

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

Максутов Адиль Русланович

«Ұсақ марганец кендерінен ферромарганец алу технологиясын әзірлеу»

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Мамандығы: 5В070900 – Metallургия

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

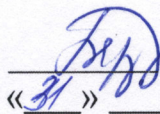
Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен-металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова
«31» 05 2022 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Ұсақ марганец кендерінен ферромарганец алу технологиясын
әзірлеу»

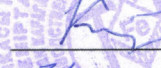
Мамандығы: 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Максутов А.Р.

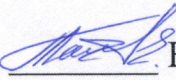
Рецензент

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 меңгерушісі, техн. ғыл. канд.,

 М.Б.Барменшинова
«11» 01 2022 ж.

Дипломдық жөбаны орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Максұтов Адиль Русланович

Тақырыбы: «Ұсақ марганец кендерінен ферромарганец алу технологиясын әзірлеу»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «23» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: ферромарганец өндірісінің мәліметтері, көмір-кенті шихтаның құрамы, металданған өнім мен балқытылған металдың құрамдары.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) тәжірибелік зерттеулер;

в) технология;

г) экономика;

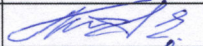
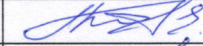
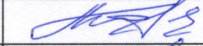
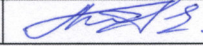
д) қорытынды.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

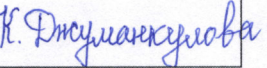
Ферромарганец өндіруге арналған жасақталған технологиялық сұлбасы

Ұсынылатын негізгі әдебиет 24 атаудан тұрады

Дипломдық жобаны 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.	
Технологиялық бөлім	25.04.2022 ж.	
Экономикалық бөлім	02.05.2022 ж.	
Қорытынды	16.05.2022 ж.	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

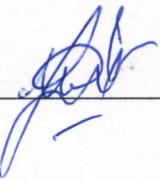
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Е.Б. Тажиев PhD докторы, Сениор-лектор	30.05.2022	
Норма бақылау	С.К. Джуманкулова PhD докторы	30.05.2022	

Ғылыми жетекші



Е.Б. Тажиев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А.Р. Максұтов

Күні

« 03 » 02 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жоба әдеби шолудан, тәжірибелік зерттеулер, технологиялық және экономикалық бөлімдерінен тұрады. Әдебиеттер тізімі 24 атаудан құрылған.

Зерттеу нысаны: ұсақ марганец кендері және марганец қорытпасы.

Жұмыстың мақсаты – ұсақ марганец кенді және темір-көміртегі құрамды өнеркәсіптік қалдықтарды тиімді өңдеу технологиясын жасақтау, олардан тауарлы ферромарганец алу.

Дипломдық жұмыста ұсақ марганец қалдықтарын, марганец кендерін өңдеу технологиясы зерттелінген және ферромарганец алу технологиясы жасақталынған.

Жасақталған технологияның тиімділігін анықтау үшін экономикалық есептеу жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект состоит из литературного обзора, экспериментального исследования, технологической и экономической части. Список литературы содержит 24 наименований.

Объекты исследования: мелкие марганцевые отходы, марганцевые руды и марганцевый сплав.

Цель работы – разработка технологии переработки мелких марганцевых руд и железо-углеродсодержащих промышленных отходов, получение из них товарной продукции ферромарганца .

В дипломной работе исследована переработка мелких марганцевых руд и разработана технология получения ферромарганца.

Для определения эффективности разработанной технологии выполнены экономические расчеты.

ANNOTATION

The diploma project consists of a literary review, experimental research, technological and economic parts. The list of references contains 24 titles.

Objects of research: small manganese ores and manganese alloy.

The purpose of the work is to develop a technology for processing small manganese ores and iron-carbon-containing industrial waste, obtaining commercial ferromanganese products from them.

In the thesis, the processing of small manganese ores was investigated and a technology for producing ferromanganese was developed.

To determine the effectiveness of the developed technology, economic calculations were performed.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Болат пен қорытпалар өндірісінің және құрамында металл бар өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеудің дамуының жай- күйі	10
2 Зерттеу әдістемесі	12
3 Эксперименттік зерттеулер	14
3.1 Шихтаны металдандыру және темір-марганец қорытпаларын қалпына келтіретін балқыту жұмыстары бойынша ірілендірілген зертханалық кешенде эксперименттік зерттеулер жүргізу	14
3.2 Үлкейтілген зертханалық кешендегі эксперименттік жұмыстардың нәтижелерін талдау	32
4 Экономикалық бөлім	35
4.1 Ұсақ марганец кендерінен феррохром алу технологиясының болжамдық техника-экономикалық есебі	35
5 Технологиялық бөлім	37
5.1 Темір-марганец-көміртеқұрамды моношихтаны дайындау және оны тотықсыздандырып - балқыту технологиясын әзірлеу	37
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40

КІРІСПЕ

Шешілетін проблеманың қазіргі жай - күйін бағалау және оның өзектілігі. Әлемдік өндірістік әлеует бүгінде пайдаланылған газдар мен қатты өнеркәсіптік қалдықтардың шығарындылары адамзат өміріне кері әсерін тигізетін деңгейге жетті. Мұны әлемнің жетекші мемлекеттерінің басшылары қол қойған табиғи апаттар мен 2015 жылғы Париж келісімі растайды. Әлемдік кеңістіктің экологиялық қауіпсіздігін тұрақтандыру жөніндегі осы әлемдік проблеманы шешудің жолы, біріншіден, өндірістің дәстүрлі процестерін жетілдіруде, екіншіден, өнеркәсіптік қалдықтардың тиімді технологиясын әзірлеу мен іске асыруда жатыр.

Газдар мен қатты өнеркәсіп қалдықтарының едәуір бөлігі өндіру, шикізатты өңдеу және металлургия саласына тиесілі. Қазақстан экономикасы шикізатты дайындау және экспорттау, сондай-ақ оны ел ішінде металлургиялық өңдеу есебінен дамуда. Осы өндірістік кешендердің барлығы бүгінгі күні құрамында металл бар қатты қалдықтардың үйінділерімен бірге жүреді. Қалыптасқан дәстүрлі технологиялық процестер бойынша жинақталған ұсақ және дисперсті құрамында металл бар қалдықтар тікелей пайдаланылмайды немесе технологиялық процеске қайтарылмайды. Сондықтан оларды қайта өңдеудің жаңа жоғары тиімді технологиясын жасау өзекті мәселе болып табылады.

Жиналған ұсақ қалдықтардың едәуір бөлігін бағалы металл қосылыстары бар - темір, марганец, хром, ванадий және басқалары құрайды. Арселор-Миттал ірі металлургия комбинатының маңында миллиондаған тонна құрамында темірі бар шламдар, шлактар, ал Жезді КБК (кен байыту комбинаты) аумағында сәйкесінше марганец кендерін байытудан миллиондаған тонна ұсақ қалдықтар жиналған.

1 Болат пен қорытпалар өндірісінің және құрамында металл бар өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өндеудің дамуының жай-күйі

Қара металдар металлургиясы деп аталатын металлургия теориясы мен технологиясының дамуы негізгі және орталық объектіде – болат өндірісінде шоғырланған [1-2]. Темір және болат металлургиясының барлық саласы үш негізгі және ірі бағыттан тұрады: 1) Шикізатты дайындау және дайындалған шикізатты қалпына келтіру [3-5]; 2) көміртектендірілген жартылай өнімдерді қайта өндеу және болат өндірісі [6-8]; 3) ферроқорытпалар өндірісі әсіресе электротермиялық пештерде [9-12]. Олардың барлығы бір-бірімен байланысты және олардың әрқайсысы бүкіл кешенді білдіреді. Бірінші кешеннің негізгі міндеті көміртектендірілген темір-шойын өндіру болып табылады; екінші бөлімде шойынды шикі болатқа қайта балқытудың тотығу процесі жүзеге асырылады. Балқытылған шойын қабатын техникалық оттегімен үрлеу металдың көміртектендірілуіне ғана емес, сонымен бірге темірмен легирленген металдармен бірге шикізаттан азайтылған барлық заттардың сөзсіз және толық тотығуына әкеледі, нәтижесінде балқытылған болаттың өзі оксидтер мен металл емес қоспалармен ластанған болады [13]. Алынған шикі және ластанған болатты тазарту керек және оның химиялық құрамын реттеу керек [14], мұнда үшінші кешен көмекке келеді, оның өнімдері болаттың құрамын тазарту және реттеу үшін қолданылады. Көріп отырғаныңыздай, үш негізгі кешен бір-бірімен тығыз байланысты. Негізгі өнімі болат болып табылатын металлургияның дамуы осы үш кешенге негізделген. Әр түрлі деп аталатын легирленген металдардың темірінде жақсы ерігіштігі – марганец, хром, ванадий және т. б. ерітілген металдардың концентрациясына байланысты болаттың әртүрлі маркаларын алуға мүмкіндік береді [15]. Машина жасау мен аспап жасауда болаттың алуан түрлі маркаларын пайдалану әлемнің барлық елдерінде индустрияның дамуына негізделген [16].

Мұндай өзара байланысты орасан зор кешен индустрияның, экономика мен мәдениеттің негізі ғана емес, сонымен бірге пайдаланылған газдардың, шаңдардың, сондай-ақ пайдаланылмайтын өнеркәсіп қалдықтарының көзі болып табылады. Жоғарыда көрсетілген кешендердің әрқайсысында шикізат және отын ресурстарын пайдаланудың техникалық шарттары (ТШ) болады. Тиісті емес шикізат ресурстары мен отын кондиционды емес шикізат түрінде тасталады және жинақталады. Металлургия кешенінен шыққан газдар мен қатты қалдықтардың шығарындылары экологиялық бұзушылықтың әлемдік кеңістігінде пайда болатын үлкен үлеске ие. Осылайша, адамзаттың мәдени және білімді бөлігі жасаған бумерангтың индустриалды дамуы бүкіл адамзаттың өміріне айналады. Сондықтан алдымен Киото келісімі, содан кейін әлемнің барлық жетекші елдерінің басшылары қол қойған 2015 жылғы Париж келісімі шығарындыларды азайтуға басымдық беруді ұсынды. Сұрақ қалай туындайды? Бұл сұраққа жауап ретінде экономика мен экология арасында қайшылық бар. Бұл әлемдік проблеманы экономиканың да, экологияның да пайдасына шешу жаңа ғылыми-техникалық міндеттерді

әзірлеуде және жаңа технологиялық процестерді әзірлеуде жатыр, олардың негізінде қайта өңделетін шикізат пен отын ресурстарына жаңа техникалық шарттарды құруға болады [17-21]. Қолданыстағы дәстүрлі технологияның негізі болып табылатын теориялық ұстанымдарды өзгерту қажет. Бұл бағыттағы әрекеттер осы жоба авторының еңбектерінде жасалды. Тұжырымдалған жаңа теориялық ережелер негізінде "Руда-болат" үздіксіз технологиясы бойынша шикізатты металлургиялық өндеудің "Тараз-процесс"деп аталатын процесі әзірленді. Процестің міндеті - құрамында темір-марганец бар шикізатты өндеудің жаңа және жоғары әсерлеріне қол жеткізу және көміртекті жартылай өнімдерді өндіруді айналып өтіп, металды қалпына келтірудің бір сатылы процесін жүзеге асыру; әлемдік тәжірибеде алғаш рет дайындалған шихта құрамы бойынша сапаны реттеу мүмкіндігімен қалпына келтіретін балкытумен болат пен қорытпалардың жаңа бағдарламаланған өндірісін құру.

2 Зерттеу әдістемесі

Процесс технологиясы профессор С.М. Тлеуғабылов жасаған жаңа теориялық ережелерге негізделген. Адсорбциялық-катализикалық механизм туралы теориялық Ережемен бірге "диссоциациялық-адсорбциялық механизмге" (ДАМ) [18, 22] негізделген жаңа теориялық ережелер енгізілді, олар қалдық көміртектің рұқсат етілген концентрациясын реттеу мүмкіндігімен металдарды қатты көміртегімен тікелей қалпына келтіру процестерінің негізінде алынған. Бұл жағдай эксперименттік жұмыстарда жүзеге асырылды және әлемдік тәжірибеде алғаш рет металдың көміртектенуін жеңуге мүмкіндік берді [19]. Шихтаны қалпына келтіру балқыту барысында металды көміртектеу процесін реттеу шегінде болаттағы көміртектің шоғырлануы қағидатты жаңа технологиялық процесті құру перспективасын ашады [22, 23]. Бүкіл әлемде, соның ішінде жетекші металлургиялық компаниялардың бірі болып табылатын Thyssen Krupp компаниясында болат өндірісі тотықтырғыш балқыту арқылы жүзеге асырылады. Нәтижесінде бастапқыда "шикі" болат алынады, ол одан әрі көп сатылы экстракциялық өңдеуге жатады [24].

