

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ФЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Парманов Нұрсұлтан Әлжанұлы

«Хроммен легірленген болатты тікелей алу процесін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ФЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

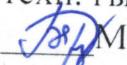
Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра менгерушісі
техн. фыл. канд.,

 М.Б. Барменшинова
«17» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Хроммен легірленген болатты тікелей алу процесін зерттеу»

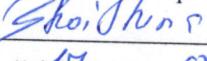
5B070900 – Металлургия

Орындаған

Парманов Нұрсұлтан Әлжанұлы

Фылыми жетекші

PhD лектор

 Г.М. Қойшина
«17» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ФЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Металлургия



Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Парманов Нұрсұлтан Әлжанұлы*

Тақырыбы: «Хроммен легірленген болатты тікелей алу процесін зерттеу»

Университетің Ректорының 2018 жылғы «08» қазанының № 1113-б
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «23» мамыр.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Шихта компоненттерінің химиялық құрамы, зерттеу әдістемесі

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

a) Өндірістің технологиялық үдірістері;

b) Зерттеу әдістемесі;

b) Тәжірибелік зерттеу жұмыстары.

Сызбалық материалдардың тізімі: Жұмыс бойынша ____ слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиет 20 атап

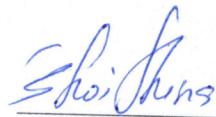
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Гылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.03.2019 ж.	
Әдеби шолу	25.03.2019 ж.	
Зерттеу әдістемесі	08.04.2019 ж.	
Зерттеу жұмыстары	15.04.2019 ж.	
Қорытынды	22.04.2019 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атагы)	Қол койылған күні	Қолы
Норма бақылау	Г.М.Қойшина, PhD, лектор	17.05.2019	

Ғылыми жетекші



Г.М. Қойшина

Тапсырманы орындауга алған білім алушы



Н.Ә.Парманов

Күні

«14» қаңтар 2019 ж.

АҢДАТПА

Берілген дипломдық жұмыста қазіргі кезде қара металлургиядағы ең маңызды мәселенің бірі қарастырады.

Берілген дипломдық жұмыста аз шығынмен металданған өнімнен хромдық болат алу технологиясы ұсынылады.

Жұмыста металлургиялық есептеулер және негізгі қондырғыларды таңдау көрсетілген.

Жұмысқа еңбекті қорғау мен қоршаған ортаны қорғау бөлімдерге, сметалық және экономикалық бөлімдерге үлес бөлінеді. Әсіресе қауіпсіздік техникасына, өндірістік санитарияға, өндірістік ағындарды тазартуға ерекше назар аударылған.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается одна из острых проблем на сегодняшний день в черной металлургии.

В данной работе предлагается технология, по которой с относительно минимальным количеством затрат можно получить высоколегированную хромистую сталь.

В проекте внимание удалено разделам: охрана труда и окружающей среды. Особое внимание удалено вопросом техники безопасности, промышленной санитарии, очистки и обезвреживания промышленных выбросов и стоков.

ANNOTATION

In the given degree work one of acute problems for today in ferrous metallurgy is considered.

In the given work the technology on which with rather minimum quantities of expenses it is possible to receive высоколегированную a chromic steel is offered.

In the work attention is given sections: a labour safety and environment. The special attention is given by a question of safety precautions, industrial sanitary, clearing and neutralisation of industrial emissions and drains.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Хром мен болаттың жалпы сипаттамасы	10
1.1 Хром мен болаттың физикалық және химиялық қасиеттері	10
1.2 Хроммен легірленген болаттың ерекше қасиеттері	12
1.3 Хроммен легірленген болатты алу процесі	14
2 Технологиялық бөлім	24
2.1 Шихтаның толық есептелуі, редукциялап-балқыту процессінің материалдық балансы	24
3 Еңбек қорғау	34
3.1 Өндірістік факторларды талдау	34
3.2 Өндірістік санитария	35
3.2.1 Электр қауіпсіздігімен қамтамасыз ету	35
3.2.2 Микроклимат	36
3.3 Өрт қауіпсіздігі	36
4 Негізгі технико – экономикалық көрсеткіштері	38
Қорытынды	40
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	41

КИРІСПЕ

Металдар мен қорытпалар өндіруді қарастыратын ғылым мен техника және өндіріс саласын metallurgия деп атайды. Metallurgия тарихи қара және түсті болып екіге бөлінсе, қара metallurgия шоюын metallurgиясы, болат metallurgиясы және т.б. бөлінеді.

Metallurgияның, оның ішінде әсіресе болат metallurgиясының, адамзат қоғамының дамуында маңызы өте зор. Өйткені болат өнеркәсіптің, техниканың және т.б. саланың негізгі конструкциялық материалы болып келді және болашақта да бола бермек.

Болат – көп компонентті негізі темір қорытпа. Bolattы көптеген сипаттамалары бойынша жіктейді. Химиялық құрамы бойынша екі үлкен топқа бөлінеді:

- а) көміртекті болат;
- б) қосындылы (қоспалы) болат.

Құрамында тұрақты элементтермен (Si, Mn, P, S,) қатар көміртегісі 0,025-2,14 %, негізі темір қорытпаны көміртекті болат деп атайды. Bolatқа белгілі бір қасиет беру үшін қосынды (қоспа) деп аталатын элементтерді (Al, Cr, Ni, W, V, Mo, Ti және т.б.) арнайы қосу арқылы алынатын болатты қосындылы деп атайды.

Көміртегі-болаттың құрылымы мен қасиетін анықтайтын негізгі элементтің бірі. Кремний мен марганец пайдалы элементтер қатарына жатады, олардың мөлшері көміртекті болаттардағыдан асқанда қосынды элемент болып есептелінеді. Фосфор мен күкірт зиянды элементтер болғандықтан, олардың мөлшері болат сапасына қарай шектеулі (0,015-0,055 % S; 0,025-0,045 % P).

Көміртегі мөлшері бойынша екі топтың да болаты төмен көміртекті (көміртегі 0,3%-дан төмен), орташа көміртекті (0,3-0,7 % С) және жоғары көміртекті (көміртегі мөлшері 0,7 %-дан жоғары) болып жіктеледі.

Қоспалы болат қосынды элемент түріне қарай хромды, марганецті, кремнийлі, хромникельді, хромникельмолибденді және т.б. болып бөлінеді. Қосынды элемент мөлшеріне қарай төменгі қосындылы (қосынды элементтер мөлшері 2,5 %-ға дейін), орташа қосындылы (2,5-10 %) және жоғары қосындылы, (10 %-дан жоғары) болат болып жіктеледі.

1 Хром мен болаттың жалпы сипаттамасы

1.1 Хром мен болаттың физикалық және химиялық қасиеттері

Болат (араб. *jīF* – фолад) – темірдің көміртекпен (2 %-ке дейін) және басқа элементтермен қорытпасы. Ол деформалануға төзімді (созылмалық қасиеті бар). Болат – қара металлургия өндірісінің негізгі өнімі және қазіргі машина жасау өнеркәсібі мен құрылышта пайдаланылатын негізгі материал. Болат өндірісінің көлемі мемлекеттің техника-экономика деңгейін сипаттайтын. Хим. құрамына қарай көміртекті және легирленген Bolat болып белінеді. Көміртекті Bolattың құрамында темір мен көміртектен басқа марганец (1 %-ке дейін) және кремний (0,4 %-ке дейін), сондай-ақ, зиянды қоспалар — күкірт, фосфор, т.б. элементтер болады. Bolattың сапасын жақсарту үшін қорытпа құрамына хром, никель, молибден, ванадий, вольфрам, марганец, кремний, т.б. элементтер қосылады. Мұндай қорытпа легирленген болат деп аталады.

