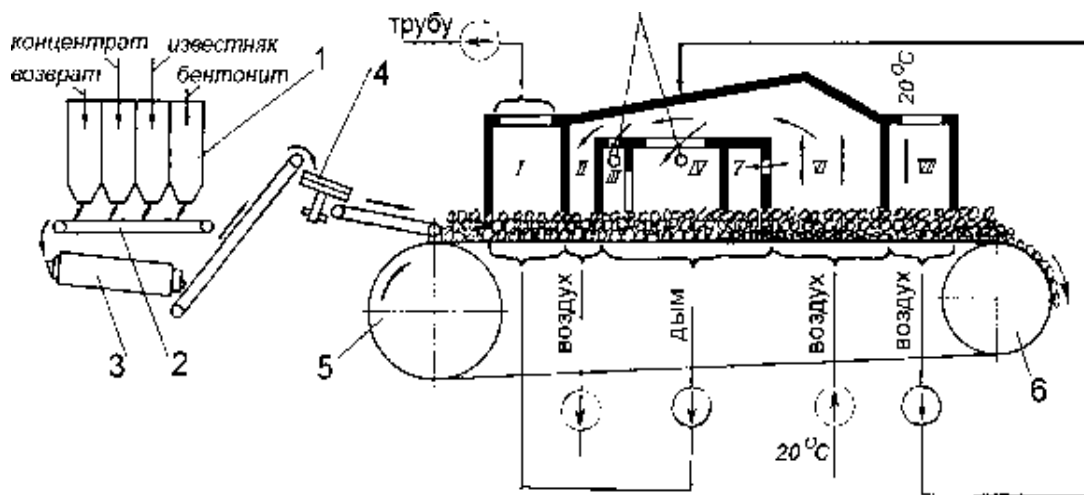
Жентектерді өндіруге арналған күйдіру пеші

Жентектер-бұл диаметрі 10-20 мм түйіршіктер (кесектер, шарлар) түрінде алынатын темір кені концентраттарын күйдіру өнімі. Жентектерді өндіру процесі кесектеу процесі болып табылады және екі сатыдан тұрады: 1) шикі (дымқыл) жентектерді алу; 2) ескі жентектерді беріктендіру (кептіру және күйдіру). Әдетте, бүкіл екі сатылы процесс түйіршіктеу деп аталады. Түйіршіктеудің екінші кезеңі агломерация процесіне біршама ұқсас. Бірақ агломерациядан айырмашылығы, ол заряд қабатынан тыс энергия беру кезінде және қабаттың төмен температурасында өтеді. Түйіршіктеу кезінде агломерация кезінде қиын болған концентраттардың өте жұқа фракцияларын (0,07 мм-ден аз) біріктіруге болады. Түйіршіктеудің артықшылықтарына тау-кен байыту комбинатынан тасымалдау кезінде жойылмайтын жентектердің жоғары беріктігін де жатқызу керек. Екінші жағынан, агломератты кесектеуге қарағанда кеңірек түсіну керек, өйткені агломерация кезінде күкірт пен мышьяк ішінара алынып тасталады, карбонаттар ыдырайды және кеуекті офлювиалды материал алынады. Жалпы, жылу техникалық тұрғыдан агломерация және түйіршіктеу технологиялары мінсіз десек болады. Жентектерді күйдіру шахталық пештерде, конвейерлік үлгідегі машиналарда және әртүрлі конструкциялардың құрама қондырғыларында жүзеге асырылады. Ең аз таралған шахта пештері, олар құрылыста арзан болса да, қозғалмалы механикалық түйіндері жоқ, құрылымы қарапайым және отын шығыны аз (15-25 кг/т/т түйіршіктер). Шахта пештерінің күшті жақтары

айтарлықтай кемшіліктермен қатар жүреді: түйіршіктерді күйдірудің температуралық режимінің нашар реттелуі, бұл оларды қайта балқытуға және кластерлерде дәнекерлеуге, сондай-ақ төмен өнімділікке әкеледі.

Конвейер түріндегі машиналарда күйдіру ең көп таралған. Бұл машиналарда жентектерді өндіру схемасы суретте көрсетілген. 2.7. Жұмыс принципі келесідей. Қайтару, концентрат, әктас және бентониттен тұратын Шихта (ұсақ дисперсті саз - байлам үшін) шихта конвейері арқылы және араластырғыш барабан ыдыс тәрізді грануляторға түседі, онда ол ылғалданады. Гранулятор-диаметрі 7.0 м болатын көлбеу диск, оның айналуы кезінде заряд біртіндеп түйіршіктерге, кесектерге айналады. Гранулятордан диаметрі 10-нан 20 мм-ге дейін болатын кесектер ғана түсіріледі. Әрі қарай, шикі кесектер конвейер машинасының қозғалмалы ко-лосник (күйдіру) таспасына (күйдіру пешіне) түседі. Шикі жентектер колосникті лентаға түпкі "төсек" қабатының үстіне және борттық "төсек" қабаттарының жанына қойылады. Төменгі "төсек" қалыңдығы 60-100 ММ. борттық "төсек" биіктігі 400-500 мм және қалыңдығы 60-100 ММ. мұның бәрі күйдіру ленталарын газ қыздырғыштарының жалынының жойқын әсерінен ішінара қорғауға мүмкіндік береді. Жентектерді қыздыру биіктігі 350-550 ММ қабатта жүзеге асырылады.

Күйдіру машинасында қатайту процесі екі негізгі кезеңді қамтиды: 300-600 °С температурада кептіру және 1200-1350 °С температурада тікелей күйдіру.



1 Сурет - Шекемтастарды өндіру схемасы

I, II-кептіру аймақтары; III-жылыту аймағы; IV-күйдіру аймағы; V-рекуперациялау аймағы; VI, VII - салқындату аймақтары; 1 - шихталы бункерлер; 2 - құрастырмалы транспортер; 3-араластырғыш барабан; 4-ыдыстық гранулятор; 5-күйдіру машинасының тиеу бөлігі; 6-түсіру бөлігі машиналар; 7-салқындату жанарғылары.

Агломерациядан айырмашылығы, таспаның жоғарғы жағы кептіру, жылыту, күйдіру, қалпына келтіру аймақтарына бөлуге сәйкес камералармен жабылған.

Қыздыру және күйдіру аймақтарында қыздыру горелкада отын жағудың және жану өнімдерінің жентектер арқылы сорудың арқасында жүреді. Қабаттан шығатын газдардың температурасы 225-450 °С құрайды.

Лентада жентектердің болуының жиынтық уақыты 30-40 минутты құрайды. Конвейер түріндегі машиналарда шекемтастарды алудың болжамды материалдық және жылу балансы 1 және 2-кестелерде келтірілген. Баланстар материалдар мен газ таситын ағындардың бастапқы және соңғы күйлеріне сәйкес жасалады. Жылу балансы құрамында күкірт мөлшері жоғары офлюстелген жентектерді күйдіру үшін жасалған.

1 Кесте - Жентектерді күйдірудің болжамды материалдық балансы

Келуі	1 кг жентекке	Шығын	1 кг жентекке
1. Шикі жентектер	1,048	1. Күйдірілген жентектер	<u>1,000</u>
2. Донная "постель"	0,325	2. Донная "постель"	<u>0,325</u>
Магнетиттің тотығуына кететін ауа (Fe ₃ O ₄)	0,130	3. Газ бөлінуі (H ₂ O, CO ₂ , N ₂)	<u>0,178</u>
4. Бортовая "постель"	0,094	4. Бортовая "постель"	<u>0,094</u>
Барлығы	1,597	Барлығы	<u>1,597</u>

2 Кесте - Күйдіру пешіндегі жентек қабатының шамамен алынған жылу балансы (1 кг күйген жентекке)

Кіріс	кДж	%	Шығын	кДж	%
1. Отын жануының химиялық энергиясы	1480	69,8	1. Кететін түтіннің физикалық жылуы	810	38,3
2. Магнетит тотығуының химиялық энергиясы	419	19,8	2. Потери теплоты в окружающую среду	356	16,8
3. Металл лентаның физикалық жылуы	122	5,8	3. Металл лентаның физикалық жылуы	349	16,5
4. Салқындату аймағына кіретін ауаның физикалық жылуы	73	3,5	4. Ылғалдың булану жылуы	248	11,7
5. Шикі жентектердің физикалық жылуы	18	0,8	5. Күйдірілген жентектердің физикалық жылуы	174	8,2
6. донный және бортовой постельдің физикалық жылуы	7	0,3	6. Химиялық энергия әктас диссоциациясына	105	4,9
Барлығы	2119	100,0	7. донный және бортовой постельдің физикалық жылуы	77	3,6
			Барлығы	2119	100,0

Күйдіру кезінде отын шығыны орта есеппен 25-35 кг у. т./т құрайды, бірақ күйдіру машинасының түріне, шихта құрамына, күйген шекемтастардағы күкірттің қажетті құрамына және күйдіру температурасына байланысты 60 кг у.т./Т дейін өсуі мүмкін.