"Тараз-процесс" бойынша инновациялық технология әлемдік практикада алғаш рет болатты қалпына келтіру балқытуын жүзеге асырады. Сонымен қатар, балқытылған болат дайындалған күрделі темір рудасының шикізатынан барлық пайдалы легирленген металдарды сіңіреді және "шикі" емес, жоғары сапалы, әрі қарай пештен тыс өңдеуге жатпайды. Болаттың сапасына бастапқы шихтаның құрамын реттеу арқылы қол жеткізіледі және өнімнің құрамын алдын-ала болжауға болады.

Технологияны іске асыру шикіқұрамға енгізілетін компоненттердің санына байланысты бірден легирленген болатты қалпына келтіріп балқытудың үздіксіз процесін қамтамасыз етеді, аглоөндіріс, коксохимиялық өндіріс, домна өндірісі сияқты ірі қайта өңдеулерді болдырмайды. Мұндай ірі қайта өңдеудің қысқаруы күрделі шығындарды бірнеше есеге азайтады.

Әлемдік тәжірибеде "Мидрекс-процесс", "Нул-III-процесс", "Аусмель-процесс", "Ромельт-процесс" сияқты баламалы процестер құрылды. Бірақ олар реттелмейтін құрамның жартылай өнімін өндірумен шектелген, ал "Тараз-процесс" оның құрамын шихта құрамы бойынша реттеу мүмкіндігімен көміртегі жартылай өнімдерін өндіруді айналып өтіп, сапалы болаттың тікелей өндірісін қамтамасыз етеді. Процесс қолданыстағы демонстрациялық модульде сыналды және оны өнеркәсіптік ауқымда іске асыру темір мен болат металлургиясында революциялық өзгеріс енгізеді.

Қатты көміртегімен металды тікелей қалпына келтірудің принципті жаңа механизміне негізделген "Тараз-процесс" технологиясы шихтаны дайындаудан бастап болатты балқытуға дейінгі процестердің үздіксіздігін қамтамасыз етеді, тотығу процесін жояды және сол арқылы барлық пайдалы легирлеуші металдарды сақтайды және оларды бірден балқытылатын болаттың құрамына айналдырады.

Технологияны қолданыстағы технологиямен салыстырғанда іске асыру газ шығарындыларының 4 есе азаюына әкеледі, қатты көміртегімен ГВГ (ыстық тотықсыздандырғыш газдар) ауыстырудың арқасында құрамында металл бар қатты өнеркәсіптік қалдықтарды өңдеуді қамтамасыз етеді, үйінді шлактарының шығарындыларын бірнеше есе азайтады, кешеннен кокс-химия өндірісі, агло өндірісі сияқты лас өндірістерді жояды, іс жүзінде еңбек өнімділігін бірнеше есе арттырады.

Көріп отырғанымыздай, дәстүрлі технологияны "Тараз-процесс" технологиясымен алмастыру металлургия саласындағы ірі әлемдік проблеманың шешімі болып табылады. Оны іс жүзінде жүзеге асыру бүкіл технологиялық процестің басынан аяғына дейін жаңа металлургиялық қондырғыларды салу қажет болғандықтан кешіктіріледі, бұл үшін айтарлықтай инвестиция қажет.

Өзірленген теориялық ережелер ферроқорытпа өндірісінің қалпына келтіру-балқыту процестерін ұйымдастыруға да қолданылады. Бұл жерде дәстүрлі технология бойынша ферроқорытпаларды өндірудің болатты тотықтырғыш балқытудан айырмашылығы, тотықсыздандырғыш балқыту арқылы іске асырылатынын атап өткен жөн. Ферроқорытпалардың түзілу негізін әдетте қалпына келтірілуі қиын металдар-марганец, хром, ванадий және т.б. құрайды, сондықтан қалпына келтіру процесі қатты көміртекпен, оның үстіне шихтаның кен бөлігін балқытылған күйге айналдыру жағдайында жоғары температурада кокс көміртегімен жүзеге асырылады. Ферроқорытпа өндірісіндегі кокс шығыны негізгі екі рөл атқарады: 1) қалпына келтіретін реагент ретінде; 2) газ және балқыманың ағындарын кері сүзуге арналған қатты кокс саптамасы ретінде. Сондықтан металдарды стехиометриялық қалпына келтіруге оның шығынын реттеудің мүмкін еместігі әдеттегідей оның артық болуына және жоғары көміртекті ферроқорытпаларды алуға әкеледі.

Мұндай марганец сияқты металдар бағалы легирленген болат элементтері болып табылады және марганец қорытпалар түрінде оның өндіру стратегиялық маңызы бар.

3 Эксперименттік зерттеулер

3.1 Шихтаны металдандыру және темір-марганец қорытпаларын қалпына келтіретін балқыту жұмыстары бойынша ірілендірілген зертханалық кешенде эксперименттік зерттеулер жүргізу

Эксперименттік зерттеулер негізінен құрамында темір-марганец бар ұсақ қалдықтарды қолдануға негізделген. Олардан тиісті металдарды алу үшін, содан кейін темір-марганец қорытпаларын балқыту үшін үш компоненттен тұратын шихта дайындалды. Құрамында темір бар компонент ретінде темір оксиді (Fe_2O_3) және жұқарту (диірмен) шкаласы қолданылды. Олардың екеуі де бірдей химиялық құрамға ие, Fe_2O_3 және FeO темір оксидтерінен тұрады, олар 92,0-97,0% құрайды және болат жұқарту өндірісінің қалдықтары болып табылады. Шихтаның қалған екі компоненті сәйкесінше марганец және хромит кендерін байытудың ұсақ қалдықтары болып табылады. Олар марганец кендерінің (Қарағанды обл.) Жезді қаласының КБК (кен байыту комбинатында) түзіледі және іс жүзінде технологиялық процестерде пайдаланылмайды, сондықтан жинақталады.

Шихтаның бірінші компоненті - темір оксидтерінің жоғары концентрациясына және шлак түзетін концентрациялардың өте төмен болуына байланысты (3-5 %) агломерациялық және болат балқытатын шихтада шағын қоспалар ретінде дәстүрлі технологияда да қолданылатын жұқарту (диірмен) шкаласы. Бірақ бұл қалдықтарды пайдаланудың бұл әдісі мәжбүрлі және тиімді емес. Агломерат шихтаның шойын өндіруге арналған кенді бөлігі болып табылады, ал конвертерлік шихтаға қоспа шикі болат өндіруге арналған, әрі олар жүйелі сипатқа ие емес. Сонымен қатар, темірдің жоғары концентрациясы және жұқарту шкаласы мен темір оксидінде зиянды қоспалар мен шлак түзетін оксидтердің болмауы оларды жоғары құнды және қымбат металл өнімдерін өндірудің жоғары технологиялық процестерінде қолдануға лайық екендігін көрсетеді. Дәл осындай мақсат тәжірибелік зерттеулерде темір-марганец қорытпаларын жүйелі түрде өндіру үшін шихтаның негізгі компоненттерінің бірі ретінде қолданылған кезде жүргізілді.

Шихтаның тағы бір маңызды компоненттері болып марганец кендерін байытудан қалған ұсақ қалдықтар есептеледі. Тиісті концентраттар деп аталатын байытылған марганец кендерінің өзіндік құны өте жоғары және әдетте ферромарганец қорытпаларын өндірудің дәстүрлі технологиясында қолданылады. Қазақстанда марганец кендерінің Жезді КБК шикізат ресурстары базасында тиісті ферроқорытпа зауыттары жұмыс істейді. Бірақ олар сұрыпталған марганец кендерінің негізіндегі тиісті ферроқорытпаларды шығарады.

Өзірленіп жатқан технологияда бастапқы күйінде нөлдік өзіндік құны бар тиісті кен орындарында осы кендерді байытудан алынған ұсақ қалдықтарды пайдалану көзделеді.

Әрбір технологияның шикізат ресурстарын өңдеу үшін белгілі бір техникалық шарттары (ТШ) бар. Ферромарганецті өндірудің дәстүрлі технологиясы ТШ сәйкес тек сұрыпталған кендер мен металлургиялық коксты пайдаланады және тиісті кендерді байытудан ұсақ қалдықтарды қолдана алмайды, дегенмен ұсақ қалдықтарда марганецтің жеткілікті концентрациясы бар, олар қажетті стратегиялық металдар болып табылады.

Сондықтан, біздің "технология үшін шикізат емес, шикізатты өңдеу технологиясы" қағидатымызды басшылыққа ала отырып, осы жобаның авторлары сапасы бойынша стандартты ферроқорытпалардан кем түспейтін, тиісінше темір-марганец және темір-хромды қорытпаларды өндіру үшін құрамында темір-марганец және темір-хром бар қалдықтарды өңдеудің жаңа технологиясын әзірлеуге бағыт алды.

Мұндай технологияны әзірлеу және енгізу миллиондаған тонна қалдықтарды, сайып келгенде, ішкі нарықта сұранысқа ие және экспортталатын тауар өнімдеріне айналдыру перспективасын ашады.

Жоғарыда аталған барлық компоненттерде - жұқарту шкаласы, марганец және хромит кендерін байытудан алынған ұсақ қалдықтар - олардан алынған металдар темір, марганец, хром Fe_2O_3 , FeO , MnO_2 , Cr_2O_3 оксиді түрінде болады. Сондықтан тиісті металдарды алу қалпына келтіру процестерін ұйымдастыру қажеттілігімен байланысты. Темір мен болатты өндірудің дәстүрлі технологиясында темірді қалпына келтіру үшін негізінен CO мен H_2 -ден тұратын ыстық қалпына келтіруші газдар қолданылады. Ия, бұл жағдайда темірді қалпына келтірудің толықтығы 0,99 дейін жетеді. Ферроқорытпаларды өндірудің дәстүрлі технологиясында темірден басқа негізгі алынатын металдар марганец, хром, кремний болып табылады, оларды ыстық қалпына келтіруші газдар көмегімен металл күйіне келтіру мүмкін емес. Дәл сол жерде металлургиялық кокс негізгі қалпына келтіретін реагент ретінде қолданылады. Кокс көміртегі барлық металдарды жақсы қалпына келтіреді, бірақ жоғары температурада руда шикізатының балқытылған күйінде болады. Көріп отырғаныңыздай, көміртегі, қандай болса да – кокста немесе көмірде болса да, әмбебап төмендететін реагент болып табылады. Сондықтан технологияның дамыған нұсқасында шихтаның кен бөлігіне қалпына келтіретін реагент ретінде көмірдің өлшенген мөлшері қосылды. Металл оксидтері мен көміртегі бар реагент арасындағы байланысты қамтамасыз ету маңызды. Жоғарыда айтылғандай, ферроқорытпаларды өндірудің дәстүрлі технологиясында кен оксидтері мен кесек кокс арасындағы байланыс тек шихтаның кен бөлігін ерітіп, кокс бөліктерінің бетін жоғары температурада металл оксидтерінің сұйық балқымасымен жуу арқылы қамтамасыз етіледі (шамамен 1600-1700 °C).

Әзірленген технологияда ұсақ қалдықтар мен көмірді пайдалану жағдайында қалпына келтіру процесін ұйымдастырудың жаңа тактикасы қабылданды, оған сәйкес металл оксидтері мен көміртегі арасындағы байланыс шихтаны ерітуде емес, керісінше, шихта қоспасын одан да көп ұсақтауда қамтамасыз етіледі. Жүйені дисперсті және ультра дисперсті күйге

келтіру реактивтердің реакциялық бетінің қатты күйде көптеген мың есе тартылуына әкеледі, энергияның беттік әсерін тудырады. Осы әсердің арқасында металдарды қатты көміртеппен қалпына келтірудің басталу температурасы едәуір төмендейді және қалпына келтіру процестерінің жылдамдығы бірнеше есе артады. Осы әдіс бойынша темір-марганец-көміртегі бар шихтаны дайындаудан бастап темір-марганец қорытпаларын қалпына келтіретін балқытуға дейін ірілендірілген зертханалық кешендерде эксперименттік зерттеулер ұйымдастырылды. Жұмысқа дайындалған ірілендірілген зертханалық қондырғылар кешенді шихта алуды, оны шахталық пеште металдандыруды және силиттік, индукциялық пештерде металдандырылған өнімдерді балқытуды қамтамасыз етті. Құрамында темір-марганец-көміртегі бар шихтаны дайындау үшін марганец концентраты, марганец кендерін байыту қалдықтары, жұқарту шкаласы және көмір сияқты компоненттер пайдаланылды, олардың химиялық құрамы 1 кестеде келтірілген.

1 Кесте – Шихта компоненттерінің химиялық құрамы

Материалдардың атауы	Химиялық құрамы, %									
	Fe	FeO	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	C
Марганец қалдығы	12,3	4,8	28,32	25,27	10,25	1,78	0,55	0,9	0,21	-
Марганец концентраты	11,21	-	40,12	10,5	6,72	1,70	0,42	0,81	0,20	-
Жұқарту шкаласы	67,65	28,25	0,23	-	-	-	-	0,017	-	-
Ағаш көмір	-	-	-	-	-	-	-	0,37	-	98,0
Ескерту: * – қалған күл А ^с = 1,63.										