Хромды болат (ор. хромистая сталь) — құрамында хром затында (хромды болат) немесе хром мен басқа элементтермен (кешенді қоспаланған болат) қоспаланған болат. Хромды болаттардың келесі түрлері болады; құрал-саймандық (0,6...1,5 % көміртегі, 1...4 % хром), мойынтректі (1 % көміртегі, 0,5...1,45% хром), тотбастайтын (0,05...0,45% коміртегі, 13...27 % хром), магнит жасауға арналған (»0,9% көміртегі, » 3% хром), және басқа хромды болаттар. Кешенді қоспаланған болаттарға хромникельді, хромансиль т.б. жатады. Хромансиль (ор. хромансиль хромнан және лат. *manganum* — марганец *silicium* - кремний) – 1 % хроммен, марганецпен және кремниймен қоспаланған орташа қоспаланған құрылымдық болат. Хромды қорытпалар — құрамында никель, титан, ванадий, т.б. элементтер болатын хромның ыстыққа төзімді қорытпалары. Төзімділік қасиеті жағынан хромды қорытпалар жоғары температурада (1100 - 1200 °C) темір-никель қорытпалары мен қызын балқытын металл (ниобий, молибден, вольфрам) қорытпаларының аралығында жатады. Хромды тот баспайтын болаттың құрамында көміртектің мөлшері жоғарылаған сайын жегідеге қарсыласуы төмендей түседі [1]. Құрамында 12 % хром бар хромды тот баспайтын болатта полиморфты түрлену жүреді. Жоғары хромды тот баспайтын болаттың (17-30 % хромы бар) жегідеге қарсыласуы жоғары болады. Жоғары хромды болаттың қышқылға және ыстыққа төзімділігі жоғары. Хромды қорытпаларды газды және сұйық жегі ортада пайдалануға болады. Хромды қорытпалар машина жасау, мұнай және мұнай-химия өнеркәсібінде тот баспайтын хромды болат ретінде кеңінен қолданылады.

Болат – темірдің көміртек (2 %-ке дейін) және басқа элементтермен қорытпасы темірдің көміртегі және басқа элементтермен қосылып жасалған деформацияланатын қорытпасы. Bolat - өндіру технологиясына байланысты, қорытпа құрамында көміртектен басқа марганец, кремний, күкірт, фосфор т.б. қосалқы элементтер болады. Мұндай болаттың көміртекті болат деп атайды.

Болат сапасын арттыру үшін, қорытпа құрамына хром, никель, молибден, ванадий вольфрам, марганец, кремний т.б. элементтер қосылады. Мұндай қорытпа легирленген болат деп аталады. Болат – қара металлургия өндірісінің негізі - машина жасау өнеркәсібі мен құрылышта пайдаланылатын негізгі материал. Пайдалану саласына қарай, болатты басты-басты төрт топқа бөлуге болады: Құрылыштық болат. Әдетте, прокат күйінде құрылыш конструкцияларының әртүрлі элементтері мен вагон, кеме жасауда қолданылады. Машина жасау болатынан негізінен әр түрлі машина бөлшектері жасалады. Ол үшін термиялық өндеу мен химиялық-термиялық өндеуден өтеді. Аспаптық болат әр түрлі кесу, өлшеу, штамп аспаптарын жасауға пайдаланылады. Айырықша-физикалық қасиеттері бар болат кәбінесе электр техникасы, химия, әскери техникаларын жасауда пайдаланылады.

Коррозиялық ортада бүлімбейтін металдық материалдар коррозияға төзімді заттарға жатады.

Коррозияға төзімді болаттар 2 класқа бөлінеді:

а) хромды, ол ауда суыған соң құрылымы ферритті, мартенситті, мартенситті-ферритті;

б) хромникельді, аустенит-ферритті және аустенит-мартенситті.

Хромды болаттардың құрылымы мен қасиеттері хром мен көміртегіге байланысты. Құрамындағы 12% хромы бар болат ауда, суда, теңіз суында, тұзда, қышқылда, сілті мен коррозияда төзімді болып келеді. Эвтектоидқа дейінгі болаттар 12*13 және 20*13 күйінде хромды феррит пен перлиттен тұрады, 30*13 болат - эвтектоидты перлит құрылымымен, 40Х13 - эвтектоидтан кейін құрылымы перлит + легірленген цементит + хром карбидінен тұрады. Нормалдау болаттары 20Х13, 30Х13, 40Х13 мартенситті класқа жатады, ал 12Х13 — жартылай ферритті.

Хромды болаттар жоғары коррозияға төзімді болады. Эксплуатациялық сипаттамасын жоғарылату үшін болаттың құрамына ванадий, вольфрам, молибден, ниобий, титан қосады, бұл рекристализация температурасын жоғарылатады. Бұл элементтер карбид құрганда болаттардың ыстыққа төзімділігін жоғарылатады. Оны бормен, циркониймен, цериймен және азотталған болаттармен қосып, қосымша ыстыққа төзімділігін жоғарылатады.

Жоғары хромды 15Х11МФ, 1ХКВНМФ әбден ыстыққа төзімділігін жоғарылату үшін оларды майдың ішінде 1000...1060°C шынықтырады және 700...740°C жұмсартады. Жұмсартқаннан кейін олардың құрылымы сорбит не болмаса троостит түрінде болады.

Перлитті, мартенситті, ферритті және мартенситті-ферритті болаттармен салыстырғанда ең жоғары отқа төзімді болаттар – ол аустенитті болып саналады. Олардың құрамында хром көп болады және молибденмен, вольфраммен, ванадиймен, ниобиймен және бормен легірлейді. Аустенитті болаттар пластикалы болады, жақсы піседі, бірақ та кесу арқылы өндеу жаман. Жоғары ыстыққа төзімділігін жеткізу үшін оларды термоөндеу арқылы

өткізеді, яғни оларды шынықтырады 1050...1200°C-да суда, майдың ішінде, ауда; картауы 600...800°C температурада шынықтырады [1].

1.2 Хроммен легірленген болаттың ерекше қасиеттері

Ерекше физикалық және механикалық қасиеттері бар легірленген болаттарды бес класқа бөлуге болады [2]:

- тottанбайтын,
- қызуға төзімді (тотыққа төзімді) және қызуға беріктікті;
- тозуға төзімді;
- магнитті;
- ерекше жылулықты қасиеттерімен.

Тottанбайтын болат әр түрлі агрессиялық орталарда коррозияға қарсы жоғары кедергісімен ерекшеленеді. Көбірек кең тарағаны 0,1-0,45%C пен 12-14 % Cr болатын тottанбайтын болаттар болып саналады. Хром болаттың бетінде бұйымды агрессиялық ортада бұзылудан сенімді қорғайтын жұқа және тығыз хром тотығының қабыршығын түзейді. Сол сияқты, аустенит класының хромникельді болаттары (0,12-0,14 % C, 17-29 % Cr мен 8-11% Ni) коррозияға жоғарғы беріктігімен жасалады.

Қызуға төзімді (тотыққа төзімді) болаттар - бұл қорытпалар 550 °C температурадан жоғары газды ортаның әсерінде ұзақ уақыт болса да бетінен бұзылмайды.