Отын шығынын азайту үшін мыналарды ұсынуға болады:

1. ауаны жылыту үшін жентектердің физикалық жылуын пайдалану;
2. күйдіру машинасының аймақтары бойынша жылу алмасуды модельдеу негізінде шикіқұрамды қыздырудың температуралық режимдерін жетілдіру;
3. шикізатты ішінара қалпына келтіруді ұйымдастыру (жентектерді металдандыру).

2 Әдістемелік зерттеулер

Темір кені концентраты, сондай-ақ басқа да ұсақ шикізат, ең алдымен, химиялық құрамымен сипатталады. Негізгі элемент тотыққан темір болғандықтан, соңғысында бірнеше оксид формалары бар (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO), газдандырылған оттегінің мөлшері азайтылған металдардың тотығуына байланысты болады. Темірдің тотығуын жалпы темір концентрациясы болған кезде анықтауға болады. Егер шикізатта металл темір болмаса, онда жалпы темір екі Fe_2O_3 және FeO оксидтері арасында бөлінеді, өйткені $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ қоспасы болып табылады. Оның үш оксидінің темір массасының бірлігіне байланысты оттегінің мөлшері келесі мәнге ие:

$$\begin{aligned}\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-тен} \quad \text{O}_{\text{Fe}_2\text{O}_3} &= 0,4285 \text{ кг/кг Fe} \\ \text{Fe}_3\text{O}_4\text{-тен} \quad \text{O}_{\text{Fe}_3\text{O}_4} &= 0,3809 \text{ кг/кг Fe} \\ \text{FeO-тен} \quad \text{O}_{\text{FeO}} &= 0,2857 \text{ кг/кг Fe}\end{aligned}$$

Шикізатты химиялық талдауда әдетте тек екі Fe_2O_3 және FeO оксиді немесе Fe және FeO жалпы темір анықталады. Fe_2O_3 -тен алынған темір көп сатылы $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$ қалпына келтіріледі, ал FeO -дан алынған темір бір сатылы, яғни $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$. Қатты көміртекпен қалпына келтіру кезінде реакцияның барлық кезеңдері теріс жылу әсеріне және олардың әртүрлі сандық мәндеріне ие. Сонымен қатар, барлық реакциялар бір уақытта CO_2 және CO түзілуімен бірге жүреді. Реакцияның газ тәрізді өнімдеріндегі CO_2 концентрациясы оттегінің темірге атомдық қатынасының төмендеуі бағытында төмендейді, ал CO концентрациясы жоғарылайды. Алынған газдың мөлшері мен қатынасы, ең алдымен, газдалған оттегінің жалпы мөлшеріне және оның оксидтердің фазаларына таралуына байланысты. Газификацияланған оттегі металл оксидтерінің жалпы мөлшері екі әдіс болуы мүмкін.

Сериялық фазалық түрлендіру әдісі. Үш сатылы трансформация кезінде әр сатыдағы газдандырылған оттегінің мөлшері барлық үш сатыдағы газдандырылған оттегінің массасынан белгілі бір үлесті құрайды, яғни . 0,4285 бастап. Түрлендірудің 3 сатысындағы газдандырылған оттегінің массалық үлесі сәйкесінше болады:

1. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$; $\Delta\text{O}_1 = 0,111 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4285 \cdot \text{Fe}_{(\Gamma)}$, кг/кг конц.
2. $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO}$; $\Delta\text{O}_2 = 0,222 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4285 \cdot \text{Fe}_{(\Gamma)}$, кг/кг конц.
3. $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_{(\text{мет})}$ $\Delta\text{O}_3 = 0,667 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4285 \cdot \text{Fe}_{(\Gamma)}$, кг/кг конц

мұндағы $\text{Fe} (\Gamma)$ – гематит түріндегі шикікұрамдағы темірдің мөлшері, %

$$\text{Fe}_{(\Gamma)} = \text{Fe}_{(\text{общ})} - 0,777 \cdot \text{FeO}, \%$$

Трансформацияның 3 сатысына өрнек бойынша оттегінің мөлшері қосылады, ол шикізат құрамындағы темір оксидін қалпына келтіру кезінде газдандырылады. Содан кейін барлық оттегі 3 сатыда газдандырылады:

$$\Delta O_3 = 0,667 \cdot 0,4285 \cdot 10^{-2} \cdot Fe_{(Г)} + 0,286 \cdot 10^{-2} \cdot 0,777 \cdot FeO = 0,286 \cdot 10^{-2} \cdot (Fe_{(Г)} + 0,777 \cdot FeO), \text{ кг/кг конц}$$

Қалпына келтіру процесінде металдандырудың берілген дәрежесіне қол жеткізіледі, ол металл Темірдің металдандырылған өнімдегі (МП) орташаға қатынасы арқылы бағаланады:

$$\eta_{мет} = Fe_{мет} / Fe$$

мұндағы Fe-МП-дағы жалпы темір мөлшері, %
Бастапқы массадаң металдаңған темірдің мөлшері :

$$G_{Fe} = 0,01 \cdot \eta_{мет} \cdot Fe$$

Темірдің қалпына келтірілмеген мөлшері:

$$\Delta g_{Fe} = 0,01 \cdot Fe(1 - \eta_{мет})$$

МП-да ол FeO түрінде қалады, оған оттегінің белгілі бір қалдық мөлшері байланысты:

$$\Delta O'''_3 = 0,286 \cdot 10^{-2} Fe(1 - \eta_{мет}), \text{ кг/кг конц.}$$

Содан кейін, мұны ескере отырып, FeO-дан реакцияның 3 сатысында оттегі келесі мөлшерде газдандырылады:

$$\Delta O_3 = \Delta O''_3 - \Delta O'''_3, \text{ кг/кг конц}$$

Темірді қалпына келтіру кезінде барлық оттегі газдандырылады:

$$\Delta O'_{Fe} = \Delta O_1 + \Delta O_2 + \Delta O_3, \text{ кг/кг конц.}$$

Ілеспе металдар оксидтерінің оттегін газдандыру.

Темір кені шикізатындағы қоспалар болып табылатын басқа металдар да қалпына келтіріледі. Оксидтер түрінде болуы мүмкін Mn, V, Ni сияқты қоспалар жиі кездеседі.

Марганец біртіндеп қалпына келеді:



Жоғары марганец оксиді MnO_2 тұрақсыз. Тіпті төмен жылу кезінде ол $MnO_2 \rightarrow 2Mn_2O_3 + O_2$ ыдырайды, оксидтің төменгі сатысына ауысады. Бастапқы шикізаттағы марганецтің тотығуын бағалау үшін MnO -мен қатар MnO_2 концентрациясын көрсету керек. Бұл жағдайда m_n және MnO_2 концентрациясы темірге ұқсас марганецтің тотығуы қандай деген сұраққа нақты жауап береді. Металдарды қалпына келтіру кезінде оксидтердің өзгеру сатыларында оттегі газдандырылады, оның мөлшері металл бірлігіне келесі теориялық мәндермен көрсетіледі:

Марганец	0,1455	0,0485	0,0970	0,2908	$\Sigma=0,5818$
----------	--------	--------	--------	--------	-----------------

MnO_2 қосылысының тұрақты тұрақсыздығы және оның күйдірілген құрамдас бөліктерінің болмауы темірге ұқсас марганец оксидінен газдандырылған оттегінің мөлшерін m_n (жалпы) және MnO концентрациясы бойынша бағалау ұсынылады. Бұл жағдайда $MnO_2 \rightarrow 2Mn_2O_3 + O_2$, яғни реакция түрлендірудің бірінші сатысында орналасқан кезде газдандырылған оттегінің мөлшері заряд компонентіндегі MnO_2 нақты концентрациясы бойынша бөлек анықталуы мүмкін. Осыған байланысты марганецтің тотығуына MnO_2 болуын ескеретін түзету енгізу қажет, ол марганецтің жалпы массасындағы MnO_2 -ге байланысты марганецтің массалық үлесінің қатынасы, яғни максималды тотығу ретінде ұсынылуы мүмкін.