Жұқарту шкаласы Арселор-Миттал металлургиялық өндірісінің өнеркәсіптік қалдығы ретінде ұсынылған. Бұдан шығатыны, эксперименттік зерттеулер негізінен өнеркәсіптік қалдықтарды өндеуге және олардан тауарлық өнімдердің кондициялық үлгілерін алуға бағытталған.

1 кестенің деректерінен көріп отырғанымыздай, шихтаның кен бөлігінің барлық компоненттерінде алынатын металдар темір мен марганец болып табылады. Көріп отырғаныңыздай, марганец қалдықтарындағы темір 12,5% деңгейінде, ал марганец концентратында - 11,21 %. Қалдықтағы FeO құрамы 4,8% болып көрсетілген, яғни жалпы темірден 12,3 % $(12,3 - 0,777 \cdot 4,8) = 8,57$ % Fe₂O₃ түрінде болады, яғни Fe₂O₃ жоғары оксидінің концентрациясы $= 1,4285 \cdot 8,57 = 12,24$ %, ал FeO = 4,8 %. Марганец концентратында жалпы темірдің 11,21% концентрациясы Fe₂O₃ $= 1,4285 \cdot 11,21 = 16,02$ % концентрациясымен Fe₂O₃ ең жоғары оксиді түрінде болады, мұнда 1,4285 – байланысқан оттегі есебінен оксид массасының ұлғаюын ескеретін коэффициент.

Марганецтің концентрациясы жалпы марганец - Mn түрінде де ұсынылған. Шын мәнінде, ол MnO_2 оксиді түрінде болады. Қалған оксидті компоненттер – SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO қалпына келтіру қиын. Қалпына келтіретін балқыту процесінде олар қорытпаның құрамына енеді. Сондықтан оларды шлак түзетін оксидтер деп атайды. Бұл жерде SiO_2 шлак түзетін оксидтерінің қатарынан жоғары температурада қатты көміртеппен тікелей қалпына келтіріліп, ішінара қорытпаның құрамына енетінін атап өткен жөн.

Көріп отырғаныңыздай, шикіқұрамның кен бөлігінде темірдің негізгі жеткізушісі - жұқарту шкаласы, онда темірдің жалпы концентрациясы 67,65% Fe_2O_3 және FeO оксидтеріне бөлінеді. Іс жүзінде марганец жоқ. Бір жағынан марганец қалдықтары мен марганец концентратынан шихтаның кен бөлігінің қоспасы, екінші жағынан жұқарту шкаласы екі позициядан тұрады: 1) темір – марганец қорытпасын қалыптастыру; 2) темір мен марганецтің қатты фазалық қалпына келуін сату және металданған өнімнің пайда болуы.

Өртектегі металл оксидтерінің сериялық-фазалық түрлену принципіне сәйкес қатты көміртеппен металдардың қатты фазалық тотықсыздану заңдылықтары жобаның алдыңғы кезеңіндегі 2015 жылғы орындалған жұмыстардың есебінде егжей-тегжейлі сипатталған. Металды азайту тәртібі мен реттілігі осы оксидтің химиялық беріктігіне байланысты. Металл оксидтерінің химиялық беріктігінің термодинамикалық өлшемі диссоциацияның серпімділігі деп аталады, оның температураға тәуелділігі анықтамалықтарда көрсетілген. Диссоциацияның серпімділік реті неғұрлым жоғары болса, оксидтің химиялық беріктігі соғұрлым төмен болады. Жоғары темір оксидтері (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) және марганец (MnO_2 , Mn_2O_3) жоғары диссоциация серпімділігіне және төмен химиялық беріктікке ие. Сондықтан олар көміртегі бар дисперсті зарядта 500-600 °C төмен температурада да оңай қалпына келеді. Жоғары оксидтер төменгі оксидтерге ауысқан сайын: $Fe_3O_4 \rightarrow FeO$; $Mn_2O_3 \rightarrow Mn_3O_4 \rightarrow MnO$, соңғыларының химиялық беріктігі жоғарылайды және оларды қалпына келтіру айтарлықтай жоғары температурада жүреді. FeO 900 °C, ал MnO 1200 °C кезінде қалпына келе бастайды. 1000-1100 °C аймағында соңғы сатыдағы темір- FeO толығымен 98-99% қалпына келтіріледі, MnO -дан марганец қалпына келе бастаған кезде темір губканың жақтауын құрайды. Қатты көміртек қалдығының одан әрі жұмысы реакция арқылы MnO -дан марганецті азайту болып табылады



Реакция (2) арқылы азайтылған марганецті дайын темір матрицасына шығару реакцияның солдан оңға қарай жылжуына (1) сөзсіз әсер етеді.

Эксперименттік зерттеулерде темірдің марганецке массалық қатынасы реакцияны (1) және (2) жүзеге асыру үшін ғана емес, сонымен қатар қорытпаның берілген құрамын және шихта бірлігінен металдың шығуын алу

үшін де реттеледі. Көріп отырғаныңыздай, химиялық құрамы бойынша жұқарту шкаласында іс жүзінде шлак түзетін оксидтер болмайды, ал марганец қалдықтарында шлак түзетін оксидтердің жалпы массасы 53,88 %, ал марганец концентратында – 19,34% құрайды. Шихтаның құрамындағы жұқарту шкаласының массалық үлесінің ұлғаюы металдың шығуына және шихтаның массалық бірлігінен қорытпаның шығуының төмендеуіне әкеледі. Негізгі қызығушылық марганецті алу және оны темір-марганец қорытпасына ауыстыру болғандықтан, шихта марганец қалдықтары мен рудалардың жұқарту шкаласына берілген массалық қатынасында жасалды. Сондықтан, шихтаның құрамы бастапқыда марганец қалдықтарының массалық қатынасынан, құрамында темір бар қалдықтары бар марганец концентратынан – жұқарту шкаласынан тұрды: сәйкесінше 0,95-0,05; 0,90-0,10; 0,85-0,15; 0,80-0,20; 0,70-0,30. Осы массалық арақатынастарға сүйене отырып, қоспалардың орташа өлшенген химиялық құрамы анықталды, олар 2 кестеде келтірілген.

2 Кесте – Марганец қалдықтары мен марганец концентраты қоспаларының жұқарту шкаласы бар орташа өлшенген құрамы

Материалдар атауы	Химиялық құрамы, %									
	Fe	FeO	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	C
<i>Марганец қалдығы + жұқарту шкаласы:</i>										
0,95÷0,05	15,06	5,97	26,91	24,0	9,73	1,69	0,52	0,86	0,20	13,3
0,90÷0,10	17,83	7,13	25,50	22,74	9,22	1,60	0,49	0,80	0,19	13,4
0,85÷0,15	20,5	8,32	24,1	21,48	8,71	1,51	0,468	0,767	0,178	13,5
0,80÷0,20	23,37	9,49	22,70	20,22	8,20	1,42	0,44	0,723	0,168	13,8
0,70÷0,30	28,90	11,835	19,9	17,69	7,17	1,25	0,385	0,635	0,147	14,13
<i>Марганец концентраты + жұқарту шкаласы:</i>										
0,85÷0,15	19,67	7,025	34,13	8,925	5,712	1,445	0,357	0,691	0,17	16,8
0,80÷0,20	22,5	8,274	32,14	8,400	5,376	1,36	0,336	0,651	0,16	16,8
0,70÷0,30	28,13	10,771	28,15	7,35	4,704	1,19	0,294	0,572	0,14	16,8

Көмір түріндегі қатты көміртектің шығыны темір мен марганецті шикіқұрам қоспаларынан толық қалпына келтіру үшін анықталды. 2 кестенің соңғы бағанындағы көміртек 100 граммға артық көміртекті білдіреді. Темір-марганец қоспасының қоспалары. Металдарды – темір мен марганецті қалпына келтіру үшін көмірдің стехиометриялық мөлшерін қосу темір-марганец-көміртегі бар шихтаның материалдық тепе-теңдігін құруға мүмкіндік берді. Әрі қарай, міндет темір мен марганец оксидтерінің көмірдің қатты көміртегімен тиімді әрекеттесуі үшін қажетті жағдай жасау болды. Бұл міндетті шешу мынадай бірізді операцияларды іске асырудан тұрды: 1) жұқарту шкаласы, марганец қалдықтары немесе концентрат және ағаш көмір компоненттерінің массалық арақатынасын мөлшерлеу; 2) мөлшерленген компоненттерді араластыру; 3) құрамында көміртегі бар шихта қоспасын ұсақтау және фракциялардың дисперсті жүйесін 1,0 мм-ден кем алу; 4)

дисперсті жүйені түйіршіктеу; 5) фракцияның 8,0-20 мм түйіршіктелген көміртегі бар материалын кептіру және алу. Шихтаны дайындаудың мұндай тәртібі дәстүрлі технологиядағы шихтаны домна, шахта және электротермиялық пештерде өңдеуге дайындаудан түбегейлі ерекшеленеді. Осы дәстүрлі процестердің барлығында шихта тиісті агрегаттарға жеке қабаттармен тиелетін өңделген кен шикізаты мен металлургиялық кокстан тұрады. Сондықтан металдардың кокс көміртегімен тікелей азаюы қатты фазада емес, жоғары температура аймағында жүреді, онда зарядтың кен бөлігі ериді және оксид материалдарының балқуы кокс саптамасының қабаты арқылы сүзіледі.

Шихтаны дайындаудың жаңа принципіне сәйкес әр тегістелген немесе түйіршіктелген материалда дисперсті күйдегі темір, марганец және көмірдің қатты көміртегі оксидтері бір бөлшекте болады. Жалпы алғанда, құрамында көміртегі бар түйіршікті материал моношихта болып табылады. Мұндай моношихтаны шахта пешіне тиеу және шикіқұрамның қатты фазалық күйі деңгейінде қыздыру металдарды қатты көміртегімен қалпына келтіруге және металданған материал алуға әкеледі. Жобаның алдыңғы кезеңіндегі зертханалық зерттеулер (2015) темір мен марганецтің жоғары оксидтерін (MnO_2 , Mn_2O_3) тікелей қалпына келтіру мұндай жүйеде 600 °C-тан басталады, яғни қатты фазада. Температураның одан әрі 1000-1180 °C дейін көтерілуі темір мен ішінара марганецтің металл күйіне толық қалпына келуін қамтамасыз етеді. Жалпы алғанда, металдандырылған өнімді қатты күйде алуға болады.

Көміртекті шикіқұрамды дәстүрлі дайындықтан жаңа принцип бойынша дайындаудың артықшылығы мұнымен шектелмейді. Әрі қарай, өнімнің сапасына қатысты проблемалық міндет шешіледі. Дәстүрлі шихтаны дайындау және оны жеке қабаттармен домна пешіне және электротермиялық пешке салу жағдайында олардың әрқайсысында металдарды көміртегімен тікелей қалпына келтіру ағымы қалыпқа келмейді. Кокс қабаты әрдайым артық болады, онда металдар жоғары көміртектенеді, бұл балқытылған металдың сапасын төмендетеді.

Сондықтан домендік процесс және электротермиялық процесс сәйкесінше 4,0-4,5% көміртегі бар шойын мен 6-7% көміртегі бар карбондалған ферроқорытпаларды балқыту үшін мүлде жойылады. Бұл қалыптасқан процестер төмен және орташа көміртекті металл өнімдерін алу үшін жоғары көміртекті металдарды тазарту бойынша қосымша қайта бөлуді тудырады.

Құрамында көміртегі бар шихтаны жаңа қағидат бойынша дайындау құрамында көміртегі бар реагентті шихта құрамына нормаланған енгізуге негізделген, қатты көміртектің мөлшері оның алынатын металдарды қалпына келтіруге арналған стехиометриялық шығынына қатаң сәйкес келеді. Сондықтан, осындай моношихтаны қалпына келтіріп күйдіргеннен және балқытқаннан кейін сапасы бойынша металл өнімінің стандартты үлгілеріне сәйкес келетін төмен және орташа көміртекті металл мен қорытпаны алу

күтілуді. Осылайша, бастапқы көміртекті металды тазартумен байланысты бірқатар кейінгі қайта бөлу іс жүзінде алынып тасталады.

Үлкейтілген зертханалық қондырғыларда эксперименттік зерттеулер жүргізу өндірістік мәндерге жақын сенімді нәтижелер алуға мүмкіндік береді.

Дайындалған металл оксиді - көміртегі бар түйіршікті материал 500 °C дейін алдын ала қыздырылған шахта пешіне жүктелді, содан кейін 10 C/мин жылдамдықпен 1180 °C дейін қыздыруды жалғастырды. Содан кейін жүйе 40-50 минут ішінде 1200-1220 °C температура деңгейінде сақталды.

Эксперименттік зерттеулер барысында көміртекті металдардың қалпына келу өнімдері – температураның өзгеруі, газдың шығуы мен құрамы тіркелді. Үлкейтілген зертханалық шахта пешіндегі процесс параметрлерін өлшеу нәтижелері 3 кестеде келтірілген.