Қызуға төзімді қорытпалар мен болаттар жоғары температураларда жұмыс істейтін, бірақ үлкен жұктемелер түспейтін бөлшектерді жасау үшін қолданылады. Кейбір жағдайларда мұндай болаттар пештердің қыздыратын элементтері үшін пайдаланылады.

Қызуға беріктік болаттар мен қорытпалар тотыққа төзімділігімен қоса жоғарғы температураларда механикалық қасиеттерін де сақтай білу керек.

Қызуға беріктік қорытпалардың құрамына хром, алюминий және кремний қосады, олар жоғарғы температураларда тотықтандыруышы газдардың әсеріне болаттың қарсыласуын жоғарлатады. Бұл элементтердің әсері негізгі металды тотықтанудан қорғайтын, болат пен қорытпалардың бетінде пайда болатын жұқа, тығыз қабыршықтарға негізделген.

Хромды болат (12-14 % Cr) 700-800 °C дейін жеткілікті тотыққа төзімділігімен айқындалады. Болаттағы хром 15-17 % болғанда тотыққа төзімділігі 850-1000 °C дейін, ал 30 % Cr болса 1100°C дейін сақталады.

Көп мөлшерде кремний, хром, никель болатын күрделі легірленген болаттар (X6CЮ, 4X9C2, 1X12CЮ, X18H25CЮ), 800-ден 1100 °C дейін қыздырғанда жоғарғы тотыққа төзімділігін жоғалтпайды.

Жоғарғы температуралар мен қысымның әсеріне тап болатын бөлшектерді жасау үшін әдетте X25H20C2 таңбалы хромникелькремнийлі болат қолданылады. Бумен не газбен жұмыс істейтін турбиналардың

бөлшектері мен клапандар 4Х14Н14Б2М таңбасы тым күрделі болаттан жасалады.

Тозуға төзімді болаттар тобынан марганецті болатты (0,9-1 % С пен 12-14 % мөлшерінде Mn) еске аламыз, ал 1000-1050 $^{\circ}\text{C}$ қыздырылып суда шыныққан соң таза аустениттік құрылымды болады. Бұл болат үлкен тұтқырлығымен қатар тозуға қарсы жоғары қарсыласатын бөлшектер (жерқазатын машиналардың, экскаваторлардың ожаулары мен күнқағарларын, драгаларды, ұнтақтаушы жақтар, темір жолдардағы стрелкалар мен крестовиналар) жасау үшін қолданылады.

Магнитті болаттар жұмсақ магнитті және қатты магнитті болып бөлінеді. Жұмсақ магнитті болаттар өзекшелерді, трансформаторларды, генераторларды, электрлі моторларды және электрлі магниттерді (динамикалық пен трансформаторлық болаттар) жасау үшін пайдаланылады. Бұл болаттар жоғары магниттік өткізгіштігімен, гистерезис пен құйын тоқтарға шамалы жоғалтуымен белгілі болады.

Магнитті қатты болаттар бірқатар өлшеуіш аппараттарға, радиоаппаратураға қойылатын тұрақты магниттерді жасау үшін қажет. Бұл болаттар жоғарғы коэрцитивтік күшімен және қалдық индукциясымен белгілі болады. Тұрақты магниттерді Со, W, Cr, Ві, Си және Al легірленген күрделі болаттардан жасайды.

Магнитті қатты болаттардағы жоғары магниттік қасиеттері және олардың тұрақтылығы тек легірлеу什і элементтердің белгілі санын қосу жолымен емес, сол сияқты термиялық өндөудің арнайы тәртіптерін сактаумен жетілдіріледі.

Алғашқыда 1100-1250 $^{\circ}\text{C}$ температурада тұрақтандыру жүргізіледі, сонан соң 830-850 $^{\circ}\text{C}$ температураларға дейін шынығуға қыздырып, майда суытады, ең аяғында 100 $^{\circ}\text{C}$ жұмсартады (ауда суытып).

Никельдің көп мөлшері (35-44 %), ал көміртектің аз мөлшері (0,35 % дейін) болатын болаттар аустениттік құрылымға ие болып, қыздырғанда олардың жылулық кеңею коэффициенті төмен болады.

Ерекше жылулық қасиеттерімен белгілі болаттардың үш таңбалы: инвар (36 % Ni) немесе суперинвар (31 % Ni мен 50 % Co), платинит (42 % Ni) және элинвар (Х8Н36) болады. Инвардың сзықтық ұлғаю коэффициенті - 50-ден +100 $^{\circ}\text{C}$ -қа дейін (0) нөлге жақын. Дегенмен 100 $^{\circ}\text{C}$ жоғары температурада бұл коэффициент жоғарлайды және 275 $^{\circ}\text{C}$ -да қарапайым болаттардың сзықтық ұлғаю коэффициентінен көп болады. Инвар дәл прибор жасауда (геодезиялық және оптикалық приборлар) қолданылады.

Платиниттің сзықтық кеңею коэффициенті, шынының сзықтық кеңею коэффициентіне жақын болады, оған жақсы пісріледі (қымбат платинитты ауыстырады) [3].

Элинвар -50-ден +100 $^{\circ}\text{C}$ температура аралығында мүлдем өзгермейтін тұрақты серпімділік модулімен ерекшеленеді. Элинвардан сағаттардың

серіппесін, камертонды және көптеген физикалық аспаптардың бөлшектерін жасайды.

1.3 Хроммен легірленген болатты алу процесі

Тотықтырғыш кезеңсіз бір шлак астында қорыту технологиясын болаттардың жеңілдетілген сортаменттерін («мартендік») қорыту үшін қолданады. Әдетте бұл хроммен, кремниймен, марганецпен, никельмен легірленген көміртекті және тәмен легірленген болаттар.

Болаттағы көміртектің талапқа сай мөлшеріне қарай шихтаға 25-30 % дейін құйма кесек шойын енгізеді.

Дефосфорацияны балқыту мен қатар жүргізу үшін салымға 2-4 % әк және 1,5 % дейін темір кенін (агломерат, жұмарта) береді.

Шихта балқығаннан кейін пештен өз бетімен ағатын шлактың максимал мөлшерін аластайды, ваннаны тоғыспа арқылы пештің жұмыстық қеңістігіне енгізілетін формалар арқылы оттекпен үрлеуді бастайды; сонымен көміртектің тотығуы және металдың дефосфорациясы жүреді. Металдағы фосфордың мөлшері көтеріңкі болғанда үрлеудің алдында пешке әк және балқытқыш шпат тиейді. Үрлеуді металдағы көміртек берілген мөлшерге жеткенше жүргізеді. Үрлеуді тоқтатқаннан кейін пешке силикомарганец немесе ферромарганец және қажет болған жағдайда болаттағы марганец пен хромның берілген мөлшерін қамтамасыз ететін мөлшерде феррохром тиейді. Сонаң соң болатты ожауға құйып алады, оған кремнийдің керекті мөлшерін алу үшін және оттексіздендіру үшін ферросилиций мен алюминий енгізеді. Темір оксидтерінің шлактан метал-ға көшуін болдырmas үшін және кремний мен марганецтің шлактағы темір оксидтерімен әрекетесу есебімен жанып кемуін тәмендету үшін, құйып алуды металдың шлак пен түйісін жоюға тырысып ұйымдастырады: пешті ағызып алудың ұзақтығының алғашқы үштен бірінде метал шлаксыз жүретіндей етіп еңкейтеді. Никель оттекке тәмен тартушылыққа ие болғандықтан балқыту кезінде тотықпайды, сондықтан оны салымға енгізуге болады.