$$\Omega'_{mn} = 0,632 \cdot MnO_2 / Mn$$

Әрі қарай, марганецтің үш сатылы конверсиядағы тотығуы Темірдің тотығуына ұқсас бағаланады:

$$\Omega_{Mn} = (55/71) \cdot (MnO/Mn)$$

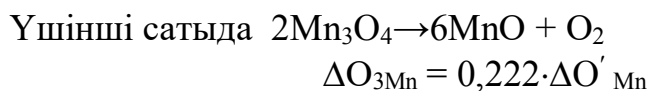
Марганец пен оның оксидтерінің массалық сипаттамалары кезеңдердегі газдалған оттегін анықтау үшін темірге өте жақын болғандықтан $Mn_2O_3 \rightarrow Mn_3O_4 \rightarrow MnO \rightarrow Mn$ Формулань марганецке қолданамыз:

$$\Delta O'_{Mn} = 10^{-2} \cdot Mn [0,1455(1 - \Omega_{Mn}) + 0,2908 \cdot \eta_{Mn}]$$

Марганецті қалпына келтіру кезінде газдандырылатын оттегінің мөлшері сатылар бойынша мынадай тәртіппен бөлінеді:

$$\begin{aligned} \text{Бірінші сатыда} \quad & 4MnO_2 \rightarrow 2Mn_2O_3 + O_2 \\ & \Delta O_{Mn} = 0,632 \cdot 10^{-2} \cdot \Omega_{Mn} \cdot Mn \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Екінші сатыда} \quad & 6Mn_2O_3 \rightarrow 4Mn_3O_4 + O_2 \\ & \Delta O_{2Mn} = 0,111 \cdot \Delta O'_{Mn} \end{aligned}$$



Марганец оксидтерінің оттегінің жалпы мөлшері

$$\Delta\text{O}_{\text{Mn}} = \Delta\text{O}_{1\text{Mn}} + \Delta\text{O}_{2\text{Mn}} + \Delta\text{O}_{3\text{Mn}} + \Delta\text{O}_{4\text{Mn}}$$

Сонымен, барлық газдалған металл қоспаларын қалпына келтіруге байланысты оттегінің келесі мөлшері:

$$\Delta\text{O}_{\text{III}} = \Delta\text{O}_{\text{Fe}} + \Delta\text{O}_{\text{пр}}, \text{ кг / кг шихта}$$

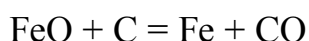
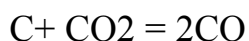
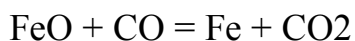
Қалпына келтіру атыс процесінде оттегін газдандырумен қатар Ұшпа зарядтар да жойылады. Олардың саны әдетте белгілі және кальцийлеу (АҰҚ) кезіндегі шығын түріндегі шикіқұрам компоненттерінің химиялық құрамы бойынша беріледі.

Бұл жағдайда есептеу орташа зарядтың құрамы бойынша жүзеге асырылады, онда Ұшпа L %құрайды. Содан кейін ұшқыштардың нақты саны:

$$g'_L = 10^2 \cdot L, \text{ кг / кг шихта}$$

Ұшқыш материалдың құрамдас бөліктері гидратты ылғал, карбонатты қосылыстың көмірқышқыл газы түрінде болады. Ыдырау гидраттардың көпшілігі соңына дейін 400-500° С, карбонаттар – жоғары температурада – 700-900° С. көріп отырғанымыздай, ұшқыш заттар металдарды қалпына келтіру кезінде газдалған оттегіге қарағанда әлдеқайда ертерек және толық шығарылады.

Көміртегі тотықсыздандырғышының шығыны есептерді шешудің негізгі тәсіліне байланысты. Қатты көміртектің адсорбциялық-каталитикалық механизм бойынша тотықсыздану реакциясына қатысуы тек реакциялар бойынша көміртек оксидінің регенерациясы арқылы анықталады:



Алынған реакцияға сәйкес газ тәрізді өнім тек көміртегі оксиді болып табылады.

Сонымен қатар, диссоциациялы адсорбциялық механизм бар, оған сәйкес қатты көміртектің металл оксидтерімен тікелей әсер етуі со және CO₂ газ тәрізді фазасының бөлінуі болып табылады. Газ компоненттерінің қатынасы процестің температурасына да байланысты. Эксперименттік нәтижелер СО және CO₂ түрінде газ тәрізді реакция өнімдерінің параллель түзілуін растайды. Темір, марганец, ванадий және никель оксидінің тотықсыздану сатылары үшін тотықсыздану температурасына байланысты реакция өнімдеріндегі CO₂ және СО келесі арақатынастары алынады.

3 Кесте - Трансформация температурасы мен сатыларына байланысты кейбір металдардың оксидтерін қатты көміртегімен сатылап азайту кезінде газ құрамының өзгеруі (%)

Оксидке айналу сатылары	Температура, °С							
	900		1000		1100		1200	
	CO ₂	CO	CO ₂	CO	CO ₂	CO	CO ₂	CO
Fe ₂ O ₃ →Fe ₃ O ₄	70	30	85	15	95	5	100	0
Fe ₃ O ₄ →Fe	45	55	50	50	55	45	60	40
FeO→Fe	18	82	22	78	25	75	30	70
MnO ₂ →Mn ₂ O ₃	80	20	95	5	100	0	100	0
Mn ₂ O ₃ →Mn ₃ O ₄	60	40	70	30	80	20	90	10
Mn ₃ O ₄ →MnO	30	70	35	65	40	60	45	55
MnO→Mn	-	-	-	-	8	92	10	90

Химиялық реагент ретінде қатты көміртектің металды оксидтерден тотықсыздандырудағы шығыны CO₂ мен со арақатынасына байланысты. Газифицирленген оттегінің саны әрбір сатының қалпына келтіру оксиді CO₂ қалыптасуына жұмсалып мына қатынастан анықталады:

$$\gamma_{01} = 2CO_2 / (2CO_2 + CO)$$

СО-ның қалыптасуына мынадай үлес жұмсалады:

$$\Gamma_{02} = 1 - \gamma_{01}$$

Тиісті өрнектерді ауыстырып, түрлендіргеннен кейін біз аламыз:

$$\gamma_{02} = CO(2CO_2 + CO)$$

Көміртектің жалпы шығыны түрлендірудің әр кезеңіндегі оның тұтыну сомасынан тұрады. Трансформация кезеңдеріндегі γ_{01} және γ_{02} мәндері өзгертіндіктен, барлық газдандырылған оттегі үшін олардың орташа өлшенген мәнін есептеуге болады. Ол үшін ең алдымен ΔO₁, ΔO₂, ΔO жалпы санынан ΔO₁, ΔO₂, ΔO жалпы санынан Δo , яғни массалық үлесін анықтау қажет.

$$N_{o,I} = \Delta O_i / \Delta O_{Fe}$$

Оттегінің CO₂-ге айналу коэффициентінің орташа өлшенген мәні келесі сомаға тең болады:

$$\gamma_{01} = \sum v_{oi} \cdot (2CO_2 / 2CO_2 + CO)_i$$

мұндағы i - ΔO_1 газдандырылатын металл оксидінің айналу сатысының реттік нөмірі-оттегінің мөлшері. Теңдеулер бойынша v_{oi} және γ_{01} коэффициенттері әр азайтылатын металл үшін бөлек, мысалы, марганецті төрт сатыда қалпына келтіру үшін анықталуы керек. Түрлендірудің жеке алынған сатысында оттегінің мөлшері CO₂ және со сәйкесінше γ_{01} γ_{02} -ге газдандырылады. Процестің I сатысында көміртектің шығыны мынау теңдеумен сипатталады:

$$g'_c = (12/16) \cdot \Delta O_i (0,5 \cdot \gamma_{01i} + \gamma_{02i}) = 0,75 \cdot \Delta O_i (1 - 0,5 \gamma_{01i})$$

Барлық сатыларда процесті аяқтауға көміртектің жиынтық шығыны мынадай формула бойынша анықталады:

$$g'_c = 0,75 \cdot \sum (\Delta O_i (1 - 0,5 \gamma_{01i})), \text{ гр/гр (немесе кг/кг) шихта}$$

$$g'_{g/y} = g'_c / 10C_y^{-2}, \text{ гр/гр.}$$

Алу көмір мөлшері 100 г концентрат.