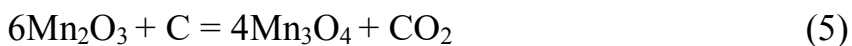
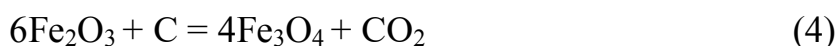
3 Кесте – Ірілендірілген шахта пешіндегі шикіқұрамды қалпына келтіріп күйдірудің ағымдағы параметрлері

τ, мин	t, °C	V _г , дм ³	CO ₂ , %	CO, %	Оттегі саны, кг	ΔR _i	R _Σ
0	500	0	0	0	0	0	0
11	600	70,0	55,0	45,0	0,077	0,053	0,053
23	700	140,0	76,0	24,0	0,175	0,120	0,173
36	800	185,0	88,0	12,0	0,248	0,171	0,344
50	900	340,0	70,0	30,	0,412	0,284	0,628
65	1000	205,0	18,0	82,0	0,172	0,118	0,746
80	1080	135,0	12,0	88,0	0,108	0,075	0,821
97	1100	25,0	6,0	94,0	0,019	0,013	0,834
ΔR _i - шихтаны қалпына келтірудің жиынтық дәрежесінің өзгеруі; R _Σ - шихтаны уақытында қалпына келтірудің жиынтық дәрежесін арттыру.							

Көріп отырғаныңыздай, газдардың шығуы 500 °C-тан басталды, бұл металдардың қатты көміртекпен тотықсыздану реакциясының басталуын білдіреді. Жүйеде оксидтердің химиялық беріктігінің ең әлсіз буыны- MnO₂. Сондықтан нәтиже, ең алдымен, реакция арқылы марганецтің жоғары оксидін қалпына келтіруге жатады



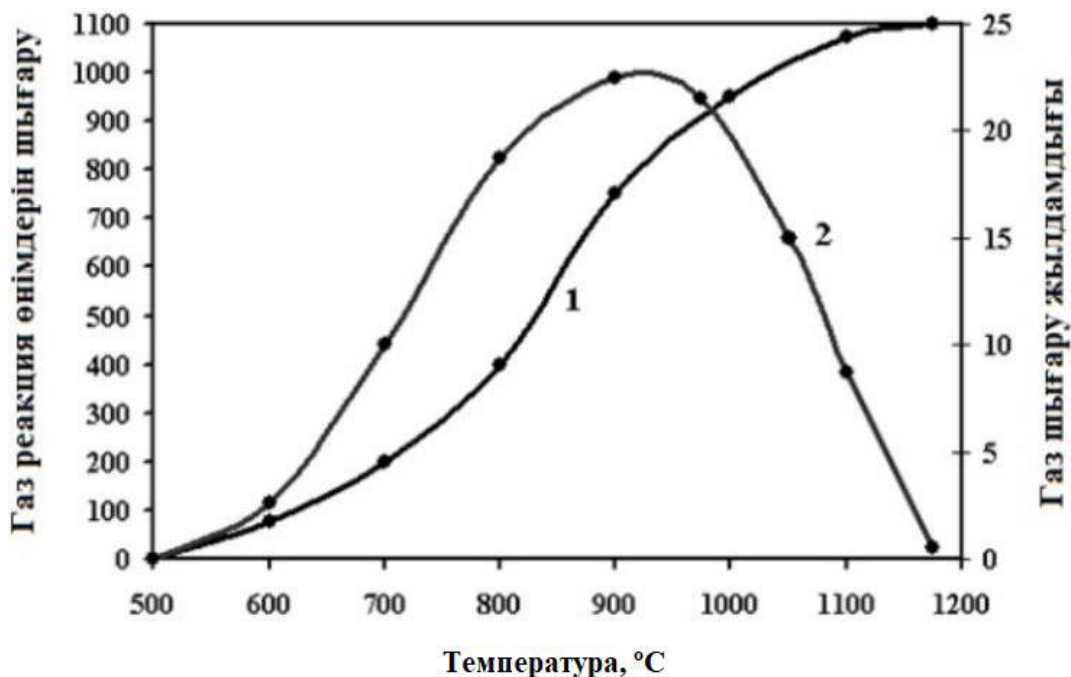
Температураның 600 °C-қа дейін көтерілуі жоғары Fe₂O₃ темір оксиді мен Mn₂O₃ марганецінің тотықсыздануын реакцияларға қосу арқылы газ шығарудың жоғарылауына әкелді



Газ құрамын талдау шығарылған газдағы CO_2 концентрациясының 85-90% - ға дейін жоғары екенін көрсетті.

Температура 800-900 °C-қа дейін жоғарылаған сайын, темір мен марганецтің Fe_3O_4 , FeO және Mn_3O_4 , MnO оксидтері тотықсыздану процесіне қосылды. Осыған байланысты CO газының концентрациясы сәйкесінше артып, CO_2 концентрациясы төмендеді.

Газ тәрізді өнімдердің температурадан шығуы мен шығу жылдамдығының өзгеру сипаты 1 суретте көрсетілген.



1 Сурет – Газдың жалпы шығуы – металдарды қатты көміртегімен қалпына келтіру өнімдері (1) және оның бөліну жылдамдығы (2)

Көріп отырғаныңыздай, кестеден температура көтерілген сайын 500 °C-тан бастап бөлінетін газдың мөлшері үнемі өсіп отырады. Әсіресе газдың қарқынды шығуы 700-900 °C температура аралығында болды. Бұл екі себепке байланысты. Біріншіден, төмендету реакциялары алдыңғы оксидтерге қарағанда химиялық тұрғыдан берік $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_{\text{мет}}$ және $\text{MnO} \rightarrow \text{Mn}_{\text{мет}}$ төменгі оксидтерінің фазасына өтеді. Екіншіден, металл оксидтерінің оттегін газдандыру кезінде жүйеде шикіқұрамның газдандырылған оттегінің аз бөлігі қалады. 2-ші график уақыт бірлігіне газдың бөліну жылдамдығын сипаттайды ($\text{дм}^3/\text{мин}$). Байқағаныңыздай, 600 °C-тан бастап газдың шығуы жылдамдыққа ие болады және максималды жылдамдығы $24 \text{ дм}^3/\text{мин}$ 900 °C-қа жетеді, содан кейін газдың шығу жылдамдығы біртіндеп 1180 °C температурада төмендейді, ол нөлге дейін жетіп, бұл газдың шығуын тоқтатуды білдіреді. Яғни, FeO темір оксидтері толығымен (98 %) металл күйіне өтті, ал MnO марганец оксиді жартысына дейін азаяды. Сондай-ақ ол металл күйіне толық қалпына келуі мүмкін еді, бірақ бұл үшін

температураны 1250-1300 °С дейін көтеру қажет болды. Қатты фазалы металдандырылған өнімді алу оны балқыту агрегатында қайта өңдеудің техникалық шарттарын (ТШ) толық қанағаттандырады. Балқыту пеші 1500-1650 °С температурада жұмыс істейтіндіктен, металданған өнімдегі марганецтің қалпына келтірілмеген бөлігі сөзсіз металл күйіне түсіп, балқыманың құрамына енеді.

Шахталық пештен металдандырылған өнім бірден сыйымдылығы 5 дм³ герметикалық болат камераға түсірілді, онда металдандырылған өнім салқындатылды. Осылайша, жоғарыда көрсетілген алты позицияның 2 кестесінде металдандырылған материалдар алынды. Металданған материалдардың әр нұсқасынан химиялық талдау 4 кестеде келтірілген.

4 Кесте – Металданған материалдардың химиялық құрамы

Материалдар атауы	Химиялық құрамы, %											
	Fe	Fe _{мет}	FeO	Mn	Mn _{мет}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P	C
<i>Марганец қалдығы + жұқарту шкаласы:</i>												
0,95÷0,05	18,82	18,40	0,54	33,60	20,12	30,00	12,16	2,11	0,65	0,91	0,22	2,6
0,90÷0,10	22,0	21,5	0,65	31,48	20,14	28,07	11,38	1,97	0,60	0,88	0,21	2,5
0,85÷0,15	24,84	24,35	0,63	29,21	17,6	26,03	10,55	1,83	0,567	0,86	0,2	2,12
0,80÷0,20	27,98	27,4	0,75	26,24	16,5	24,21	9,82	1,70	0,53	0,81	0,187	2,00
0,70÷0,30	34,00	33,32	0,87	23,41	14,4	20,82	8,43	1,47	0,45	0,706	0,163	1,82
<i>Марганец концентраты + жұқарту шкаласы</i>												
0,85÷0,15	23,06	22,0	1,36	40,01	26,00	10,46	6,7	1,7	0,418	0,81	0,2	3,15
0,80÷0,20	26,10	25,0	1,42	37,28	24,25	9,74	6,24	1,58	0,39	0,75	0,185	2,91
0,70÷0,30	32,18	30,6	2,03	32,02	21,0	8,41	5,38	2,50	0,34	0,65	0,16	2,52

4 кестедегі мәліметтерден көрініп тұрғандай, темір оксидтері толығымен металл күйіне дейін азаяды. Марганецке келетін болсақ, қалпына келтірілмейтін металл ретінде ол толығымен қалпына келтірілмейді. Марганецтің бір бөлігі шамамен 30% оксид түрінде қалады. Марганец оксидінің қалдық үлесі сөзсіз 4 кестенің соңғы бағанында көрсетілген қалдық көміртегімен жоғары температурада, яғни балқу кезінде азаяды.

Құрамында көміртегі бар шихтаны металдандыру нәтижесінде темір және марганец оксидтерінің оттегін қатты көміртекпен газдандыру есебінен оның массасы 18-20% шегінде азайды. Сонымен қатар, шлак түзетін оксидтердің массасы өзгерген жоқ және олардың концентрациясы айтарлықтай өсті. Егер қышқыл мен негізгі шлак түзетін оксидтердің қатынасына назар аударатын болсақ, марганец қалдықтары мен жұқарту шкаласынан тұратын зарядтағы SiO₂ + Al₂O₃ қышқыл оксидтерінің жалпы концентрациясы CaO + MgO = 1,8-2,75% негізгі оксидтерінің жалпы концентрациясында 40,0-ден 61,0% - ға дейін жеткенін көруге болады. Қалыптасқан құрамнан екі маңызды қорытынды шығады:

а) балқыту кезінде қышқыл және баяу балқитын қорытпаның пайда болуы күтіледі.

б) тіпті 1550-1600 °С жоғары температурада да қорытпаның тұтқырлығы соншалықты жоғары болады, сондықтан қорытпа қабаты арқылы металл балқымасын сүзу қиынға соғады.

Осыған байланысты қорытпаны балқыту режимін қамтамасыз ету қажет.

1 Шлақты режим

Металданған материалдардың химиялық құрамы шихтаның құрамын қалыптастыру кезінде марганец қалдықтары мен жұқарту шкаласының массалық қатынасына байланысты шлақтың шығуы мен металдың шығуын дәл бағалауға мүмкіндік береді.

Барлық SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO шлак түзетін оксидтері және металл оксидтерінің қалпына келтірілмеген бөлігі – FeO және MnO шлакқа өтеді. Сонымен, металданған өнім бірлігінен қорытпаның шығуын металлдандырылған өнімнің мына теңдеуі арқылы анықтауға болады

$$e_{\text{шл}} = 10^{-2} (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + 1,2858 \cdot (1 - R_{\text{Fe}}) \cdot \text{Fe} + 1,2909 \cdot (1 - R_{\text{Mn}}) \cdot \text{Mn}), \text{кг/кг} \quad (6)$$

$$e_{\text{шл}} = 10^{-2} (R_{\text{Fe}} \cdot \text{Fe} + R_{\text{Mn}} \cdot \text{Mn}) \cdot 1,08, \text{кг/кг} \quad (7)$$

Екінші жағынан, маңызды технологиялық көрсеткіш - бұл балқытылған металдың бірлігіне (1 кг немесе 1 т) есептелген шлақтың шығуы. Бұл көрсеткіш $e_{\text{шл}}/e_{\text{м}}$ қатынасы бойынша анықталуы мүмкін, яғни мына теңдеу бойынша

$$e'_{\text{шл}} = \frac{(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO} + 1,2858 \cdot (1 - R_{\text{Fe}}) \cdot \text{Fe} + 1,2909 \cdot (1 - R_{\text{Mn}}) \cdot \text{Mn})}{(R_{\text{Fe}} \cdot \text{Fe} + R_{\text{Mn}} \cdot \text{Mn}) \cdot 1,08}, \text{кг/кг} \quad (8)$$

мұндағы R_{Fe} , R_{Mn} - темір мен марганецтің қалпына келу дәрежесі,

сәйкесінше $R_{\text{Fe}} = 0,98$, $R_{\text{Mn}} = 0,75$;

1,2858 - Fe-нің FeO -ға ауысу коэффициенті;

1,2909 - Mn-дің MnO -ға ауысу коэффициенті.

Металлдандырылған өнім бірлігінен шлак пен металдың күтілетін шығулары және шлак пен металдың құрамдары (6) - (8) теңдеулер бойынша шығарылған және 5 және 6 кестелерде ұсынылған.

5 және 6 кестелерде келтірілген нәтижелерден марганец қалдықтарымен қоспадағы жұқарту шкаласының массалық арақатынасының 0,05-тен 0,30-ға дейін артуымен шлақтың шығуы дәйекті түрде азаяды және металдан жасалған өнім бірлігінен (кг/кг) металдың шығуы артады.