Тәмен легірленген кремнийлі болаттарды қорыту. Жоғарыда суретtelінген технология, марганец пен хромға қарағанда оттекке тартушылығы тым жоғары кремниймен легірленген, болаттардағы кремнийдің берілген мөлшерін тұрақты етіп алуды қамтамасыз ете алмайды. Үрлегеннен кейінгі шлактың тотығуының үлкен салдарынан кремнийдің жанып кемуі кең шек аралығында ауытқиды.

Сондықтан кремниймен легірленген болаттарды қорытқанда балқытудың шлакты жартылай оттексіздендіру технологиясын қолданады. Оның жоғарыда суреттелгеннен басты айырмашылығы мынада. Үрлеу аяқталғаннан басты болаттағы марганецтің белгіленген мөлшерін алу үшін, пешке ферромарганец және металды жартылай оттексіздендіру үшін шамалы

мөлшерде 65 % ферросилиций (1т болатқа 2 кг дейін) енгізеді және шлакқа әкten, балқытқыш шпattan және кокс шығыны 1-2 кг/т ұсақ кокстан тұратын totықтырғыш араласпасын береді, ол шлактың totығушылығын төмендетеді. Металды az уақыт ұстап тұрғаннан кейін оны ожауға ағызып алады, біржолата оттексіздендіру және легирлеу үшін оған ферросилиций мен алюминий береді.

Бір шлакты үдерістің технологиясы балқытудың ұзақтығын, электр энергиясының шығынын, оттөзімділер мен шлактұзғаштерді қысқаруға мүмкіндік береді.

Металды пештік шлакпен ағызып алу үстінде өңдеу технологиясы. Бұл технология отандық үлкен салмақты пештерде электрмен болат балқытатын цехтарда ожауда тазарту, оттексіздендіру және металдың құрамын белгіленген құрамға жеткізу үдерістерін қамтамасыз ете алғатында пештен тыс өндайтін қондырылардың жоқ болғанында қолданыс табады. Бұл технология қысқа totықсыздандыру мерзімін (сапасын қысқа мезгілде жеткізу) жүргізуі қарастырады, бұл кезде шлакты оттексіздендіреді, ол пешке енгізілетін легірлеуіш үстемелердің жанып кетіп кемуін төмендетуге және соң металды құқірттен пен металл емес оксидті енбелерден тазарту мақсатымен оттексізденген шлакты металмен бірге пештен ожауға қотару мүмкіндік береді [3].

Шихтаның тиеуін екі себеппен жүргізеді. Салымға 25-30 % дейін шойын, кейде кокс қосып, 2-3 % әк және 1-1,5 % дейін темір кенін (агломерат, жұмаршақтар) енгізеді. Балқытудың соңында және totықтыру мерзімінде тоғыспалық фурма арқылы берілетін оттекпен ваннаны үрлеуді жүргізеді. Болаттың белгіленген маркасына арналған көміртек мөлшерін алғаннан кейін үрлеуді тоқтатады да totықтырғыш кезеңінің шлагінің (шлактың 75-80%) дейін қотарып алады. Одан кейін металға 0,15 % шамасында кремний енгізу есебімен ферросилиций, марганецтің мөлшерін белгіленгенге жеткізіп ферромарганец, шамалы алюминий және, егерде қажет болса, феррохром тиейді. Әк, балқыт-қыш шпат және шамот (тиісінше, 30; 2-3 және 3-7 кг/т) қосылған жаңа шамот жүргізеді. 20-40 мин созылатын totықсыздандыру кезеңінің ішінде шлакты ұсатылған кокспен (2-3 кг/т) және ұсатылған 75 % ферросилиймен (2 кг/т дейін) және кейде ұнтақ тәрізді алюминиймен оттексіздендіреді. Кезеңінің ортасында алынған металл сынамаларының сараптамасының нәтижелеріне сүйене отырып пешке ферроқорытпаларының түзетуші үстемелерін енгізеді [4].

Ағызып алардан 5-10 мин бұрын балқытқыш шпат қосумен (~ 4 кг/т) шлакты сұйылтады, шлактағы CaF_2 мөлшері 10-15 % болатында етеді. CaF соншалықты жоғары мөлшері шлактың az тұтқырлығы мен жоғары тазарту қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін қажет. Шлакты шығарып олар алдында ұнтақ тәрізді алюминиймен (0,8 кг/т) қосымша оттексіздендіреді, ақырғы шлакта 1% төмен FeO және 2,7-3,4 негіздікте кальций оксиді 50% жоғары болуы қажет. Ожауға құйып (ағызып) алғанда алдымен шлакты, ал соң металды қотарады, бұл олардың қарқынды араласуын, десульфурацияны және

металл емес енбелердің аластануын қамтамасыз етеді. Алюминийді біржолата оттексіздендіру үшін ожауға енгізеді.

Тазартумен балқыту және металды пештен тыс жетілдіру. Технология металды ожауда пештен тыс өндейтін қондырылармен жабдықталған цехтарда жоғары сапалы легирленген болаттарды қорыту үшін қолданылады.

Ол пеште талапқа сай температурасы мен көміртегі және фосфоры бар шала өнім алуды және осы шала өнімді ожауға ағызып алғаннан кейін, оның ішінде пештен тыс өндеу әдісімен қажетті құрамдағы және қасиеттегі болатты алуды қарастырады.

Электр пешінде шойын қосып болат сынықтарын балқытады, сөйтеді де дефосфорацияны, көміртексізденуді және металды қажетті температураға дейін қыздыруды қамтамасыз етіп, ваннаны өттекпен үрлеп, тотықтырғыш мерзімін жүргізеді.

Бұл операцияларды тап өткен екі нұсқадағы үлкен салмақты пештердегі балқыту технологиясы тәрізді жүргізеді.

Оттекпен үрлеуді аяқтағаннан кейін ожауға оған пештен құрамында пештен тыс өндеу үдерісінде шлактан металға көшетін темір мен фосфордың оксидтері бар тотықтырғыш шлакты түсірмеуге тырысып металды құйып алады. Ожау ішінде шлактық жабын жасау үшін оған балқытқыш шпатпен бірге әк тиейді. Одан кейін металы мен ожауды пештен тыс өндеу қондырылышына жеткізеді.

Мұндай қондырылар әр түрлі цехтарда пештен тыс өндеудің сол немесе басқа түрлерін қамтамасыз етеді.

Бұл қондырыларда ең болмағанда оттексіздендіруді, металдың құрамын берілгенге дейін жеткізу (легірлеу), металдың құрамын ортақтандыру мен температурасын түзетуді жүргізеді [5].

Сүмен салқындастылатын жоғары қуатты пештерде балқыту

Жоғары қуатты электр пештерінің қабырғасы мен тоғыспасын салқындау салқындастаратын сумен жылудың қосымша жоғалымын тудырады және бұл жоғалымдар шамамен балқытудың ұзақтығына пропорционал болады. Сондықтан болатты мұндай пештерде қорыту ол балқығаннан кейін сұйық металды минимал ұзақтықпен ұстап тұрумен істегендеге экономикалық жағынан ақталған болып шығады. Тиісінше сумен салқындастылатын жоғары қуатты пештерде балқыту технологиясы тазарту, оттексіздендіру мен пештен шыққан металдың құрамын белгіленгенге дейін жеткізу операцияларын ожауға шығаруды қарастырады және шихтаны тиесінде мен балқытуды және қысқа тотықтыру мерзімін кіргізеді (көміртектің тотығуы, дефосфорация және металды қыздыру). Одан кейін металды (шала өнімді) ожауға құйып алады да пештен тыс өндеуге салады [6].