$$M_{g/y} = 100 \cdot g'_{g/y}, \text{ гр}$$

2.1 Эксперименттік зерттеулер жүргізу әдістемесі

Күрделі темір кені шикізаты қарапайым темір кені шикізатынан марганец, хром және ванадий сияқты құнды легирленген металл оксидтерінің қосымша құрамымен ерекшеленеді. Оны қайта өңдеудің дәстүрлі технологиясы, сайып келгенде, осы құнды металдардың жоғалуына әкеледі. Сондықтан терең өңдеудің жаңа технологиясын жасау болат құрамындағы құнды легирленген металдарды сақтай отырып, табиғи легирленген болаттарды алудың тиімді процестерін ұйымдастырудың болашағын ашады. Біріншіден, эксперименттік зерттеу жүргізуге зертханалық жабдықтар дайындалды. Шихтаны дайындау бойынша қалпына келтіру-күйдіру процестері жүргізілді. Кешенді темір кені шикізатының үлкен кен орындары Ресейде шоғырланғандықтан (Качканар кен орындары мен ГОК) және осы кен орындарынан күрделі темір кендерінің үлгілері Аглоотсев пен колошник

шаңына жеткізілді. Олардың химиялық құрамы, эксперименттер жүргізу үшін массалық саны анықталды.

Күрделі темір кені шикізаты мен ағаш көмірінің стехиометриялық мөлшерінен тұратын шикіқұрам компоненттері дайындалды.

Компоненттерді химиялық талдау олардың заряд бірлігінен металдың қатынасы мен шығуын анықтады.

Шихтаны эксперименттік зерттеуге дайындау келесі тәртіпте жүргізілді.

1 Есептеу әдістемесіне сәйкес 50-80гр шегінде бір тәжірибеден металл үлгісін алу есебінен күрделі темір кені шикізатының бірлігіне компоненттерді мөлшерлеу анықталды.

2 Шихта компоненттерінің массасын мөлшерлеу барабан араластырғышта араластырылды

3 Шихта компоненттерінің қоспасы ұсақтағышқа салынып, бүкіл массасы < 1,0 мм фракцияға дейін ұсақталды

4 Алынған дисперсті қоспаны тарелкалы грануляторға салды.

5 Қоспа шихтаны ылғалдандыру және оны түйіршіктеу үшін меласса ерітіндісімен сумен себілді.

6 Алынған түйіршіктер тордың өлшемі 5,0 мм елекке түсірілді. Жоғарғы фракция +5,0 мм. металдандыру эксперименттерін жүргізу үшін пайдаланылды.

7 +5,0 мм фракцияның түйіршіктері кептіру пешіне тиелді және 4000С кезінде 30 минут бойы шыдады.

8 кептірілген көміртегі бар түйіршіктер кварц түтігінен тәжірибелік ұяшыққа жүктелді және СУОЛ-044 12-M2 зертханалық жылыту пешінде герметикалық жағдайда қыздырылды.

3 Эксперименттік зерттеулер

3.1 Эксперименттік зерттеулерде қолданылатын шихта материалдарының сипаттамасы

Алға қойылған міндетке сәйкес легирлеуші металдардың оксидтері бар кешенді кендер тотықсыздану балқымасы арқылы болат алу үшін пайдаланылды.

Түрлі кен орындарының кешенді темір кені шикізатының салыстырмалы талдауы Качканар КБК және НТМК комбинаты негізделген ванадий бар кешенді шикізатты тиімді пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Качканар титаномагнетит шикізатын металлургиялық өңдеу "Домна-конвертер" дәстүрлі технологиясы бойынша жүзеге асырылады. Құрамында ванадий бар шлак ванадий алу үшін қайта өңдеуге жіберіледі.

Соған қарамастан, зауыттың өндірістік циклінде шикізатты өңдеуден қалдықтар пайда болады, олардың құрамында V_2O_5 түрінде ванадийдің айтарлықтай концентрациясы бар. Зерттеу әдістемесі құрамында ванадий бар қалдықтар мен қатты көміртегі бар тотықсыздандырғыштан шихтаны дайындауға бағытталған.

Әдістемелік тұрғыдан алғанда, тапсырма зарядтың құрамына енгізілген қатты көміртекті металдарды жоғалтпай азайту үшін толығырақ пайдалану үшін қойылған. Бұл металдар көміртек оксидтерінен мүлдем басқа температуралық аймақтарда азаяды, бірақ бір жүйеде және дәйекті түрде: темір $800-1000^{\circ}\text{C}$; марганец – $1000-1250^{\circ}\text{C}$; хром – $1100-1400^{\circ}\text{C}$.

Теориялық есептеулер әдісі және реакцияның пайда болу мүмкіндігін ескере отырып, экспериментті ұйымдастыру академик С.М. Тлеуғабулов жасаған диссоциациялы адсорбциялық теорияға негізделген, ол осы жұмыста зерттеулерді ұйымдастыру үшін қабылданған.

Сондықтан күрделі кендерді қалпына келтіру үшін ең әмбебап реагент-қатты көміртек. Бұл жағдайда диссоциацияның икемділігіне сәйкес гетерогенді металдардың қалпына келу дәрежесінің температуралық тәуелділігі байқалады. Қалпына келтіру дәрежесінің толықтығына әртүрлі температурада қол жеткізіледі. Эксперименттік нәтижелерді алу үшін құрамы 4 кестеде келтірілген күрделі оксидті темір кені материалдары пайдаланылды.

Качканар концентраты, сондай-ақ басқа да ұсақ шикізат, ең алдымен, химиялық құрамымен сипатталады. Жер қыртысындағы темір кендері негізінен оксидті қосылыстардан тұрады. Табиғатта үш тұрақты оксидтер бар: Fe_2O_3 – гематит, Fe_3O_4 – магнетит және FeO – востит, мұнда $y=0,02+0,05$. Тотыққан темір рудасының шикізатында Темір оксидтерінен басқа, тұрақты жүретін оксидтер SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , MnO , CaO болып табылады. Барлық осы оксидтер кристалды құрылымға ие. Темір тобының темір және металдары табиғатта оксид түрінде болғандықтан, металға қарағанда оттегіге жақындығы жоғары редуционерлер оларға қатысты белсенді реагент болып табылады.

4 Кесте - Эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін пайдаланылған шихта компоненттерінің химиялық құрамы

Материал атауы	Химиялық құрам, %												
	Fe	Mn	SiO ₂	CaO	MgO	V ₂ O ₅	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P	S	C	пп п
Качканар концентраты	62,7	0,12	3,35	1,17	2,31	0,6	2,67	-	2,82	0,007	0,006	-	-
Аглоотсев	54,7	0,39	5,0	10,6	2,5	0,51	2,3	0,10	2,6	0,006	0,014	-	-
Колошникті шаң	42,4	0,45	5,6	6,8	2,8	0,65	2,3	0,06	2,4	0,045	0,27	18,3	-

Белсенді реагенттердің ішінде екі газ тәрізді – CO, H₂ және бір қатты - c реагенттері практикалық мәндерге ие. Алайда олардың өзара әрекеттесу реакциялары газдардың температурасына, қысымына байланысты белгілі бір жағдайларда басталады және екі атомды газдардан тұрады. Металл оксидтерімен әрекеттескен кезде олар бір оттегі атомын алып, CO₂, и H₂O үш атомды газдарға айналады. Металл оксидтері әдетте қатты денелерде болады. Редукциялық процестердің міндеті-оксидтерді металдар алынғанға дейін толық түрлендіру. Сондықтан редукцияның соңғы реакциясы Meo— Me сатысында жүзеге асырылады. Жалпы мақсатқа жету MeO диссоциациясының қаттылығын болжауға сәйкес келеді. Оксидті түрлендірудің осы кезеңіндегі әртүрлі металдардың оттегімен химиялық байланысының беріктігі мүлдем басқа мағынаға ие. Осы байланыс күшінің шамасы немесе оның кері мәні-диссоциацияның серпімділігіне сәйкес металдарды оңай, орташа және қиын деп бөлуге болады. Атмосфералық жағдайда CrO; VO; SiO; TiO оксидтері болмайды. Зарядтың құрамында бұл металдар әдетте Cr₂O₃; V₂O₅; SiO₂ и TiO₂ оксидтері түрінде болады. Практикалық есептеулерде олар әдетте осы оксидтердің байланыс энергиясын пайдаланады. Төменгі оксидтердің түзілуі жоғары температурада (>15000 С) және бірқатар металдар үшін өте қысқа. Алайда, барлық металдардың редукциясы, төменгі оксидтердің пайда болу сатысы арқылы металға дейін жүреді. Газдалған оттегінің мөлшері азайтылатын металдардың тотығуына байланысты. Темірдің тотығуын жалпы темір концентрациясы болған кезде анықтауға болады. Егер шикізатта металл темір болмаса, онда жалпы темір Fe₂O₃ және FeO оксидтері арасында бөлінеді, өйткені Fe₃O₄ мына $Fe_3O_4 = Fe_2O_3 \cdot FeO$ қоспасы болып табылады.