5 Кесте— марганец қалдықтары мен жұқарту шкалалары негізінде металдандырылған өнімдерді балқыту кезіндегі қорытпаның шығуы мен құрамы

Компоненттер қатынасы	Шлактың шығуы кг/кг	Металл құрамы, %					
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	MnO
0,95-0,05	0,5407	55,48	22,48	3,90	1,20	0,88	16,0
0,90-0,10	0,5071	55,35	22,44	3,88	1,18	1,14	16,0
0,85-0,15	0,4715	55,20	22,43	3,87	1,20	1,35	15,98
0,80-0,20	0,4375	55,30	22,40	3,86	1,21	1,64	15,45
0,70-0,30	0,3808	54,67	22,13	3,85	1,18	2,28	16,50

6 Кесте – Металдандырылған өнімдерден металдың шығуы және металдардың күтілетін құрамдары

Компоненттер қатынасы	Металлдың шығуы кг/кг	Шлак құрамы, %					
		[C]	[Si]	[Mn]	[Fe]	[S]	[P]
0,95-0,05	0,4532	0,60	0,34	59,31	39,32	0,032	0,030
0,90-0,10	0,4674	0,54	0,32	53,80	45,24	0,030	0,030
0,85-0,15	0,4770	0,52	0,30	49,00	50,00	0,031	0,032
0,80-0,20	0,4841	0,56	0,35	43,30	55,00	0,032	0,028
0,70-0,30	0,5205	0,55	0,37	36,00	63,00	0,033	0,030

Шлактың шығуы біртіндеп 0,5407 кг/кг-нан 0,3808 кг/кг-ға дейін төмендеді, ал металл шығысы 0,4532 кг/кг-нан 0,5205 кг/кг-ға дейін өсті. (8) теңдеу бойынша металл бірлігіне қорытпаның шығуын бағалау шаманы мынадай тәртіппен көрсетеді.

Компонент массаларының қатынасы	Шлактың шығуы кг/кг мет. пр.	Металлдың шығуы кг/кг мет. пр.	Металлдың кг/кг шлактың шығуы
0,95-0,05	0,5407	0,4532	1,1930
0,90-0,10	0,5071	0,4674	1,0850
0,85-0,15	0,4715	0,4770	0,9900
0,80-0,20	0,4375	0,4841	0,9037
0,70-0,30	0,3808	0,5205	0,7316

Көріп отырғанымыздай, 1 кг (немесе 1 тонна) металға қорытпаның шығуы 1,20 кг/кг-нан 0,7316 кг/кг-ға дейін өзгереді, бұл балқытуға және қорытпаның сұйық ағындылығын сақтауға кеткен жылу энергиясының шығыны, металды балқытуға қарағанда екі есе көп, яғни жылу балансына қатысты процестің тиімділігінің жеткіліксіздігін көрсетеді. Ферромарганец пен феррохромды өндірудің дәстүрлі технологиясында металға 1,8-2,0 т/т ферроқорытпа шегінде қорытпалық қатынасы да байқалады. Мұндай энергия жүктемесі ферроқорытпалардың өзіндік құнына әсер етеді.

Марганец концентраты мен жұқарту шкаласының қоспасынан жасалған металданған өнімдерде марганецтің 32,0-40,0% жоғары концентрациясы және $\text{SiO}_2 = 8,40-10,46 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,38-6,7\%$ шлак түзетін оксидтердің айтарлықтай төмен концентрациясы бар. Шлак пен металдың шығуы және олардың құрамдары 7 және 8-кестеде келтірілген.

7 Кесте – Марганец концентратын пайдалану кезінде қорытпаның шығуы және оның құрамы

Шихта компоненттерінің қатынасы	Шлактың шығуы кг/кг мет. пр.	Химиялық құрамы, %					
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	FeO	MnO
0,85-0,15	0,3190	32,79	21,00	5,32	1,30	1,84	32,34
0,80-0,20	0,2824	34,50	22,09	5,59	1,38	2,37	34,00
0,70-0,30	0,2571	32,71	20,90	9,72	1,32	3,19	32,12

8 Кесте – Марганец концентраты мен жұқарту шкаласы негізінде металдандырылған өнімдерден балқыған металдың шығуы және оның құрамы

Конц+жұқарту шкаласының компоненттерінің қатынасы	Металлдың шығуы кг/кг	Химиялық құрамы, %					
		[C]	[Si]	[Mn]	[Fe]	[S]	[P]
0,85-0,15	0,5461	0,56	0,35	58,60	40,22	0,030	0,031
0,80-0,20	0,5539	0,62	0,38	53,85	44,90	0,029	0,030
0,70-0,30	0,5715	0,58	0,32	44,83	54,10	0,028	0,030

Алынған нәтижелерден шлак пен металл шығуларының жай-күйі және олардың қатынастары төменде келтірілген

Конц+жұқарту шкаласының компоненттерінің қатынасы	Шлактың шығуы кг/кг мет. пр.	Металлдың шығуы кг/кг мет. пр.	Шлактың кг/кг металдың шығуы
0,85-0,15	0,3190	0,5461	0,5841
0,80-0,20	0,2824	0,5539	0,5098
0,70-0,30	0,2571	0,5715	0,4498

Марганец қалдықтары + жұқарту шкаласы және марганец концентраты + жұқарту шкаласы қоспалары негізінде алынған металданған өнімдердің құрамын салыстырмалы талдаудан бірінші қоспадан қорытпаның шығуы екінші қоспадан едәуір көп (бірнеше есе) болады. Металлдың өнімділігі, керісінше, бірінші қоспада екінші қоспаға қарағанда әлдеқайда аз. Бұл марганец концентратының + жұқарту шкаласының қоспасынан металданған өнімдерді марганец қалдықтарынан + жұқарту шкаласынан алудың

артықшылығын көрсетеді. Сонымен қатар, қорытпаның шығуы да, металдың шығуы да жұқарту шкаласының массалық үлесінің ұлғаюына байланысты өзгереді. Марганец қалдықтарындағы жұқарту шкаласының массалық үлесі 0,05-тен 0,3 кг/кг-ға дейін артқан кезде, шлақтың шығуы 0,5407 кг/кг-нан 0,3808 кг/кг-ға дейін төмендеді, ал металдың шығуы 0,4532 кг/кг-нан 0,5205 кг/кг-ға дейін өсті. Ұқсас өзгеріс марганец концентратымен қоспадағы жұқарту шкаласының массалық үлесіне байланысты болды, бірақ орташа болып келеді. Қоспадағы жұқартылған шкаланың массалық үлесі 0,15-тен 0,30 кг/кг-ға дейін өзгерген кезде, қорытпаның шығымы 0,3190 кг/кг-нан 0,2571 кг/кг-ға дейін төмендеді, ал металл шығымы 0,5461 кг/кг-нан 0,5715 кг/кг-ға дейін өсті. Демек, балқытылған металдың бірлігіне қорытпаның шығуы 0,5841-ден 0,4498 кг/кг-ға дейін төмендегенін көруге болады.

Марганец қалдықтары мен марганец концентратын пайдалану кезінде шлак пен металдың шығымдылығындағы осындай айтарлықтай айырмашылыққа қарамастан, пайда болған шлактардың құрамында жалпы тенденциялар қалады. Шлактар негізінен SiO_2 және Al_2O_3 қышқыл оксиді компоненттерінен тұрады. Бірінші нұсқадағы осы екі компоненттің жалпы концентрациясы 74-77 %, ал екінші нұсқада – 53-56,0% деңгейінде қалады. Шлақтың негізділігі $(\text{SiO}_2) / (\text{CaO})$ нөлге жақын.

Мұндай шлактарда металл өнімдерін балқыту іс жүзінде қиындық тудырады. Дәстүрлі технологиялық процестерде по $(\text{CaO})/(\text{SiO}_2)$ қорытпаның негізділігін әдетте шикіқұрамда зиянды қоспалардың - күкірт пен фосфордың болуына байланысты 1,2 – 1,9 деңгейінде ұстайды. Сондықтан қалыпты қорытпа режимін сақтау үшін қорытпаның негізділігін кем дегенде $w=1,2$ деңгейінде, әрине, әк енгізу есебінен орнату қажет. Шихта құрамына әкті қашан және қалай енгізу маңызды емес. Марганец қалдықтары негізінде шикізатты қайта өңдеудің дамыған технологиясы жағдайында шихтаның бастапқы құрамына ағынды енгізу қалпына келтіру процестерін жүзеге асыруға теріс әсер етеді. Бастапқы шихтадағы ағынның едәуір массалық үлесі металл және қатты көміртегі оксидтерінің концентрациясының тотығуына және олардың арасындағы тотықсыздану реакцияларының тежелуіне әкеледі. Сондықтан оны балқыту алдында металды өнімнің құрамына әк енгізген жөн. Әк өндірісі металлургиялық зауыттарда белсенді қолға алынған, өйткені ол барлық балқыту қондырғыларындағы қорытпа режимін реттеудің қажетті құрамдас бөлігі болып табылады. Және бұл өндіріс шикі әктастан жасалған шахта пештерінде алынады, оның негізгі компоненті CaCO_3 болып табылады. Өрт кезінде ол $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{іәәдәә}} \text{CaO} + \text{CO}_2$ реакциясы арқылы ыдырайды.

Толық күйдіруден кейін $\text{CaO} \approx 92\%$ құрамы бар әк алынады.

1 кг (немесе 1 т) металданған өнімге әк шығынын теңдеу арқылы анықтауға болады

$$U = \frac{B \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO}}{\text{CaO}_{\text{изв}} - B \cdot \text{SiO}_{2(\text{изв})}}, \text{ кг/кг}, \quad (9)$$

мұндағы В – күтілген шлақтың негізділігі;

SiO_2 , CaO – металлдандырылған өнімдегі оксидтердің концентрациясы, %;

SiO_2 (изв), CaO (изв) – әктастағы сәйкес өнімдердің концентрациясы.

Мысалы, $\text{SiO}_2=30,0$ %; $\text{CaO}=2,11$ %; $\text{CaO}_{\text{изв}}=92$ %; SiO_2 (изв)=2,5 % және $B=1,2$ болғанда әктас шығыны $U = \frac{1,2 \cdot 30 - 2,11}{92 - 1,2 \cdot 2,5} = \frac{36,0 - 2,11}{92 - 3,0} = \frac{33,89}{89,0} = 0,38$ кг/кг құрайды.

Металданған өнімнің құрамына кіретін ағынның бұл мөлшері қорытпаның шығуын одан әрі арттырады және металдың шығуын азайтады. Ферромарганецті өндірудің дәстүрлі технологиялық процестерінде ферромарганецтің 1 т-ға шлак шығымы әдетте 2,0 т/т - ға дейін жетеді және бұл өндірістің маңызды техникалық және экономикалық көрсеткіштері болып табылады.

Әк металлдандырылған өнімнің құрамына енгізілгеннен кейін балқытылған материалдың жалпы массасы артады. Негізділігі $B=1,2$ болған кезде металлдандырылған материалдардың орналасу қатары бойынша әктің үлестік шығындары және ерітілетін материалдың массасының ұлғаю коэффициенттері анықталды. Алынған техникалық көрсеткіштер келесі кестелерде келтірілген.

Марганец қалдықтары + жұқарту шкаласының қоспалары.

9 Кесте – Металлданғырылған өнімді флюстеу кезіндегі массалық көрсеткіштердің өзгеруі

Компоненттер қатынасы	Әктің шығыны, кг/кг	Массаның ұлғаю коэффициенті	кг/кг массадағы шлақтың шығуы	кг/кг массадағы металдың шығуы	кг/кг бірлік металға шлақтың шығуы
0,95-0,05	0,38	1,38	0,7461	0,3284	2,2719
0,90-0,10	0,3560	1,3560	0,6876	0,3447	1,9988
0,85-0,15	0,330	1,330	0,6271	0,3586	1,7487
0,80-0,20	0,3073	1,3073	0,5719	0,3703	1,5444
0,70-0,30	0,2642	1,2642	0,4814	0,4117	1,1692

Көріп отырғаныңыздай, жоғарыда келтірілген мәліметтерден марганец қалдықтарын пайдалану кезінде әк шығыны марганец концентратын қолданғанға қарағанда бірнеше есе көп. Бұл тиісті қолданылатын марганец материалының құрамындағы кремний концентрациясына байланысты.

2 металлданғырылған материалдарды қалпына келтіретін балқыту.

Екі нұсқа бойынша металлданған өнімдер ағынды әк қоспаларымен балқытуға дайындалды. Металлданғырылған өнімдер жеткілікті жоғары магнит өткізгіштікке ие болды, сондықтан дайындалған 45AB CЧВ индукциялық пешіне 3,0 кг порция бойынша дәйекті түрде жүктелді.