Бұл технологияның басқа ерекшеліктеріне жататындар:

- «батпақта», яғни шихтаны алдыңғы балқытуда шығарғанда пеште қалдырылған шлак пен металдың бір (10-15 %) бөлігінің үстіне тиесінен

жұмыс істеу. Сонымен шихтаның балқу ұзақтығы қысқарады, фосфордың сонымен қатар күкірттің шлакқа толық аластануына жағдай жасап шлактың түзілуі шашанадайды және табанның инішінің тозуы азаяды. Сонымен балқытуудың сұйық өнімдерінен пештің толық босатылуын 6-10 және одан көп балқымалардан кейін жүргізеді [7-8].

- сусымалы заттарды (әкті, балқытқыш шпатты, коксты және т.б.) оның тоғыспасында сол үшін арналған арнайы тесік арқылы пешті сөндірмей тиейді;

- балқыту кезеңінің екінші жартысында және тотығу мерзімінде электрлік доғаларды жауып тұратын және оларды экрандайтын, сонымен пештің қабыргасының сәулеленуін азайтатын көбіктенген (көбікті) шлакпен жұмыс істеу. Мұндай тәртіпті ашық доғалармен сәулелендіргенде қабырганың төменгі бөлігінің иніші балқып кетеді, қабыргалық панельдерді салқыннататын сумен жылу жоғалымдары артады, сонымен қабыргалық панельдердің тұрақтылығы төмендейді. Оған қоса шлакқа батырылған доғамен жұмыс істеу ваннаның қызыуын тездетіп оның доғалар энергиясын игеруін жақсартады, сонымен қатар пештік қондырғының қуат коэффициентін көтеруге мүмкіндік береді [9].

- металды пештен шлаксыз шығарып алу, ол эркерлі немесе сифонды шығаратын құрылғымен қамтамасыз етіледі. Ожауға пештік тотықтырғыш шлактың түсүін жол жоқ, өйткені одан пештен тыс өндегендеге металға фосформен оттек көшетін болады.

- балқыту мерзімінде сынықтарды қабыргасы арқылы пешке енгізілетін (кейде тоғыспасы немесе жұмыстық терезесі арқылы) отындық-оттектік жанарғымен қыздыру балқытуудың ұзақтылығын және электр энергиясының шығының қысқартуында. Қыздырудың ұзақтылығы 15-20 минуттан аспайды, электр энергиясының қол жеткілікті үнемі 15-40 кВт·сағ/т құрайды.

Балқыту барысы. Тығыздалынған табанның (толық) қалыптандыруын 6-10 және одан көбірек, пешті толық металл мен шлактан босатып барып жүргізеді. Аralық 6-10 балқытуда қажет болғанда жартылай пештің еңкіш бетінің шлакпен желінген участеклеріне магнезит ұнтағын толтырып салып «шлактық белдеудің жартылай қалыптандырылуын жүргізеді.

Шихтаны тиеуді екі себетпен жүргізеді. Бірінші себетпен шихтаның шамамен 60%, екіншісімен (қосымша тиеуде) шамамен 40 % тиейді. Бірінші себетті алдыңғыбалқытууды шығарғанда қалған шлакпен металдың үстіне, екіншіні тиелінген сынақтар жартылай балқып және отырғаннан кейін тиейді. Шихтаның негізін тез балқытып женіл салмақты сынықтар құрайды, өйткені ауыр салмақты сынықтардың (ірі кесектер) үлесі елеулі өскенде балқытуудың ұзақтығы арта түседі. Ауыр салмақты сынықты ол электр доғаларының әсерлі аймағындағы электродтардың астына түсу үшін бірінші себеттің астына тиейді. Шихтаға көміртек енгізу үшін коксты немесе шойынды пайдаланады. Шойынды пешке екінші себеттің шихтасымен бірге тиейді, коксты бірінші себетке, болат сынықтарының үлесінің ортасына, үстіндегі сынықтар оны тотығудан қорғайтындағы еріп береді. Шихтаның балқуын жоғары негізді

шлактың қалыптасуының шапшандауының есебімен дефосфорацияны қатар жүргізу үшін, тиелінде мерзімінде пешке әк енгізеді (оның жалпы шығынының 1/3 дейін, 7-12 кг/т жететін). Әкті шихтаның біріншіненесе екінші себетін тиердің алдында береді.

Балқытуды пештік трансформаторының оның екінші реттік кернеуіндегі жоғары статыларындағы максимал қуатын пайдаланып жүргізеді. Мезгілдің басында доғалардың сәуле беру қабілеттілігі зор кездегі ұзын доғаларда жұмыс істейді: бұл кезде электродтардың айналасында жалпы балқыған аймақ қалыптасады (137, а-суретті қара) және доғалардың шығарған сәулесі оларды қоршаган сынықтарға сінеді. Сынықтардың бір бөлігі балқып және ол отырғаннан кейін пештің қабырғаларының қатты сәулеге түсінің жағымсыздығына байланысты арнайы көбіктелінген шлакқа батырылған көп қысқа доғалармен жұмыс істеуге көшеді. Доғаларды экрандастырып көбіктенген шлакты пештің тоғыспасындағы тесік арқылы темір оксидтерімен әрекеттесетін майдаланған (түйіршіктерінің өлшемі 2-10 мм) коқс тиесінен үстап тұрады, сонымен мұнда түзілген СО көпіршіктері шлакты көбіктендіреді. Коқсты үздіксіз немесе үлеспен әр 3-5 мин сайын беріп тұрады, коқспен бірге әдетте әкті енгізеді.

Балқытуды жеделдегу үшін оттекпен үрлеуді және отынды оттекті жанаарғыларды қолданады. Сұйық металдың ішіне үлкен емес терендікке немесе металл-шлак шекарасына, пешті қосқаннан кейін 5-10 мин соң, үрлеуді бастап жұмыстық терезе арқылы болаттутік көмегімен оттек береді. Газ тәрізді оттек темірді және басқа элементтерді жылу бөліп шығарып тотықтырады, ол сұйық металдың қызыуын және сынықтардың балқуын шапшандатады. Отынды-оттектік жанаарғыларды, пештің қабырғасымен электродтардың арасындағы сынықтарды ысытып, балқытудың басында бірінші және екінші себетті тиегеннен кейін шамамен 10 мин қосып алады. Балқыту шамамен 1 сағ. созылады; балқыту уақытындағы металдың электр доғаларының маңында булану және тотығу нәтижесінде 6-10% құрайды.

Тотықтыру кезеңі қағида бойынша 20-25 мин артыққа созылмайды. Осы мерзімде, тәжірибе көрсеткендегі, жоғары қуатты пештерде көміртектің 0,1-0,2 % тотықтыру жеткілікті. Кейбір зауыттарда тотықтыру мерзімін жұмыстық терезе арқылы шлактың бір бөлігін қотарудан бастайды, ал басқаларында мұны жасамайды. Екі жағдайда да, балқыту кезеңіндегідей жұмыстық терезе арқылы кіргізілген тұтіктер көмегімен (кейде тоғыспалық фирмадан арқылы) оттек беруді жалғастырып, көміртексізденуді жүргізеді. Балқыту уақытының және тотықтандыру кезеңінің ішіндегі оттектің жалпы шығыны $10-25 \text{ м}^3/\text{т}$ құрайды. Кезеңнің барлық уақытында көбіктенген шлакпен жұмыс істейді, ол үшін пештің тоғыспасындағы тесік арқылы үздіксіз немесе үлестермен әк қосылған майда коқсты тиейді; балқыту және тотығу барысындағы коқстың жалпы шығыны 5-6 кг/т жетеді.