3.2 Шихтаны эксперименттік жұмыстарға дайындау барысы

Шикізат ретінде Качканар концентраты, аглоотсев, колошник шаңы және көмір пайдаланылды. Качканар концентраты күрделі темір кені шикізатының негізгі құрамдас бөлігі болып табылады, оның құрамында

Темірден басқа ванадий, аз мөлшерде марганец және хром сияқты бағалы металдар бар. Ұқсас композицияда өнеркәсіптік қалдықтар санатына жататын аглоотсев бар. Оны зарядтың құрамына енгізу қажеттілігі оның құрамындағы жоғары мазмұнға негізделген СаО негізгі оксиді. Бұл оның массалық үлесін реттеу арқылы зарядтың негізділігін қамтамасыз етеді. Колошник шаңы, 2.1 кестесінен көрініп тұрғандай, темір мен ванадийден басқа, құрамында көміртектің өте жоғары концентрациясы бар – 18.3%. Шихтадағы колошник шаңының белгілі бір массалық үлесі кезіндегі көміртектің мұндай концентрациясы бір мезгілде төмендететін реагент ретінде тиімді пайдаланылуы мүмкін.

Качканар концентраты мен колошник шаңы ұсақ фракцияны білдіреді. Сондықтан оларды алдын-ала ұсақтамай тікелей қолдануға болады. Тек -5,0 мм фракциясының аглоотсевін – 1,0 мм фракцияға дейін алдын-ала ұсақтауға болады.

Осылайша, зарядтың дисперсті компоненттері зарядты келесі массалық арақатынаста жасауға дайындалды:

5 Кесте - Шихтаның массалық үлесі

Шихта компоненті	Тәжірибедегі компоненттердің массалық үлесі				
	Тәжірибе №1	Тәжірибе №2	Тәжірибе №3	Тәжірибе №4	Тәжірибе №5
Качканар концентраты	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
Колошникті шаң	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Аглоотсев	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1

Әр нұсқа бойынша шихтаның орташа өлшенген құрамы 4 кестеде келтірілген компоненттердің құрамына қарай келесі ретпен есептелді.

6 Кесте - Орташа шихта материалдарының химиялық құрамы

Вариант	Металлдың химиялық құрамы, %										
	Fe	FeO	Mn	MnO	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	S	P	C
1-вар.	54,89	10,3	0,273	0,35	0,597	0,083	4,35	4,75	0,02	0,21	5,49
2-вар.	56,06	10,5	0,267	0,35	0,583	0,087	4,30	5,2	0,02	0,19	3,66
3-вар.	56,92	10,4	0,24	0,31	0,592	0,086	4,13	4,2	0,02	0,19	3,66
4-вар.	55,75	9,8	0,25	0,32	0,606	0,082	4,19	3,8	0,02	0,20	5,49
5-вар.	57,78	10,2	0,21	0,30	0,601	0,085	3,97	3,2	0,02	0,2	3,66

Шихта Качканар концентратынан, колошник шаңынан, Аглоотсевтен және құрамында көміртегі бар реагенттен (ағаш көмірінен) тұрады.

Орташа шихта материалдарының құрамы бір-біріне өте жақын. Сондықтан қосымша зерттеулер зарядтың тек екі құрамына негізделеді - бұл 1-нұсқа және 5-нұсқа.

3.3 Шихта негізінде металдандырылған өнімдерді алу процестерін эксперименттік зерттеу

Fe, Mn, Cr, V, Ti металдарын көміртекпен арнайы ұйымдастырылған шихта қоспасында дәйекті түрде азайтудың эксперименттік нәтижелері тиісті оксидтердің беріктігіне температуралық тәуелділікті көрсетті және металданған өнімнің құрамын реттеуге мүмкіндік береді. Шикіқұрамды құрастырған кезде ғана темір кені концентраты негізінде темірдің көміртегімен толық азаюы 1100-1150 °C дейін аяқталады. Қатты көміртекпен азайту кезінде темір оксидтерінің сериялық-фазалық түрленуінің теориялық негізі зарядтың құрамына фазалық ауысулардың әр сатысында көміртегі азайтқыштың нормаланған мөлшерін енгізуді және одан әрі темірдің карбюраторлық дәрежесін шектеу мүмкіндігімен металданған өнімді алуды қарастырады. Бұл тәсіл болаттың тотықтырғыш балқымас үздіксіз және түзу процесіне жол ашады, өйткені артық көміртекті тотықтырудың қажеті жоқ.

Осы ұстанымға сүйене отырып, ванадий бар шихта материалын қатты көміртекпен металдандыру процесі ұйымдастырылды, содан кейін металдандырылған өнімді болатқа балқытады.

Металдандырылған материалды алу

Шихтаның дисперсті компоненттерінің дайындалған қоспасын мелассаның Сулы ерітіндісімен ылғалдандырамыз. Мұқият араластырғаннан кейін қоспасы грануляторға жүктеліп, жоғарыда аталған тәртіппен түйіршіктер шығарылды. Кептіруден кейін түйіршіктер ауа өткізбейтін ұяшыққа салынып, СУОЛ құбырлы жылыту пешіне енгізілді.

Түтікшелерді күйдіріп, оның температурасын 1150°C-қа дейін көтерді.

Өрт шыққаннан кейін герметикалық ұяшық пештен дайындалған пісіру парағына шығарылып, ауада салқындатылды. Металдандырылған өнімнің іріктелген сынамалары химиялық талдау үшін арнайы зертханаға тапсырылды.

Уақыт пен температураға байланысты редуциялық процестер шығарылған газдың мөлшері мен құрамы бойынша бағаланды. Тіркелген ағымдағы параметрлердің нәтижелері 4.4-кестеде келтірілген, бұл көрсеткіштер есептеу арқылы азайту процесінің басқа сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік берді - ΔO , R, ω_R . Алынған эксперименттік мәліметтер бойынша 4.1, 4.2, 4.3-суреттерге сәйкес редуция дәрежесінің, бөлінетін газдағы CO_2 тепе-теңдік мөлшерінің және температурадан редуция жылдамдығының графиктері салынды.

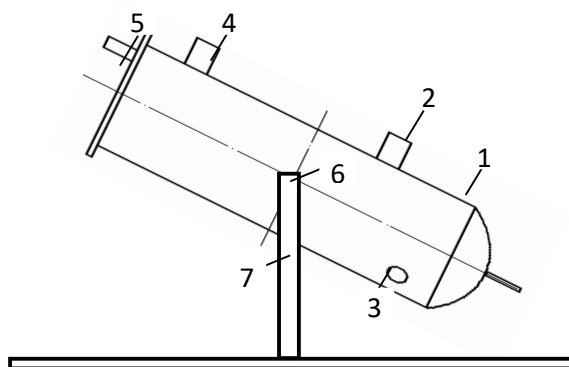
3.4 Концентраттарды және құрамында темір бар өнеркәсіптік қалдықтарды металдандыру

Темір кені концентратын қатты көміртекпен металдандыру күрделі металдандырылған қабат түрінде металдандырылған өнімді алуға мүмкіндік береді, бұл белгілі бір жағдайларда тасымалдау проблемасын тудырады. Сондықтан көміртегі бар темір рудасының концентратын металдандыру басталғанға дейін түйіршіктеген жөн. Түйіршіктелген концентрат көміртегі бар концентратпен бірдей мөлшерде металданған. Алайда, 900-1000 °C металдандыру температурасында түйіршіктер қозғалғыштығын сақтайды және ыстық және салқындатылған күйде оңай тасымалданады. Осыған байланысты технологияны дамыту және дисперсті концентраттар мен өнеркәсіптік қалдықтарды түйіршіктеу үшін зертханалық қондырғы құру қажеттілігі туындады.