10 Кесте - Марганец концентраты және прокаттық окалина қоспасы

Компоненттер қатынасы	0,85-0,15	0,80-0,20	0,70-0,30
Өктің шығыны, кг/кг	0,1219	0,1135	0,0853
Массаның ұлғаю коэффициенті	1,1219	1,1135	1,0853
кг/кг массадағы шлақтың шығуы	0,3578	0,3144	0,2790
кг/кг массадағы металлдың шығуы	0,4867	0,4974	0,5266
кг/кг бірлік металлға шлақтың шығуы	0,7351	0,6321	0,5298

Металл материалдарды балқыту үшін оны 1500-1600 °C дейін көтеру қажет болды, онда материал балқытылған күйге өтті. Бір балқыманың ұзақтығы көрсетілген температураға дейін тиеу мен қыздыруды өлшеуді ескере отырып, 2,5-3,0 сағатты құрады.

Металл материалдарды балқыту үшін оны 1500-1600 °C дейін көтеру қажет болды, онда материал балқытылған күйге өтті. Бір балқыманың ұзақтығы көрсетілген температураға дейін тиеу мен қыздыруды өлшеуді ескере отырып, 2,5-3,0 сағатты құрады.

1550-1600 °C температурада материал толығымен ерігеннен кейін, қалпына келтіру процестерін аяқтау және металл мен шлақтың құрамын теңестіру үшін балқытылған масса 20 минут ішінде сақталды. Балқыманың массасы индукциялық пештің корпусын арнайы дайындалған және төселген пісіру парағына еңкейтіп құйылды. Салқындағаннан кейін металл мен шлак бір-бірінен бөлінді, яғни қатты күйде, өйткені олар противень қабаттарында орналасқан.

11 Кесте – Балқытылған темір-марганец қорытпаларының шығуы және химиялық құрамы

Нұсқалар бойынша қорытпалар үлгілері	Металлдың шығуы, кг/кг масса	Химиялық құрамы, %					
		[C]	[Mn]	[Fe]	[Si]	[S]	[P]
Марганец қалдығы+ жұқарту шкаласы:							
0,95-0,05	0,3310	0,56	59,85	40,05	0,38	0,029	0,031
0,90-0,10	0,3525	0,58	54,66	44,23	0,36	0,030	0,032
0,85-0,15	0,3712	0,48	50,18	48,65	0,41	0,026	0,030
0,80-0,20	0,3808	0,49	45,42	53,48	0,42	0,028	0,029
0,70-0,30	0,4315	0,52	37,53	61,15	0,46	0,030	0,033
Марганец концентраты + жұқарту шкаласы							
0,85-0,15	0,4985	0,52	62,56	39,32	0,41	0,026	0,030
0,80-0,20	0,5126	0,58	56,68	44,12	0,43	0,028	0,031
0,70-0,30	0,5345	0,53	48,64	52,18	0,38	0,029	0,032

Балқытылған және салқындатылған металдар дәйекті түрде өлшеніп, өңделді. Әр металл құймасынан химиялық талдау жүргізу үшін сынамалар алынды. Сонымен, төменде 11, 12 кестелерінде металдардың шығуы және олардың химиялық құрамы туралы нәтижелер берілген.

12 Кесте – Шлактың шығуы және химиялық құрамы

Шихта құрамының нұсқалары бойынша шлактар	Металлдың шығуы, кг/кг масса	Химиялық құрамы, %					
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	MnO
Марганец қалдығы+ жұқарту шкаласы:							
0,95-0,05	0,6610	34,34	13,32	41,60	0,711	0,51	9,48
0,90-0,10	0,6300	34,44	13,31	41,42	0,70	0,67	9,52
0,85-0,15	0,5709	34,42	13,89	41,16	0,75	0,73	9,91
0,80-0,20	0,5439	32,27	13,80	40,87	0,70	1,02	9,52
0,70-0,30	0,4868	33,80	13,68	40,57	0,71	1,41	9,79
Марганец концентраты + жұқарту шкаласы							
0,85-0,15	0,3656	25,49	16,32	30,63	0,93	1,45	23,82
0,80-0,20	0,3442	25,39	16,66	30,47	1,02	1,74	23,07
0,70-0,30	0,3068	25,26	16,23	30,30	1,02	2,47	22,70

Алынған нәтижелерден қорытынды процесте марганец қалдықтары негізінде жасалған шикіқұрамнан құрамында 37,0-ден 59,0% - ға дейінгі марганец бар темір-марганец қорытпасы алынғанын көруге болады, бұл ФМ45 және ФМ65 ферромарганецінің стандартты қорытпаларының қайта бөлінуіне кіреді. Тауарлық марганец концентраты негізінде жасалған шихтадан құрамында 48,0-62,0% шегінде марганец бар темір-марганец қорытпасы алынды, бұл жоғары сапалы стандартты қорытпаларға толық сәйкес келеді.

Шихтаны дайындаудың және одан кейінгі металлургиялық процестердің ерекшелігі - дайындалған түйіршікті материал металл оксиді-көміртегі бар материал болып табылады, ал қолданыстағы дәстүрлі технология металл оксиді материалы болып табылатын марганец концентратын қолданады. Бірінші жағдайда металл оксиді - көміртегі бар материалдағы темір мен марганец ішкі көміртегімен, ал металл оксиді материалында сыртқы, бөлек енгізілген кокс көміртегімен қалпына келеді. Сондықтан, соңғы жағдайда әрбір бөлік 3-4 сағат ішінде қалпына келтіріледі, ал бірінші жағдайда ол 1-1, 5 сағат ішінде қалпына келтіріледі. Шикіқұрамның құрамына енгізілген көмір, бірінші жағдайда, әдетте орман ағаштарынан алынған көмір емес, ауылшаруашылық органикалық қалдықтарынан – сабан, үгінділер, құрғақ мақта сабақтарынан және т. б. алынған, сондықтан оның құны әдеттегі көмірдің бағасынан бірнеше есе төмен, тіпті шамамен 2 есе кокс құнынан төмен.

Сонымен қатар, 60-65% Mn ферромарганецті өндіру кезінде 1 тонна ферромарганецті балқыту үшін кокс шығыны 550-600 кг/т-ға жететіні белгілі. Дамыған технология бойынша біз өндіретін көмірдің шығыны марганец қалдықтарынан шикіқұрамды өңдеу кезінде 350-ден 400 кг/т-ға дейін және марганец концентратынан тұратын тауарлық шикізаттан шикіқұрамды өңдеу кезінде 325-тен 350 кг/т-ға дейін жетеді.

Марганец қалдықтарына негізделген шихтаны өңдеу кезінде қалдықтардың бастапқы күйінде (олар миллиондаған тонна жинақталған) өзіндік құны жоқ екенін ескеру қажет. Олардың өзіндік құны оларды тасымалдау және пайдалануға дайындау нәтижесінде қалыптасады және тауарлық концентраттың үшінші бөлігінен аз болады. Сондықтан, өзіндік құнның төмендігі және кокс шығынын болдырмау нәтижесінде балқытылған қорытпалардың өзіндік құны айтарлықтай төмендейді, ал олардың нарықтық құны сақталады. Көріп отырғанымыздай, әзірленіп жатқан технологиялық процесс қалдықтарды құнды тауар өнімдеріне айналдыруға және шикізат экономикасын индустриалды экономикаға айналдыруға бағытталған.

Техникалық көрсеткіштерге әсер етуіне қарамастан, марганец қалдықтарының негізінде жасалған шихтаны қайта өңдеу кезінде ағынның шығыны мен қорытпаның шығымы технологиялық шешімге ие. Біріншіден, шлактағы марганец оксиді – (MnO) концентрациясының жоғарылауы шлақтың сұйықтығының жоғарылауына әкеледі және шлак режимін жақсартуға бағытталған. Екіншіден, SiO₂ оксидтерінің бір бөлігін азайту мүмкіндігін ескере отырып, құрамында көміртегі бар шикіқұрамдағы қатты көміртектің стехиометриялық шығынын реттеу төмендегі реакцияларға сәйкес оның шлак құрамындағы концентрациясын төмендетеді:



Реакция бойынша қалпына келтірілген кремний (10) темір матрицасында бірден ериді және балқыту кезінде ферросилиций түзіледі. Бұл реакцияның дамуы күрделі қорытпаның – ферросиликомарганецтің пайда болуына әкелуі мүмкін. Марганецті қалдықтан кремнийді қалпына келтіруге шихта құрамына реакцияны іске асыруға (10) және (11) қосымша мөлшерді енгізу қажет. Қалпына келтіретін реагент ретінде енгізілген көмірдің мөлшерін осы теңдеу бойынша анықтауға болады

$$g_{\text{жг}} = 0,4 \cdot \frac{\Delta\text{SiO}_2}{C_{\text{жг}}}, \text{ кг/кг металлизированного продукта} \quad (12)$$

мұндағы ΔSiO_2 – қалпына келтіруші SiO₂ концентрациясы, %;

$C_{\text{жг}}$ – көмір құрамындағы көміртегі концентрациясы, %.

Егер 10% SiO₂ тотықсыздандырғышы металдандырылған өнімде оның жалпы концентрациясы 30% қажет болса, онда көмір шығыны металдандырылған өнімнің

$$g_{\text{ж}} = 0,4 \cdot \frac{10}{95} = 0,042, \text{ кг/кг құрайды}$$

Бұл жағдайда металдың құрамына енетін кремнийдің қалпына келтірілген келесі мөлшері пайда болады

$$m_{\text{si}} = \frac{28}{24} \cdot g_{\text{ж}} = 1,166 \cdot 0,042 = 0,089, \text{ кг/кг.}$$

Процесті жүзеге асыру қорытпаның шығуын азайтуға және металл шығымдылығын арттыруға әкеледі.

Марганец қалдықтарынан + 0,95-0,05 массалық көмірі бар жұқарту шкаласынан тұратын SiO₂-ні қалпына келтіруге көмірдің артық массалық үлесі бар шихтаны дайындау бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Енгізілетін көмір массасының 0,022 кг/кг шихтадан 0,080 кг/кг-ға дейін дәйекті ұлғаюы және металдандыру және қалпына келтіру балқыту бойынша эксперименттер жүргізу металл мен шлакта кремнийдің таралуының нәтижелерін алуға мүмкіндік берді. Қалпына келтіру күйдіруі мен қалпына келтіру балқымасының нәтижелері 13 және 14 кестелерде ұсынылған.

Алынған металл өнімдерінің үлгілері көмір массасының өсу реті бойынша 1450 °C температурада силит пешінде балқытылды.

Қорытылған қорытпалардың алынған үлгілерінде келесі химиялық қосылыстар болды.

Көріп отырғанымыздай, артық көмір үлесінің артуымен қорытпадағы кремний концентрациясының 2,68% - дан 8,75% - ға дейін жоғарылауы байқалады. Қорытпадағы кремний мен марганецтің жалпы концентрациясы 65,0% - дан асты, іс жүзінде ферросиликомарганец болып табылады, ол металлургияда шикі болаттың деоксидтендіргіші және дайын болаттың легирленген қорытпасы ретінде де сұранысқа ие.

13 Кесте – Ағаш көмірінің артық шығынына байланысты металданған өнімдер құрамының өзгеруі

Ағаш марганец қалдығы+жұқарту шкаласы 0,95-0,05, кг/кг	Химиялық құрамы, %												
	Fe	Fe _{мет}	FeO	Mn	Mn _{мет}	Si _{мет}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Si	P	C
0,022	18,10	17,73	0,47	32,30	19,90	0,12	28,60	11,69	2,03	0,63	0,85	0,21	2,63
0,035	18,18	17,80	0,48	32,46	19,50	0,13	28,70	11,75	2,04	0,62	0,86	0,21	2,63
0,055	18,80	18,40	0,52	32,8	20,40	0,15	29,50	12,00	2,10	0,64	0,87	0,20	2,67
0,080	19,00	18,6	0,56	32,90	20,62	0,18	29,90	12,28	2,13	0,66	0,89	0,22	2,70

Кремний диоксидінің едәуір бөлігінің шикіқұрамнан қорытпаға ауысуына байланысты оның шлактағы концентрациясы едәуір төмендеді, бұл шлақты флюстеу үшін әк шығынын азайтуға мүмкіндік берді. Шлактағы едәуір концентрация (MnO) (16% - ға дейін) әктің ең аз шығыны кезінде қорытпаның сұйықтығының жоғарылауына ықпал етті.

14 Кесте – Балқытылған қорытпалар үлгілерінің химиялық құрамы.