Кейбір кездерде тотықтыру кезеңін пешті жұмыстық терезе жағына еңкейтіп, ол шлактың өз бетімен терезенің табалдырығы арқылы ағып түсін

қамтамасыз етеді, шлакты жаңартумен де жүргізеді. Шлакты жаңарту (әктің жаңа үлесін бергенде оны қотару) фосфордың және сонымен қатар күкүрттің металдан толық аластануын арттырады [9].

Көміртектің белгіленген мөлшеріне жеткеннен кейін металды әркерлік немесе сифондық құрылғы арқылы, шлакты және 10-15 % сұйық металды пеште қалдырып, ожауға құйып алады. Ожауға оқшаулағыш шлак жамылғы жасау үшін әк, балқытқыш шпат және майдаланған кокс енгізеді, оларды тиісінше мөлшері шамамен 10;2 және 1 кг/т тең, көбікше ожауға негізгі әлсіз тотығатын, яғни оттекке химиялық тартушылығы аз элементтер (марганец, хром) құрайтын, ферроқорытпаларын енгізеді. Одан кейін ожауды пештен тыс өндейтің қондырғыға апарады, сол жерде сол немесе басқа қосындылардан тазарту (болаттың сапасына қойылған талаптарға қарай) мен құрамды сапаландыруды және температураны берілген шекке дейін жеткізуіді жүргізеді. Жаңа электрмен болат балқытатын цехтарды бүкіл пештен тыс өндеуді және сонымен бірге металдың қызыуын қамтамасыз ететін кешенді қамтамасыз ететін «пеш-ожау» типіндегі қондырғылармен жабдықтайды.

Процессті жетілдіру. Соңғы жылдары жоғары қуатты пештерде балқытқанда балқытудың ұзақтығын қысқарту және болаттың құның қыскарту мақсатымен көптеген жаңалықтар енгізілуде. Доғалы балқыту мен оттек-конвертер үдерісінің артықшылықтарын үйлестіруге мүмкіндік беретін технологиялар мен қондырғылардың элементтері кеңінен қолданылады. Олардың санына жататындар:

- металл мен шлактың араласуын жақсарту, металдың қызыуын және онда еріген газдардың аластануын жеделдету мақсатымен түбі арқылы бейтарап газдардың үрлеу. Газдарды түбіндегі кеуек блоктар арқылы, немесе табанның газ-өтімді тығыздамасы арқылы үрлейді (тығыздама массаның басты құраушылары: 77 % MgO; 18,5 % CaO; 3,5 % Fe₂O₃);
- көміртектенуді шапшандату және ваннаның араласуын жақсарту үшін оттекті металл ішіне үстімен үрлеу (жұмыстық терезе арқылы енгізілетін болат шығыс түтіктер көмегін немесе тоғыспа арқылы енгізілетін сумен салқындастылатын фурма арқылы);
- ваннаға астынан көмірсутектерден жасалынған айналма қорғауыш қауызы бар түптік формалар арқылы оттек үрлеу (көміртексізденуді шапшандату және ваннаның араласуын жақсарту үшін);
- ваннаны қосымша қыздыру жәнеоны отынның жанған өнімдерімен араластыру үшін түптік формалар арқылы оттектің отынмен (табиғи газбен, ұсатылған көмірмен) араласпасын айналма қорғауыш қауызда үрлеу;
- ваннаны қабырғалық отынды-оттектік жанаарғылар, яғни пештің қабырғаларындағы тесіктерге орнатылған жанаарғылар көмегімен енгізілген оттекте отынды пеште жағу есебімен қыздыру. Жанаарғыларды горизонталь немесе ванна жағына шамалы еңкіш орнатады, бір жанаарғының қуаты 2,5-4,0 МВт. Жанаарғыларды шихта суық тұрғанда іске қосады (себетті тиегеннен кейін 10 минутқа);

– ваннадан бөлініп шыққан СО-ны горизонталь қабырғалық фурмалар арқылы берілетін оттекпеннемесе, отын беруді тоқтатып, қабырғалық отындық-оттектік жанарғылармен ваннаның үстінде ~ 1 м биіктікте толық жағу. Ваннаға толық жанудан жылудың 60 % дейінгі беріледі.

– ұнталған көмірді шлакқа үрлеу. Оны шлакты СО көміршіктерімен-көмірдің шлакта тотығу өнімдерімен-көбіктендіру мақсатымен жұмыстық терезе арқылы енгізілетін, көбінесе Al_2O_3 жабыны бар жұмсалынатын болат тұтіктермен үрлеуді. Көбіктену электр доғаларының шлакқа толық батуын қамтамасыз етуге тиісті.

– ұсатылған көмірді металға пештің қабырғасы арқылы өткізілген еңкіш, Al_2O_3 жабыныбар жұмсалынатын болат тұтіктермен үрлеу. Көмір жанғанда жылу және шлакты көбіктендіретін СО бөлінеді;

– көмірді шлакқа және оттекті металл мен шлакқа бірге үрлеу. БСЕ (Германия) фирмасы жұмыстық терезе арқылы бірінің үстіне бірі еңкіш орналасқан Al_2O_3 жабыны бар жұмсалынатын болат тұтіктермен беретін арнайы манипуляторды қолданады. Төменгі тұтік металл ішіне оттекті, ортаңғы –шлак ішіне көмірді, үстіңгі шлак ішіне оттекті, оны көбіктендіру мақсатымен көмірді тотықтыру үшін береді.

Балқытудың айтылған жолдарының кешенін пайдаланумен көптеген түрлері қолданылады. Мысалы, БСЕ (Германия) фирмасының технологиясы бойынша 80 т пеште (1 т) электр энергиясын 380 квт·сағ, оттекті 44 м³, табиғи газды 5 м³, көмірді 12 кг, электродтарды 1,7 кг жұмсағанда балқытудың 36 мин ұзақтығына жеткен.

Сынықтарды қыздыру. Доғалы пештен шыққан газдар технологиялық үдерістің жұмсайтын (100-150 квт·сағ/т) энергиясының 15-20 % алып кетеді. Бұл газдардың қалай физикалық жылуы болса, солай олардың жанғыш компоненттерінің пайдаланылмаған химиялық энергиясы болады.

Электр энергиясының шығынын қысқарту мақсатымен пештен шыққан газдармен болат сынықтарын алдын ала қыздырудың бірнеше тәсілдерін қолданады. Оның біреуі – тиеуіш себетте қыздыру; оны пештік газдар сорылатын, сынықтарды 350-400 °C дейін қыздыратын камераға отырғызады. Тәсілді кенінен қолданбайды, өйткені жылу жоғалымдар өте зор, сынақтардың балқуы және пісіріліп бірігуі жүреді, тиеуіш себет зақымдалынады.

Фукс (Германия) фирмасының бірнеше шахталық доғалы пештері жұмыс істейді. Тоғыспадағы тесіктің үстіне сынықтың үлесін тиейтін (60 %, ал қалған сынықтарды пешке береді). Сынықтар шихтада шыққан газдармен және жанарғылармен қызады. Кезектегі балқыманы шығарып алғаннан кейін, арнайы ұстап тұратын саусақтарды ашып, балқытуды бастап, сынықтарды пешке түсіреді, ал шахтага сынықтардың келесі үлесін береді. Электр энергиясының шығыны 340 квт·сағ/т шамасында.