Барабанды айналмалы қыздырғыштан айырмашылығы, берілген ылғалдылық пен байланыстырушы компоненттің заряд ағынының айналмалы айналмалы қозғалысын құратын ауа ағынының көмегімен түйіршіктегіштің жұмыс принципі жасалды. Ағынның осындай қозғалыс режимін жүзеге асыру үшін барабанға Сығылған ауа берілетін құбыр тангенциалды түрде қосылады.

Концентратты және дисперсті өнеркәсіптік қалдықтарды түйіршіктеу шихтаны металдандыруға дайындау цикліндегі аралық кезең болып табылады. Ол барабан түріндегі бір қондырғыда орындалады. Шикізатты тегістеу өнеркәсібінде түйіршіктер өндірісі үлкен диаметрлі және үлкен ұзындықтағы (шамамен 50 м) айналмалы барабан жинағышында жүзеге асырылады. Дисперсті шихтаны түйіршіктеу үшін шихта ағынының айналмалы және тоқтаусыз қозғалысын көлемді барабанды айналдыру арқылы емес, газ ағынының ағындарын қолдану арқылы жүзеге асыру туралы шешім қабылданды. Бұл әдіс қондырғының дизайнын жеңілдетеді және өндіріс үшін электр энергиясын тұтынуды бірнеше есе азайтады. Гранулятор-бұл цилиндрлік құрылым, көкжиекке 30 °C бұрышпен қисайған. Жоғарғы жағында Жүктеу құбыры бар, алдыңғы жағы газ шығаратын түтіктері бар құтымен жабылады. Қондырғының түбінен корпусқа биіктіктің 1/3 бөлігіне ауа ағысын беруге арналған келте құбыр тангенциалды түрде енгізіледі. Жобаның эскиздік сызбасы 2-суретте көрсетілген.

1 грануляторына дайындалған шихта 2 құбыр арқылы жүктеледі. 3 құбыр арқылы сығылған ауа енгізіледі, ол шихтаны қайта айналым қозғалысына әкеледі. Пайдаланылған ауа ағыны 4 құбыр арқылы шығады және газ тазарту камерасына түседі, содан кейін атмосфераға шығарылады. Түйіршіктеу уақытының режимі бойынша түйіршіктелген материал мезгіл-мезгіл түсіру келте құбыры арқылы түсіріледі 5. Түйіршіктерді түсіру үшін түйіршік корпусы 6 тірекке 7 бекіту осіне айналады. Содан кейін түсіргеннен кейін бастапқы қалыпқа орнатылады.



2 Сурет - Шихтаны зертханалық грануляциялау

1-Гранулятор корпусы; 2–Жүктеу келте құбыры; 3–сығылған ауаны беруге арналған келте құбыр; 4–пайдаланылған газға арналған Шығу келте құбыры; 5–түсіру келте құбыры; 6–шарнирлі бекіткіш; 7-тіреу.

3.5 Дисперсті материалдарды түйіршіктеу бойынша қондырғының жұмысын апробациялау, түйіршіктелген материалдың сапалық көрсеткіштерін анықтау

Құрамында көміртегі бар шихтаны жасау үшін темір кені концентраты, құрамында темір бар өнеркәсіптік қалдықтар және ағаш көмірі түріндегі құрамында көміртегі бар реагенттің стехиометриялық мөлшері дайындалды. Әр компонент алдын-ала $<1,0$ мм фракцияға дейін ұсақталды. Дозалаудың негізгі көрсеткіші шикіқұрам қоспасындағы темір мөлшері 65-68% деңгейінде болды. Көмір мөлшері темір оксидтерінің оттегін газдандыру үшін қажетті мөлшерде анықталды. Құрамында 68% темір бар темір кені концентратының бірлігіне газдандырылатын оттегінің мөлшері 0,26–0,29 шегінде ауытқыды. Ағаш көмірдің тиісті мөлшері 0,16–0,18 бірлік шегінде. Дайындалған компоненттер барабан араластырғышта араластырылды, содан кейін заряд грануляторына жүктелді. Жүктеу кезінде зарядтар 1:1 қатынасында суда органикалық байланыстырғыш ерітіндімен шашыратылды. Барабандағы ылғалданған заряд тангенциалды ауа ағынының ағынымен түйіршіктелген. Газ шихтасы қоспасының аэродинамикалық ағыны барабанның айналасы бойынша айналмалы түрде құйылатын қозғалыс жасады. Мұндай қозғалыс кезінде түйіршіктер пайда болды-алдымен кішкентайлар, содан кейін үлкен фракцияның айналмалы қозғалысы жалғасқан кезде. Түйіршіктер жиналған кезде барабан еңкейіп, түйіршікті заряд түсірілді, ол бірден 5 мм ұяшық өлшемі бар електен өтті. 5 мм-ден төмен фракциялар қайтадан түйіршікке жүктелді, ал + 5 мм фракциясы одан әрі зарядты металдандыру үшін қолданылды. Сұрыпталған түйіршікті шихта 400-500 °C температурада қыздырылды, яғни кептірілді.

Түйіршіктелген шихтаның сапалық сипаттамаларын анықтау үшін олар 2 метрлік биіктіктен болат емес плитаны лақтырудың стандартты әдісіне

сәйкес беріктікке сынақ жүргізді. Осындай сынақтар 14-кестеде келтірілген гранулометриялық құрамның өзгеруін көрсетті.

7 Кесте - Құрамында көміртегі бар шихта түйіршіктерінің гранулометриялық құрамының өзгеруі, %.

Гранула үлгілері	Фракциялар, мм		
	+ 5,0	2,5 – 5,0	< 2,5
Үлгі 1	80,25	11,25	8,5
Үлгі 5	81,0	10,4	8,6

Түйіршіктердің алынған беріктік сипаттамалары оларды түтікшелі күйдіру пештерінде өңдеуге мүмкіндік береді, онда заряд аз қысымды және абразияны сезінеді.

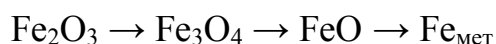
Шихта түйіршіктегішінің жұмысын апробациялау аэродинамикалық ағындағы түйіршіктеудің жаңа технологиясының тиімділігін көрсетті. Көріп отырғаныңыздай, осы технология барабанның айналуын болдырмайды, осылайша электр энергиясының шығыны бірнеше есе азаяды, материалдық шығындар азаяды. Процесті сынау дамыған дизайн мен түйіршіктерді алу технологиясының тиімділігін көрсетті.

3.6 Түйіршіктелген материалды металдандыру, металдандырылған түйіршіктердің металлургиялық сипаттамаларын анықтау.

400-500 °С температурада кептіргеннен кейін құрамында көміртегі бар шихтаны түйіршіктеу оларды металдандыру үшін құбырлы пештерде өңдеу үшін жеткілікті механикалық беріктікке ие болды. Тиеу бункерлері арқылы түйіршіктер құбырлы пештің реакциялық камерасына кірді. Зарядтың жүктелуіне қарай оның қабаттары реакция камерасына терең итергішпен итеріліп, оның ұзындығына біркелкі бөлінді. Реакция камерасы қарсыласу электр жылытқышымен қыздырылды. Камераның жұмыс аймағында температура үздіксіз тіркелді. 550-600°С температураға жеткенде газ бөлінуінің басталуы анықталды. Шығарылған газ герметикалық құбырлар арқылы газ сақтау камерасына түсіп, содан кейін газ есептегіші арқылы өтті. Жинақтағыш камерасынан газ анализаторына газ сынамалары кезең-кезеңімен алынды. Осылайша, эксперимент барысында шығарылатын газдың мөлшері мен құрамы үнемі бақыланып отырды. Газды талдау нәтижелері газдың тек СО₂ және СО-дан тұратындығын көрсетті. Сондықтан, бекітілген нәтижелер эксперимент барысында зарядтың оттегі, көміртегі–реагент балансының өзгеруін дәл анықтауға, сонымен қатар зарядтың оксидтері мен металдану дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді.