Шихтадағы көмірдің артық шығыны кезіндегі балқыма+жұқарту шкаласы 0,95-0,05 кг/кг	Металл шығуы, кг/кг	Балқыма құрамы, %					
		[C]	[Si]	[Mn]	[Fe]	[Si]	[P]
0,022	0,4766	0,56	2,68	58,82	37,25	0,032	0,031
0,035	0,4906	0,52	4,06	87,32	37,95	0,031	0,031
0,055	0,5120	0,54	6,12	57,85	35,28	0,035	0,032
0,080	0,5374	0,58	8,75	56,92	33,52	0,033	0,030

3.2 Үлкейтілген зертханалық кешендегі эксперименттік жұмыстардың нәтижелерін талдау

Үлкейтілген зертханалық кешендерде тәжірибелік жұмыстарды орындау міндеті өндіріске жақын жағдайларда сенімді нәтижелерге қол жеткізу болды, осылайша одан әрі даму құнды және нарықта сұранысқа ие өнімдер – темір-марганец қорытпаларын өндіру үшін құрамында темір бар өнеркәсіптік қалдықтармен бірге ұсақ марганец қалдықтарын тиімді өндеудің жаңа технологиясын алға тартты. Өздеріңіз білетіндей, ұсақ марганец пен қалдықтар байыту фабрикаларында тиісті кендерді байытудан пайда болады және жиналады. Ферромарганецтің заманауи өндірісі ферроқорытпа өндірісінде әдетте тиісті концентраттар деп аталатын тиісті байытылған кендерге негізделген. Әдетте тау-кен саласында ұсақ темір кені концентраттарын концентраттар деп аталады. Олардың гранулометриялық құрамы әдетте 1,0 мм фракциядан төмен. ұсақталған темір кені магниттік бөлумен байытылған, онда бастапқы Кендегі Темірдің концентрациясы 30% концентратта 60% дейін артады. Бірақ марганец кенінің шикізаты магнит өткізгіштікке ие емес. Сондықтан осы бастапқы кендерді байыту әдетте сумен немесе ауыр суспензиямен жуылады. Бұл жағдайда үлкен және тығыз бөліктер орналасады, ал кішкентай фракциялар қалқып, бөлек контейнерге біріктіріледі. Марганец кендерін байыту осылай жүреді. Осындай байыту нәтижесінде марганец оксидтері негізінен үлкен және тығыз бөліктерге шоғырланған. Сондықтан оларды концентраттар деп атайды. Темір кені концентраттары әдетте түйіршік тастар немесе агломерат түрінде дөңгелектенеді және одан әрі шахталық пештерде металдануға ұшырайды. Кесілген темір кені материалдарының көп бөлігі қалпына келтіру және балқыту процестері жүзеге асырылатын домна пештерінде өңделеді. Домендік процесте Домна пешінің шахтасындағы түйіршік тастар мен

агломерат алдын ала металдандырылады, ал төменгі бөлігінде шойын қалыптастыру үшін ерітіледі. Бұл жағдайда Домна пешінің зарядындағы негізгі тотықсыздандырғыш реагент ыстық тотықсыздандырғыш газдар (ГВГ), ал төменгі Жоғары температуралы балқыту аймағында – кокс көміртегі болып табылады.

Марганец кендеріне (немесе концентраттарға) келетін болсақ, металдандыру процестері технологиялық циклде қамтамасыз етілмейді, өйткені марганец, оның оксидтерінен тотықсыздандырғыш газдармен – CO және H_2 , яғни ГВГ-мен металл күйіне келтірілмейді. Сондықтан негізгі міндеті ферромарганец өндірісі болып табылатын марганец концентраттарын қайта өңдеудің дәстүрлі технологиясында марганецті қалпына келтіру шикіқұрамның кенді бөлігін балқытумен біріктірілген. Сонымен қатар, электротермиялық пешке шикіқұрамның кенді бөлігі құрамында тиелген кокс көміртегі де тотықсыздандырғыш реагент болып табылады.

Үлкейтілген зертханалық кешендердегі эксперименттік зерттеулерде темір-марганец-көміртегі бар түйіршікті материалдарды дайындау және оларды шахталық зертханалық пеште металдандыру қарастырылған. Сонымен қатар, тәжірибелі шахта пешінде дайындалған түйіршікті материалдарды металдандыру жүзеге асырылады. Осыған байланысты, көріп отырғанымыздай, шахта пештерінде металдалған темір рудасының түйіршіктерін өндірумен ұқсастық бар. Алайда, бұл ұқсастық мазмұны жағынан айтарлықтай айырмашылыққа ие. Егер шақталған темір кені материалдарын металдандыру үшін өндірістік шахта пештеріне тотыққан темір кені шекемтастары тиелген болса және олар ГВГ ағынымен толық металдандырылған болса, онда ірілендірілген зертханалық шахта пешіне тотыққан марганец - және құрамында хром бар шекемтастарды тиеген кезде оларды ГВГ ағынымен металдандыру мүмкін емес. Марганец пен хромды металдандыру үшін басқа күшті тотықсыздандырғыш болуы керек. Бұл өте күрделі мәселені шешу технологиялық процестерді ұйымдастырудың жаңа тәсілдері негізінде табылды, біріншіден, заряд компоненттерін дайындау, екіншіден, қатты көміртекті дисперсті зарядтың құрамына енгізу және оны темір ғана емес, марганец пен хромды төмендететін реагент ретінде пайдалану. Шахта пешіне тиеу бірінші нұсқада таза оксидті темір рудасының түйіршіктері, ал екінші нұсқада темір-марганец-көміртегі бар түйіршіктер түбегейлі айырмашылыққа ие. Шихта қабатын бірінші нұсқада ГВГ ағынынсыз қыздыру ешқандай физика-химиялық түрлендірулер бермейді, ал екінші нұсқада заряд қабатын қыздыру тіпті газ ағыны болмаса да, қабат қызған сайын қатты көміртеппен темір, марганец және хром оксидтерінің тікелей азаюы күшейеді. Сондықтан түйіршік тастарды дайындау кезінде металдандыру процесін жүзеге асыру үшін олардың құрамына көміртектің қажетті мөлшері енгізілген, ол әр түйіршік тастың көлемінде біркелкі бөлінеді және металл оксидтерімен байланыста болады. Осылайша, шихтаны дайындаудан бастап металдандырылған өнімдерді қатты фазалық қалпына келтіру мен қалпына келтіру балқымасын іске асыруға дейінгі бүкіл процесс

бір жағынан газдандырылатын шихта оттегі теңгерімін және екінші жағынан шихта құрамындағы көміртектің тиісті теңгерімін қатаң есепке ала отырып ұйымдастырылған. Шихтаның газдандырылатын оттегінің теңгеріміне азайтылатын металдардың – темір мен марганецтің оксидтерінің оттегі жатады. Негізінде, оттегі және басқа да металл емес оксидтердің қоспасы – SiO_2 , Al_2O_3 және т.б. газдандырылуы мүмкін, бірақ шахта пешіне қарағанда жоғары температурада газдандырылады. Шахталық пештің қабылданған температуралық режимі 1000-1150 °C деңгейінде және көміртектің салынатын мөлшері шикіқұрамдағы металл оксидтері шегінде оттегінің газдандырылуын шектейді.

Құрамында темір-марганец-көміртегі бар шекемтастарды қалпына келтіріп күйдіру процесінде зертханалық шахта пешінде әртүрлі құрамдағы қатты фазалы металдандырылған материалдардың үлгілері алынды. Металданған материалдардың құрамы құрамында темір бар және марганец бар оксидті материалдардың массалық арақатынасын өзгерту арқылы реттелді. Металдандырылған материалдардың құрамын жүйелі түрде реттеу металдың шығуы және өнімнің массалық бірлігінен қождың шығуы және балқытылған металдың массалық бірлігі сияқты техникалық көрсеткіштерге әсер етті.

Тәжірибелік зерттеулердің ерекшелігі марганец кендерін байытудан алынған қалдықтарды ғана емес, сонымен қатар құрамында темір бар өнеркәсіптік қалдықтарды – прокат шкаласы мен темір оксиді 66,0-68,0 %. Құрамында темір бар қалдықтарды марганец қалдықтарына енгізу тотықсыздану кезінде темір матрицасын құрудың және металл өнімдерін балқыту кезінде металл шығымдылығын арттырудың қажетті шарты болды.

Құрамында металл бар ұсақ қалдықтарды кондициялық темір-марганец қорытпаларын өндіру технологиясында тікелей пайдалану жаңа материалдарды алудың бірегей технологиясын әзірлеуге және өндірістің экологиялық қауіпсіздігін бір мезгілде қорғауға бағытталған. Сондықтан теориялық және эксперименттік зерттеулерде көпжақты экспериментальды жұмыстардың нәтижелерінің сенімділігі принципі сақталды.

Прокат шкаласы мен марганец қалдықтарынан тұратын офлюстелген көміртегі бар шихтаны өңдеу кезінде марганец қалдықтарының массалық қатынасы өзгерген кезде металдандырылған өнімдер алынды – прокат шкаласы: 0,95-0,05; 0,90-0,10; 0,80-0,20; 0,70-0,30. Металдандырылған өнімдерді қалпына келтіру арқылы бірқатар темір-марганец қорытпалары алынды, олардың өнімділігі мен құрамы марганецтің жаппай қатынасына – прокат шкаласына байланысты өзгерді.

Металдандырылған өнім бірлігінен темір-марганец қорытпаларының шығымы тонналық бірлікке қайта есептегенде 0,4866-дан 0,5374 т/т-ға дейін, ал темір-хромды қорытпалардың шығымы 0,4930-дан 0,5938-ге дейін өзгерді. Алынған қорытпалардың құрамын талдау темір-марганец қорытпаларындағы марганецтің концентрациясы $[\text{Mn}] = 58,82$ -ден 56,92% - ға дейін өзгергенін көрсетті.

4 Экономикалық бөлім

4.1 Ұсақ марганец кендерінен феррохром алу технологиясының болжамдық техника-экономикалық есебі

Осы әзірлеу негізінде өндірісті ұйымдастыру және оның тиімділігін дәстүрлі технология бойынша ұқсас ферроқорытпаларды өндірумен салыстырғанда салыстыру мүмкіндігін ескере отырып, темір-марганец қорытпаларын өндірудің болжамды шығындары бағаланды.

15 Кесте– Марганец кендерін байытудан ұсақ қалдықтар негізінде темір-марганец қорытпаларын өндіру шығындары

Шығын баптары	Бірлік өлше м	Баға	Шығын	Сума	Ескерту
Марганец қалдығы	т	30	2,3	69,0	тах бағасы алынған
Прокат шкаласы	т	40	0,23	9,2	Шынайы баға
Ағаш көмірінің реагенті	т	200	0,322	64,4	Өндірістің өзінің бағасы
Табиғи газ, 1000 м ³	м ³	170	0,2	34,0	Шынайы баға
Сығылған ауа, 1000 м ³	м ³	50	1,0	5,0	
Су	т	2	2,6	4	
Бу	т	3	3,0	9	
Электроэнергия	кВт·ч	0,07	180	12,6	Қолданыстағы баға
<i>Материалдық және энергетикалық шығындар жиынтығы</i>				207,2	
Еңбек төлемі				40,0	
Амортизациялық аударымдар				20,0	
Транспорт				35,0	
<i>Жиыны</i>				95	
<i>Зауыттың өзіндік құны</i>				302,2	

Өндіріс кезінде 1 500 т/айына 18 000 т/жылына

1) Өндіріске арналған шығындар

$E = 18\,000 \cdot 302,2 = 5\,439\,600$ АҚШ долл.;

2) Өнімді сатудан түскен табыс 1 500 АҚШ долл.

$E = 18\,000 \cdot 1\,500 = 27\,000\,000$ АҚШ долл. /жыл;

3) Қосымша құнға қойылатын салық $\Delta E = 324\,000$ АҚШ долл. /жыл;

4) Пайда $\Delta E = 27\,000\,000 - 5\,439\,600 - 3\,240\,000 = 18\,320\,400$ АҚШ долл. /жыл;