Екі корпусты пештер қолданыс табуда. Пеште екі ванна және бір пештік трансформатор бар. Бір ваннаға электродтар түсірілген кезде және электр доғаларымен балқу жүргенде, екіншісіне сынықтарды тиейді де оларды

жанарғылармен және пештен шыққан газдармен қыздырады. Пеш тап осындай сыйымдылықтағы екі пешпен салыстырғанда балқытуудың ұзақтығын 40 % және электр энергиясын 40-60 % қысқартуды қамтамасыз етеді.

Грекияда КОНТИАРК пеші деп аталынатын тұрақты тоқтың шахталық пеші жұмыс істейді.

Пештің қаптамасы цилиндр тәрізді сумен салқындастылады, пештің осінің бойымен өтетін вертикаль графитті электрод цилиндр тәрізді сумен салқындастылатын шахтамен қоршалынған. Шахтамен қаптаманың арасындағы саңылауға үстінгі жағынан үздіксіз сынықты тиейді, ол төмен түседі де электродтар ас-тында балқиды, ал төмен түскенде сорылған газдармен қызады. Бір ағызып алудан екіншісіне дейінгі (90 т) уақыт 40 минутты, электр энергиясының шығыны 250 квт·сағ/т құрайды.

Констист процесі. Пештің қабырғасындағы тесікке ішінде жылжып жүріп тұратын конвейерілі ұзын горизонталь камера жанасады. Конвейерге сынықтар тиелінеді, ол камера арқылы жылжып шыққан газдармен жіне жанарғылармен 500-700 °С дейін қызады да үздіксіз пеш ішіне балқыманың қажетті массасын алғанша төгіледі. Электр энергияның шығына 380 квт·сағ/т тең.

Соңғы жылдары болатты электр пештерінде қорытқанда металдандырылған жұмаршақтарды, яғни туралай тотықсыздандыру әдістерімен алынатын толық тотықсызданбаған жұмаршақтарды пайдалану өрістеу үстінде. Жұмаршақтардың диаметрі 3-20 мм тең, олардың негізін құрамында 0,2-ден 2,0-2,4 % дейін көміртегі бар темір құрайды; оларда біршама мөлшерде тотықсызданбаған темір оксидтері және мөлшері жұмаршақтың массасынан 3-7 % аспайтын маңызды жыныс (көбінесе SiO_2 және Al_2O_3) болады. Жұмаршақтардың маңызды сипаттамасы –металдану дәрежесі, яғни тотықсызданған темір мөлшерінің (металл түріндегі)оның жұмаршақтағы жалпы мөлшеріне қатынасы; ол әдетте 0,88-0,97 (88-97 %) құрайды.

Бұл шикізаттың ерекше өзгешелігі –күкірттің, фосфордың, мыстың, никельдің, хромның және әдетте болат сынығында кездесетін ($\text{Pb}, \text{Sn}, \text{Bi}, \text{Zn}, \text{As}, \text{Sb}$) басқа да қосындылардың аз мөлшерде болуы. Бұл қорыту үдірісін жеңілдетеді және тазалықдәрежесі жоғары болатты алууды қамтамасыз етеді (болаттағы қосындылардың жинақ мөлшері болат сынақтарынан қорытқанға қарағанда 3-10 есе аз болады) [10].

Егерде металдандырылған жұмаршақтардың шихтадағы мөлшері оның массасынан 25-30 % аспаса, онда электрмен қорытуудың технологиясы кәдімгі технологиядан елеулі өзгешілігі болмайды. Негізін металдандырылған жұмаршақтар құрайтын шихтаны өндөу өзгеше технологияны қолдануды талап етеді. Оның негізі соңғы жылдары жасалынып және жеке элементтері әбден жетілдірілуде. Бұл технологияның елеулі ерекшелігіне жататындар: жұмаршақтарды пешке берілетін электр қуатына пропорционал жылдамдықта үздіксіз тиеу, және де тиеу пештің ішінде сұйық металл ваннасы

қалыптасқаннан кейін басталуға тиісті; балқыту мерзімін тотықтырумен (көміртектендіру) бірге жүргізу; шихтада зиянды араласпалардың – күкірт пен фосфордың мөлшерінің аз болуына байланысты балқыту технологиясының жеңілденуі. Жұмаршақтардың шихтадағы қолайлыш мөлшері оның массасынан 60-70% құрайды; олардың мөлшері одан жоғары болғанда балқыту және балқытуудың жалпы ұзақтығы артады.

Теменде Оскол электр металлургиялық зауытының 150-т пештерде қолданылатын технология сипатталынған. Қалыптандырылғаннан кейін пешке себетпен шихтаның массасынан 25-40 % мөлшерде болат сынықтарын және бірінші реттік шлакты жүргізу (жасау) үшін көп емес әк және балқытқыш шпат тиейді. Кейде көміртекті болаттарды балқытқанда, металда балқу барысында көтерінкі көміртек қажет болғанда, ал оның жұмаршақтағы мөлшері көп емес, көміртектің мөлшерін, жұмаршақтардың темір оксидтерінің тотықсыздандырығышы болатын, кокс қосады; оны пештің табанына немесе балқытуудың басында сынықтар қабатында балқытылатын құдықтарға тиейді.

Сынықтарды тиегеннен кейін пешті тоққа қосады және 20 мин кейін, шихтада құдықтар балқытылғанда және сұйық ванна түзілгенде жұмаршақтардың үздіксіз тиелуін бастайды; әдетте оларды автоматтық жүйенің көмегімен пештің тоғыспасындағы тесік арқылы электр доголарының аймағына тиейді. Ваннаға келіп түскен жұмаршақтар қызады жіне балқиды, ал олардың құрамындағы маңызды жыныс пен темір оксидтері шлакқа көшеді; жұмаршақтардың балқуы металдың көміртегінің шлактың темір оксидтерімен реакциялануымен, яғни ваннаның қайнауын тудыратын. СО-ның түзілуімен темірдің көміртекпен тотықсыздануымен қосақталып жүреді. Жұмаршақтардың маңызсыз жынысын (SiO_2 мен Al_2O_3) шлактауға жұмаршақтармен бірге үздіксіз әк тиеп тұрады; оны шлактың негіздігі 1,7-2,1 болатындей (~100-120 кг/т жұмаршаққа) етіп береді. Жұмаршақтардың жартысы балқығаннан кейін шлактың бір бөлігін пештен құйып алады.

Жұмаршақтарды берудің жылдамдығын, ваннаның температурасы 1550-1610 °C кем болмайтындей етіп, пешке берілген электр қуатымен сәйкес келтіреді. Жұмаршақтардың шығыны тым көп болғанда ваннаның температурасы төмендейді, осының нәтижесінде жұмаршақтардың балқуы елеулі төмендейді. Осымен қатар үдерісті балқу ваннаның қарқынды қайнауымен(көміртектің тотығуы) қосақталып жүретіндегі етуге ұмтылады, өйткені қайнау (араластыру) ваннаның қызыу мен жұмаршақтардың балқуын шапшандатады. Қайнаудың қарқыны жұмаршақтардың металдану дәрежесі аз болғанда (олардың құрамында темір оксидтері аз болғанда) және оларда көміртек мөлшері төмен болғанда аз болады. Қайнауды қарқыннату үшін кейбір балқытуларда ваннаны оттекпен үрлеуді, тотықкан жұмыршақтарға тиесінше (коксты) үстемелеуді қолданады.