Ұяшықтың температурасы 600 °С-тан жоғары болған сайын, газдың шығарылу жылдамдығы 900-950 °С-қа дейін өсті, содан кейін оның шығарылу жылдамдығы біртіндеп төмендеді. Жылдамдығының төмендеуі реакция байланысты емес, кейіннен қызуының көтерілуімен, ал фазовым

превращением азота с балансом газифицируемого кислорода по формуле



Температура окисления при газификации кислорода тем же количеством азота при $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,4285$; $\text{Fe}_3\text{O}_4 = 0,3809$; $\text{FeO} = 0,2858$; $\text{Fe} = 0$

формулы

Температура азота при газификации кислорода, а также азот при газификации кислорода (40) тем же количеством азота при газификации кислорода

$$0,4285 \rightarrow 0,3809 \rightarrow 0,2858 \rightarrow 0 \quad (41)$$

или газификации кислорода по формуле

$$0,111 \rightarrow 0,222 \rightarrow 0,667 \rightarrow 0 \quad (42)$$

Сопоставляя формулы азота, очевидно, что, газификация кислорода при газификации кислорода, температура 1000 °C-ка тем же количеством азота при газификации кислорода. Следовательно, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода. Следовательно, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода.

Практически тем же количеством азота при газификации кислорода, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода. Следовательно, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода.

Сопоставляя формулы азота, очевидно, что, газификация кислорода при газификации кислорода, температура 1000 °C-ка тем же количеством азота при газификации кислорода. Следовательно, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода.

Сопоставляя формулы азота, очевидно, что, газификация кислорода при газификации кислорода, температура 1000 °C-ка тем же количеством азота при газификации кислорода. Следовательно, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода.

Температура окисления при газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода. Следовательно, процесс газификации кислорода тем же количеством азота при газификации кислорода.

8 Кесте - Эксперимент нәтижелері

	Уақыт, мин	Т, °С	V _{газ} , л	Газ құрамы, %		ΔO _(CO) , г	ΔO _(CO₂) , г	ΔO, г	ΣO, г	R	W _B ·10 ⁻³ , мин ⁻¹
				CO	CO ₂						
1	0	500	Газ бөлінудің басталуы								
2	10	600	0,12	73,3	26,7	0,0628	0,0458	0,1087	0,109	0,0135	1,35
3	15	645	0,19	68,0	32,0	0,0340	0,0320	0,0660	0,175	0,0216	1,62
4	20	730	0,28	66,8	33,2	0,0430	0,0427	0,0857	0,260	0,0322	2,12
5	25	800	0,54	73,4	26,6	0,1363	0,0988	0,2351	0,496	0,0613	5,82
6	30	855	1,0	70,8	29,2	0,2326	0,1919	0,4245	0,920	0,1139	10,52
7	35	920	1,54	63,0	37,0	0,2430	0,2854	0,5284	1,448	0,1793	13,08
8	40	970	2,18	63,8	36,2	0,2916	0,3310	0,6226	2,071	0,2563	15,40
9	44	1020	2,96	70,6	29,4	0,3933	0,3276	0,7209	2,792	0,3456	22,33
10	48	1060	4,33	76,4	23,6	0,7475	0,4619	1,2094	4,001	0,4952	37,40
11	52	1105	5,76	77,2	22,8	0,7884	0,4658	1,2542	5,256	0,6505	38,83
12	56	1140	7,19	78,4	21,6	0,8007	0,4412	1,2419	6,497	0,8042	38,43
13	60	1165	8,37	80,8	19,2	0,6810	0,3236	1,0046	7,502	0,9285	31,08
14	64	1195	8,92	86,0	14,0	0,3378	0,1100	0,4478	7,950	0,9840	13,88
15	68	1225	9,13	90,8	9,2	0,1362	0,0276	0,1638	8,114	1,0042	5,05
16	72	1240	9,25	93,3	6,7	0,0800	0,0115	0,0915	8,205	1,0155	2,83
17	76	1255	9,34	95,0	5,0	0,0611	0,0064	0,0675	8,273	1,0239	2,10
18	81	1280	9,46	95,7	4,3	0,0820	0,0074	0,0894	8,362	1,0350	2,22
19	86	1300	9,58	96,7	3,3	0,0829	0,0057	0,0886	8,451	1,0459	2,18

Газдардың – реакция өнімдерінің мөлшері мен құрамын өлшеу нәтижелері тәжірибе барысында процестің барысын бақылауға мүмкіндік берді.

Зарядтың бірдей құрамымен тәжірибе жүргізу, бірақ әртүрлі қыздыру режимдерінде, сайып келгенде, бір нәтиже береді – губка темір. Алайда, температура режимі оксидтердің фазасына байланысты металдың төмендеу жылдамдығына айтарлықтай әсер етеді. Дисперсті темір оксидтері 600 °С деңгейінде қатты көміртекпен әрекеттесе бастайды. Оксидтің оттегін газдандыру жоғары фазадан басталады, мысалы Fe_2O_3 , фазалық ауысу $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4$ сәйкес келеді температураның өзгеруі $t_0 - T_1$ шегінде, тиісті уақытта $\tau_0 - \tau_1$. Фазалық түрлендірудің осы сегментінде анықталатын фактор жалпы санның жалпы үлесінің $\Delta q = 0,111 \cdot$ - ге тең газдалған оттегінің белгілі бір мөлшері болып қала береді.

Айнымалы параметрлер-DT0 және Δt_0 . Жүйенің тұрақты қыздыру жылдамдығымен, яғни оксидтің оттегін газдандыру жылдамдығы маңызды болады

$$v_{газ} = \frac{\Delta T}{\Delta \tau}$$

оксидтің оттегін газдандыру жылдамдығы маңызды

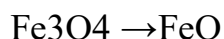
$$\nu'_{\Delta O} = \frac{\Delta g_0}{\Delta \tau_1}$$

Температура-реттелетін мән. Сондықтан қыздыру жылдамдығының T1-ге дейін жоғарылауымен уақыт азаяды, бұл оттегінің газдандыру жылдамдығының жоғарылауын білдіреді, яғни.

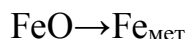
$$\nu''_{\Delta O} > \nu'_{\Delta O}$$

Бұл іс жүзінде оттегінің 0,111 • жалпы мөлшерін газдандыруды аяқтайды.

Фазалық ауысуда металл оксидінің оттегін газдандырудың екінші кезеңі



ол бірінші фаза температурасынан жоғары температурада басталады, яғни T2 > T1 температурасында. Бұл екінші фазалық ауысу T1 – T2 температуралық диапазонда аяқталғанын білдіреді. Бұл әрі қарай жалғасады. Үшінші және соңғы фазалық ауысу T2 – T3 температуралық диапазонда аяқталады.



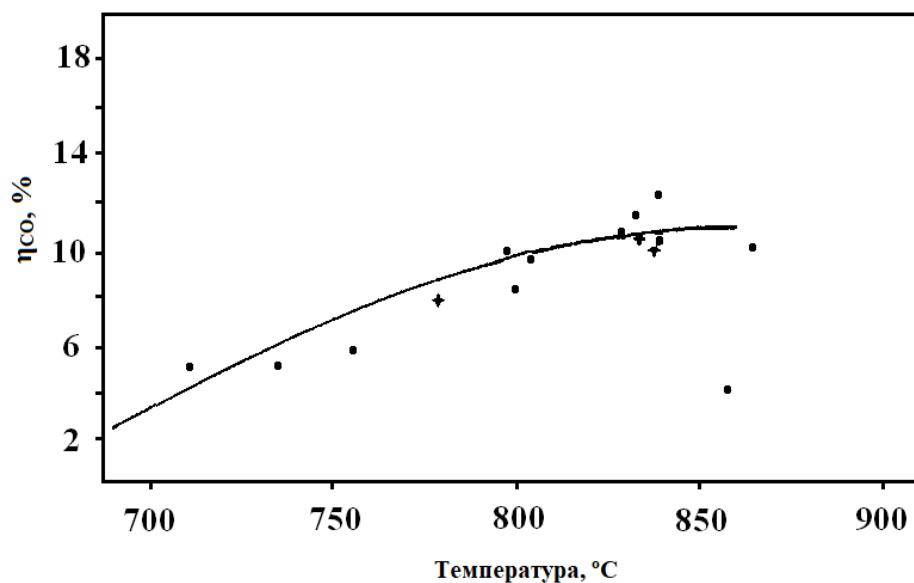
Біздің эксперименттік нұсқамыз үшін температураны ұстап тұру T3=1000-1100 °C деңгейінде қабылданған T3 кезінде жүзеге асырылады. Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, T0-ден T3-ке дейінгі жүйенің қыздыру режимі процестің жылдамдығына және газ тәрізді және қатты реакция өнімдері ретінде құрамды қалыптастыруға шешуші мәнге ие екенін көрсетуге болады.