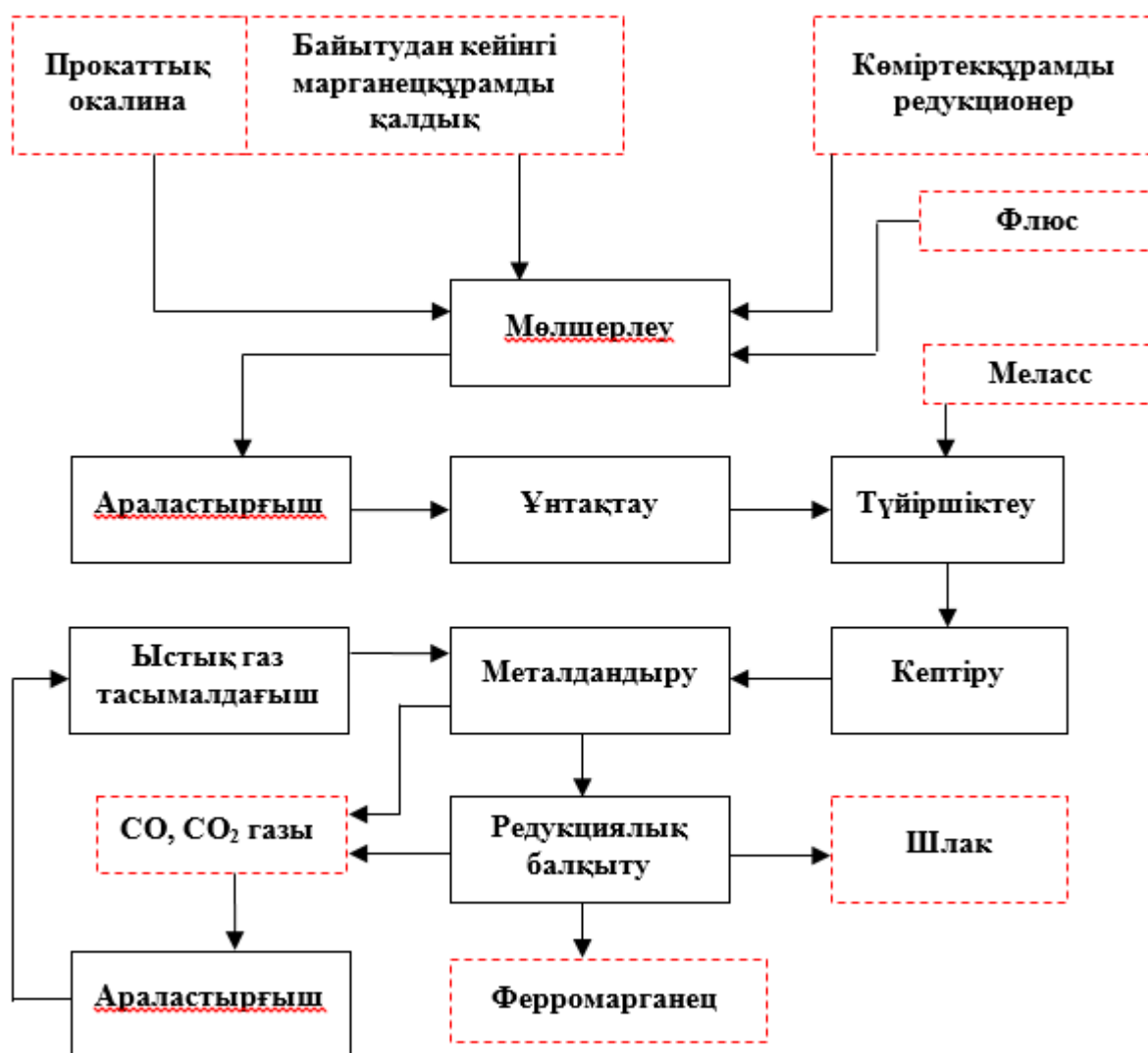
5) Пайдаға салынатын салық 30 % $\Delta E_{н.п} = 546\,120$ АҚШ долл. /жыл;

6) Таза пайда $E_{пр} = 18\,320\,400 - 546\,120 = 17\,774\,280$ АҚШ долл. /жыл.

Мұндағы таза пайда 12 800 000 АҚШ долларын құрайды және ол өндірістік кешен салуға және қажетті жабдықтар мен бақылау-өлшеу жабдықтарын сатып алуға күрделі шығындарды жабуға жеткілікті. Осылайша, өнеркәсіптік өндірісті құруға жұмсалған барлық шығындардың өтелімділігі 1 жылдан аспайды.

5 Технологиялық бөлім

5.1 Темір-марганец-көміртекқұрамды моношихтаны дайындау және оны тотықсыздандырып - балқыту технологиясын әзірлеу



2 Сурет – Ферроқорытпа өндірісіне арналған технологиялық схема

Моношихтаны дайындау және алу технологиясын әзірлеу жинақталған металлқұрамды ұсақ қалдықтарды өңдеудің тиімді әдісі болып табылады. Темірқұрамды қалдықтардан алынатын негізгі металдар- темір мен марганец - марганец қалдығынан, темір мен хром - хром қалдығынан алынады. Сәйкес қалдықтардан алынған моношихта құрамына шлак түзуші ретінде қажетті мөлшерде флюс және көмірқұрамды редуциялаушы реагент ретінде ағаш көмірі енгізілген. Дайындалған мұндай дисперсті қоспалардан тиісті ферроқорытпаларды, ферромарганец пен феррохромды тікелей өндіру үшін көмір-кен жентектері алынды. Көмір-кен жентектер ғажайып техникалық сипаттамасы бар моношихтадан тұрады. Жентектің әрбір түйіршіктерінде барлық қажетті компоненттер: 1) темір, марганец, хром

тотықтары, берілген массалық қатынастағы шлак түзуші тотықтар және аталған барлық металдардың толықтай редуциялануына қажетті қатты көміртегі бар. Дайындалған көмір-кен жентектердің моношихта деп аталу себебі оны ферроқорытпа өндірісінде пайдалану өзгерістер әкелді: 1) кесектелген кендерді жекелеп және үйіп салуды болдырмайды; 2) флюсты; кесекті кокс. Тек моношихтаның салыну ферроқорытпаларды редуциялап балқытуда тиімді пирометаллургиялық процестерді қалыптастырады.

Жалпы алғанда ферроқорытпа өндірісі темір мен болат кешенді металлургиясының маңызды бөлігі болып табылады және бүкіл әлемде сұранысқа ие.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы бағытта орындалған нәтижелерден келесі тұжырымдар шығады :

а) Құрамында металл оксиді - көміртегі бар шихта материалдарын дайындау бойынша ірілендірілген зертханалық қондырғылар; олардан металдандырылған өнімдерді алу бойынша ірілендірілген зертханалық шахталық пеш; металдандырылған өнімдерден темір - марганец қорытпаларын балқыту үшін балқытатын электр пеші құрылды.

б) Құрылған үлкейтілген зертханалық қондырғылар бір-бірімен өзара әрекеттеседі, осылайша олар үлкейтілген зертханалық кешенге айналды

в) Ірілендірілген зертханалық кешендерде эксперименттік зерттеулер сериясы жүргізілді және марганец қалдықтарын қайта өңдеу бойынша сенімді нәтижелер алынды.

г) Құрамында темір бар қалдықтар қоспасынан дайындалған - прокат шкаласы мен марганец қалдықтары, құрамында темір-марганец бар түйіршікті материалдар қайта өңделіп, олардан металдандырылған өнімдер алынды.

д) Құрамында темір – марганец бар металданған өнімдер СЧВ 45 АВ балқыту индукциялық пешінде ерітілді және құрамында марганец бар ферромарганец қорытпаларының үлгілері 60% - дан 40% - ға дейін алынды.

Әзірлеудің техникалық-экономикалық тиімділігін бағалау нәтижелері. Марганец қалдықтарын қайта өңдеу бойынша ірілендірілген зертханалық зерттеулер нәтижелері бойынша жаңа әзірлемелер бойынша дәстүрлі технология бойынша тиісті ферроқорытпалардың өндіріс шығындарын салыстырмалы бағалау жүргізілді. Алынған темір - марганец қорытпалары үлгілерінің өзіндік құны 2,5-3,0 есе ферроқорытпалар өндірісінде шығарылатын өзіндік құнынан төмен, ал нарықтық құнын салыстыруға болатындығы анықталды. Демек, жаңа даму үшін тиісті қорытпалар өндірісін ұйымдастырған кезде жинақталған қалдықтардан нақты өнім өндіруді ұйымдастырудың жоғары рентабельділігіне қол жеткізіледі.

ПАЙДАЛАНЫЛГЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А. и др. Марочник сталей сплавов. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
- 2 Кудрин В.А. Металлургия стали. – М.: Metallurgia, 1981. – 287 с.
- 3 Тлеугабулов С.М. Теоретические основы получения металлов, сплавов и перспективных материалов: Учебное пособие для вузов / Тлеугабулов С.М., Алматы: издание РИК по учебной и методической литературе, 2001. – 332 с.
- 4 Тлеугабулов С.М., Тлеугабулов Б.С., Койшина Г.М., Алтыбаева Д.Х., Тажиев Е.Б. Восстановительная плавка моношихты // Научно-производственный технический журнал «Металлург», – 2016. – № 1. – С. 35-40.
- 5 Воскобойников В.Г., Макаров Л.П. Технология и экономика переработки железных руд. – М.: Metallurgia, 1977. – 256 с.
- 6 А.с. 492546. Способ доменной плавки / М.Ф. Курунов, А.И. Истеев, А.Н. Похвиснев, Ю.С. Юсфин; опубл. 25.11.1975, Бюл. № 43. – 2 с.
- 7 Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна. – Киев: Вища школа, 1981. – 496 с.
- 8 Казачков Н.С. Раскисление стали. – Киев: Техника, 1982. – 120 с.
- 9 Толстогузов Н.В. Теоретические основы восстановления марганца, кремния и примесей при плавке ферромарганца и силикомарганца. – Новокузнецк, 1991. – 128 с.
- 10 Гасик М.И., Емлин Б.И. Электрометаллургия ферросплавов: Теория и технология получения ферросплавов. – Киев: Вища школа, 1983. – 376 с.
- 11 Рысс М.А. Производство ферросплавов. – М.: Metallurgia, 1985. – 244 с.
- 12 Пат. 2428499 Российская Федерация. Способ производства малофосфористого углеродистого ферромарганца / Толстогузов Н.В., Гуменный В.Ф.; заявитель и патентообладатель. Опубл. 20.04.1995.
- 13 Шишкин Ю.И., Торговец А.К. Современный кислородно-конвертерный процесс: учебное пособие для вузов. – Алматы: Ғылым, 2013. – 145 с.
- 14 Шмеле Петер, Бадо Ханс. Производственные мощности по выплавке чугуна и стали // Металлургическое производство и технология металлургических процессов. – 2008. – №2. – С. 22-28.
- 15 Тлеугабулов С.М. Теория металлургических процессов. Deutschland/Германия: Verlag/изд. Palmarium Academic Publishing. – 2014. – 569 с.
- 16 Тлеугабулов С. М., Киекбаев Е. Е., Койшина Г. М., Алдангаров Е. М. Прямая редукция металлов ведёт к высокой технологии производства // Международный научно-технический и производственный журнал «Сталь». – 2010. – № 2. – С. 4-8.

17 Тлеугабулов С.М. Теоретические положения прямого производства стали восстановительной плавкой // Международный научно-технический и производственный журнал «Сталь». – 2003. – №8. – С. 18-21.

18 Тлеугабулов С.М. Диссоциационно - адсорбционный механизм и кинетика твердофазного восстановления железа углеродом // Международный научно-технический и производственный журнал «Сталь». – 1991. – №1. – С. 15-18

19 Tleugabulov S., Ryzhonkov D., Altybaeva D., Koishina G. Limitation of metal carbonization results in implementation of “Ore-Steel” process // International Journal of Chemical Sciences. India. 13(1), 2015, №2. – P. 39-42, Scopus.

20 Tleugabulov S.M., Kiyekbaev Y.Y. High-technology process of reduction melting for steel production // Сборник трудов 19-ой международной конференции по Металлургии и Материалам «Metal 2010». – Рознов под Радхостем, 2010. – С.18-20.

21 Тлеугабулов С. М., Койшина Г. М., Тлеугабулов Б. С., Пыхтеева-Тлеугабулова К.Б. К совершенствованию системы управления восстановительно-плавильным процессом в высокой шахтной печи типа доменной // Международный научно-технический и производственный журнал «Сталь». – 2012. – №5. – С. 12-16.

22 Tleugabulov S., Tolukpaev B., Kiyekbayev Y., Koishina G. Dissociation-adsorbition mechaism as a theoretical basis of hIgh technology for steel’s reduction melting // Journal of Materials Science and Engineering. USA. – В 2(4), 2012, - P. 281-288.

23 Тлеугабулов С.М. Теория металлургических процессов: учебное пособие для вузов. – Алматы: РИК, 2007. – 351 с.

24 Тлеугабулов С.М. Высокотехнологичный восстановительно-плавильный процесс производства стали // Международный научно-технический и производственный журнал «Сталь». – 2012. – №4. – С. 14-19.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Максutow Адиль Русланович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ұсақ марганец кендерінен ферромарганец алу технологиясын әзірлеу

Научный руководитель: Елеусиз Тажиев

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 22

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 М.О.те
Берменшинов М.Б.
[Подпись]

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Максutow Адиль Русланович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ұсақ марганец кендерінен ферромарганец алу технологиясын эзірлеу

Научный руководитель: Елеусиз Тажиев

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 22

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.

Майсұлы Ә.

проверяющий эксперт

Тажиев Э.Б.



Метаданные

Название

Ұсақ марганец кендерінен ферромарганец алу технологиясын өзірлеу

Автор

Максұтов Адиль Русланович

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		22
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		4

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

5517

Количество слов



КЦ

41412

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	Ұсақ хромкенді шикізаттардан феррохром алу технологиясы 6/3/2021 Satbayev University (ИМИПИ)	14	0.25 %
2	Ұсақ хромкенді шикізаттардан феррохром алу технологиясы 6/3/2021 Satbayev University (ИМИПИ)	8	0.15 %
3	https://helpiks.org/8-13750.html	6	0.11 %

4	Ұсақ хромкенді шикізаттардан феррохром алу технологиясы 6/3/2021 Satbayev University (ИМИПИ)	5	0.09 %
5	Ұсақ хромкенді шикізаттардан феррохром алу технологиясы 6/3/2021 Satbayev University (ИМИПИ)	5	0.09 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)



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

из домашней базы данных (0.58 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Ұсақ хромкенді шикізаттардан феррохром алу технологиясы 6/3/2021 Satbayev University (ИМИПИ)	32 (4) 0.58 %

из программы обмена базами данных (0.00 %)



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

из интернета (0.11 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	https://helpiks.org/8-13750.html	6 (1) 0.11 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

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