Жүйені жылыту кезінде оксид оттегінің белгілі бір бөлігі газдандырылады. T3 = 1000 °C температураға жеткен кезде, іс жүзінде жүйенің оксид бөлігі Fe2O3 емес, әлдеқайда төмен, яғни. Fe3O4 және FeO деңгейінде. Сондықтан Fe2O3-тен 1000 °C-қа дейін Темірдің тікелей азаюына қол жеткізу мүмкін емес, тек қыздыру жылдамдығын t0-ден ti-ге дейін арттыру туралы айтуға болады, онда фазалық ауысу аралығын азайтуға болады.

Жүйенің жоғары жылу жылдамдығы оттегінің газдандыру жылдамдығымен және CO2 концентрациясының жоғарылауымен тікелей байланысты, бұл қатты көміртегі реагентін үнемдеуге әкеледі. Сондықтан процесс барысында жүйенің температуралық режимінің өзгеруі, сайып келгенде, көміртегі бойынша кеуекті Темірдің құрамының өзгеруіне әкелуі мүмкін. Бұл температураға байланысты процесс барысында газ құрамының өзгеруі нәтижесінде пайда болады. CO2 концентрациясының жоғарылауы көміртегі тапшылығының жоғарылауына әкеледі.

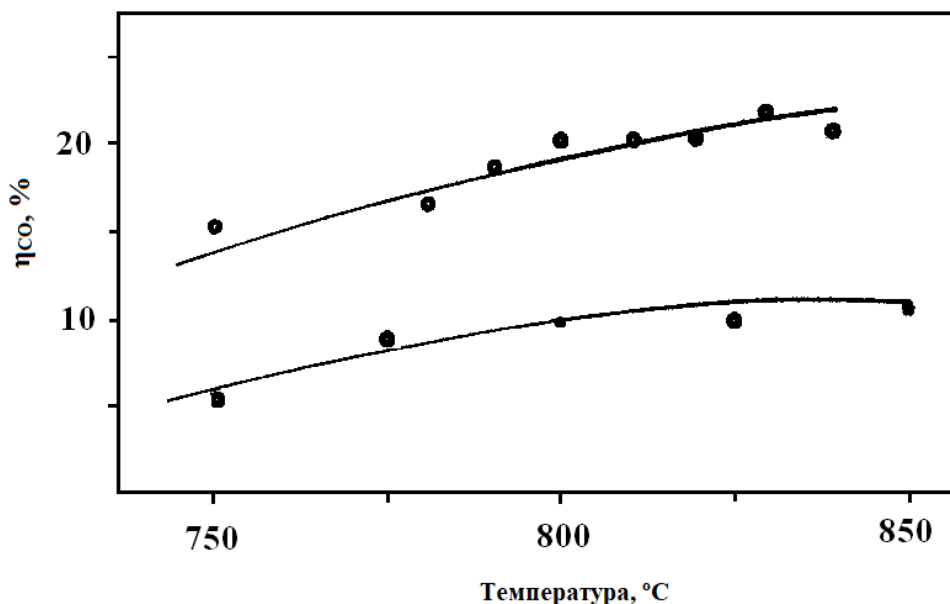
Сонымен қатар дисперсті оксидті материалдарды газбен металдандыру бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Тиісті өңдеуден кейін

алынған нәтижелер 20 және 21-суреттерде графикалық тәуелділік түрінде ұсынылған.



3 Сурет - Металдың редукция дәрежесі кезінде газдың редукциялық қабілетін (η_{CO}) пайдалану дәрежесіне температураның әсері 40 %

3 және 4 сурет графигінен көрініп тұрғандай, газды пайдалану дәрежесі 0,15-0,18 деңгейінде. редукция дәрежесі $R=0,4$ оксидті бөлшектердің фазалық түрленуіне сәйкес келеді.



4 Сурет - H_2 қатысуымен және қатысуынсыз металды тотықсыздандыру кезінде газды пайдалану дәрежесін салыстыру
 $V=75$ дм/с жылдамдықпен: 1–75% CO; 25% H_2 ; 2–50% CO; 50% N_2

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Диссоциациялы-адсорбциялық механизм негізінде металл оксидтерінің диссоциациясы серпімділігінің шамасына байланысты күрделі темір кені материалынан металдардың тікелей қалпына келу заңдылығы анықталды.

2. Түзілетін газдың құрамы өзгеруінің – CO_2 және CO реакциясының өнімдерінің темір оксидтері мен қоспадағы жоғары беріктігі бар оксидтердің фазалық өзгеруіне тәуелділігі анықталды.

3. Газ тәрізді реакция өнімдерінің құрамын ескере отырып, көмірді стехиометриялық тұтынуды анықтау металды көміртектендіру мүмкіндігін жеңуге және көміртекті жартылай өнімнің қалыптасу сатысын айналып өтіп, болатты балқытуға мүмкіндік берді.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Похвиснев А.Н., Кожевников И. Ю. и др. Внедоменное получение получение железа за рубежом. М.: Metallurgy, 1964. 280 с.
- 2 Князев В. Ф., Гиммельфарб А.И., Неменов А.М. Бескоксовая металлургия железа. М.: Metallurgy, 1972. 272 с.
- 3 Bogdandy L. Riecke G/ Uber die Gesch-windigkeit der Reduction von Eisenowyd and Wasserstoff // Archiv fur das Eisenhüttenwesen/ 1958. N 29. S.603-606.
- 4 Юсфин Ю.С., Даньшин В.В. Теория металлизации железорудного сырья. М., Metallurgy, 1982. 256 с.
- 5 Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф. Металлургия железа. Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 464 с.: ил.
- 6 Тлеугабулов С.М., Носов К.Г., Урюпин С.Д., Литвиненко Ю.А.; 3-д - втуз при Караг. метал. комб. - № 4940144/02; Заявл. 30.5.91; Оpubл. 10.1.95, Бюл. №1. Способ металлизации дисперсного сырья и установка для его осуществления: Пат. 2026375 Россия МКИ6 С 22 В 1/20 /
- 7 Coyne Thomas J; T. C. Inc. - № 211817; Заявл. 27.06.88; Оpubл. 14.11.89; НКИ; .75/35 4В202 П. Способ и устройство для металлизации оксидов железа. Method and apparatus for reducing iron oxide to metallic iron: Пат. 4880459 США, МКИ4 С 21 в 13/02/.
- 8 Опыт применения процесса Corex и возможности его совершенства. - 1990. -110, №11. - С. 37.
- 9 1В124. Фирмы Midrex и Kobe разрабатывают новый процесс прямого получения железа. Midrex and Kobe develop new direct reduction process \ Iron and Steelmaker. -1996.
- 10 Zhongang J. Cent. S. Univ.Techol. -1997.-28, №2/-С/ 126 -129. Кит.; рез. Англ.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Байузаков Данияр Сексенбайулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Металданған жентектерді алу процесін зерттеу

Научный руководитель: Елеусиз Тажиев

Коэффициент Подобия 1: 0.3

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 11

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 31-05-2022

Заведующий кафедрой

МиОри
Барменников М.Б.
[подпись]

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Байузаков Данияр Сексенбайулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Металданған жентектерді алу процесін зерттеу

Научный руководитель: Елеусиз Тажиев

Коэффициент Подобия 1: 0.3

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 11

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

24.05.2022 г.

Мамедов

проверяющий эксперт

Тажиев Е.Б.



Метаданные

Название

Металданған жентектерді алу процесін зерттеу

Автор

Байузаков Данияр Сексенбайұлы

Научный руководитель

Елеусиз Тажиев

Подразделение

Г_М_И

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		11
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		0

Объем найденных подобиий

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

2872

Количество слов



КЦ

22845

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://www.scielo.br/j/brag/a/PyMsMfqSpvf89JczChbymQK/?format=pdf	5	0.17 %
2	https://7kun.kz/zhaponiyan-ekonomikasyny-tarihy-zh-ne-azirgi-keze-degi-sipaty/	5	0.17 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (0.35 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://www.scielo.br/fj/brag/a/PyMsMfqSpvf89JczChbymQK/?format=pdf	5 (1)	0.17 %
2	https://7kun.kz/zhaponiyany-ekonomikasyny-tarihy-zh-ne-azirgi-keze-degi-sipaty/	5 (1)	0.17 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---