Жұмыршақтардың балқуы аяқталғаннан кейін тотықкан шлактың денін пештен қотарып алады және қажетті жағдайда сұйық металды көміртектің белгіленген мөлшерін алғанға дейін оттекпен қысқа мерзіді үрлеуді жүргізеді,

сонымен қатар металды қажетті температураға дейін қыздырады. Одан кейін металды шлаксыз ожауға ағызып алады, оған оттектендіргіштер мен легірлеуіштер, олардан кейін ожауда шлак жабынын жасау үшін балқытқыш шпатпен әк еңгізіледі. Сонан соң ожауды пештен тыс өндөу қондырғысына жібереді.

2 Технологиялық бөлім

2.1 Шихтаның толық есептелуі, редукциялап-балқыту процесінің материалдық және жылу балансы

Темір алу.

2.1 Кесте – Шихта компоненттерінің химиялық құрамы

Материал дардың атауы	Химиялық құрамы, %										
	Fe	FeO	SiO ₂	Mn	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃	MnO ₂	S	P
ССТКӨБ Темір- кенді концентр аты	66,6	18,2	3,65	0,18	0,95	0,87	0,46	—	0,285	0,02	0,019
Хром кені	—	15,2	5,0	—	12,6	0,44	12,0	52,0	—	0,02	0,015

Шихтаның кендік бөлігі 30 % хром кені, 70 % темір кені құрайды. Орташаланған химиялық құрам келесі әдіс бойынша іске асырылады:

$$B=0,7 \cdot X_{(1)} + 0,3 \cdot X_{(2)}$$

2.2 Кесте – Шихта компоненттерінің химиялық құрамы

Fe	FeO	Mn	MnO ₂	S	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃	S	P
46,62	17,3	0,126	0,2	0,02	0,018	4,06	4,45	0,74	3,92	15,6	0,02	0,018

Fe, Mn, V – жоғарғы тотықтарының концентрациясын анықтаймыз:

$$Fe_2O_3 = 1,4285(Fe - 0,777FeO) = 1,4285(66,6 - 0,777 \cdot 18,2) = 1,4285 \cdot (66,6 - 14,141) = 74,938 \%$$

$$MnO_2 = 1,5818(Mn - 0,7746MnO) = 1,5818(0,18 - 0,7746 \cdot 0,28) = 0,285 \%$$

Шихтаны редукциялап-күйдір, металдандыру және балқыту процесінде келесі тотықтардың оттегілері редукцияланады: $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO$; $MnO_2 \rightarrow Mn_2O_3 \rightarrow Mn_3O_4 \rightarrow MnO$;

Келтірілген тотықтардың оттегілер CO_2 және CO түріндегі қатты көміртегімен әрекеттескен кезде газға айналады. Түзілген газдағы CO_2 және CO қатынасы тотықтардың редукциялану сатысына және процесстің температурасына тәуелді. Редукциялап-балқыту процесінде әрбір металға қатысты олардың редукциялану немесе сіңу дәрежесін алдын ала болжауға болады. Месалы, темірдікі $\eta_{Fe} = 0,999 \%$; марганецтікі $\eta_{Mn} = 0,80 \%$; ванадийдікі

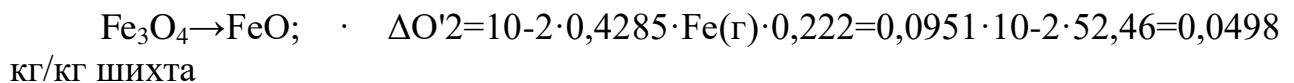
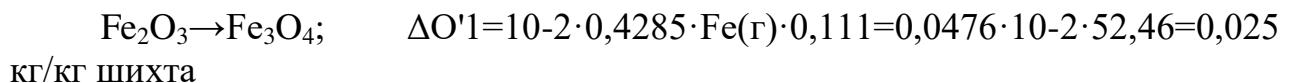
$\eta_v=0,90$. Бұл металдардан басқа көміртегінің артық мөлшеріне және температура деңгейіне тәуелді түрде кремний де аздал редукцияланады. Сондықтан кремний тотығының газға айналатын оттегісінің мөлшері ескерілмеуі мүмкін немесе оның металдағы құтілітін концентрациясы бойынша 0,18-0,3 % аралығында ескерілуі мүмкін.

Шихтаның газға айналатын оттегісінің мөлшерін анықтау

Темір редукцияланған кезде. Ең алдымен орташаланған шихтаның кендік бөлігінің жоғарғы және төменгі тотықтарының қатынасын бағалаймыз. Жалпы темір $Fe=66,6\%$ және темір тотығы $FeO=18,2\%$ концентрациясы туралы берілген нәтижелер бойынша Fe_2O_3 және FeO -мен байланыстағы оттегінің мөлшерін бағалауға болады.

$$Fe(g)=Fe-0,777FeO=66,6-0,777 \cdot 18,2=52,46\%$$

Бұдан ары әдістеме бойынша газға айналатын оттегінің мөлшерін редукция сатылары бойынша анықтаймыз:



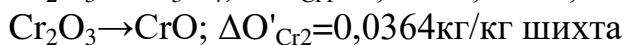
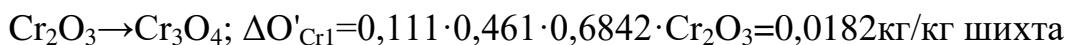
Редукцияланбаған темір FeO түрінде қалады және соңғы сатыда сәйкес сінірілу мәніне көбейтіліп ескерілуі мүмкін, яғни

$$FeO \rightarrow Fe; \quad \Delta O'3 = 10-2 \cdot \eta_{Fe} \cdot (0,4285 \cdot 0,667Fe(g) + 0,222FeO) = \\ = 10-2 \cdot 0,999(0,2858 \cdot 52,46 + 0,222 \cdot 18,2) = 10-2 \cdot 0,999(14,99 + 4,0404) = \\ = 0,190 \text{ кг/кг шихта}$$

Темір редукцияланғанда барлық газға айналған оттегінің мөлшері

$$\Delta O'Fe = \Delta O'_1 + \Delta O'_2 + \Delta O'_3 = 0,025 + 0,0498 + 0,190 = 0,2648 \text{ кг/кг шихта}$$

Хром редукцияланған кезде. Алғашқы шихтада барлық хром Cr_2O_3 түрінде кездеседі. Тендеу бойынша хромның редукциялану дәрежесі $\Omega_v=0$ тең болады. Сонда



Жалпы мөлшері $\Delta O_{Cr}=0,1476$ кг/кг·шихта.

Кремний редукцияланған кезде. 1 кг шихтадан металдың шығымы $l_m=0,6$ тең және ондағы кремнийдің ықтимал мөлшері $[Si]=0,2\%$ болады деп жобамен аламыз.

Сонда кремний редукцияланған кезде газға айналатын оттегінің мөлшері

$$\Delta O'_{Si} = [Si] \cdot 10^{-2} \cdot l_m \cdot 1,1428 = 0,2 \cdot 0,2 \cdot 1,1428 = 0,0013 \text{ кг/кг шихта}$$

Шихтадан барлық газға айналған оттегінің мөлшері

$$\Delta O'_{ш} = 0,2223 + 0,0007 + 0,1476 + 0,0013 = 0,3719 \text{ кг/кг шихта}$$

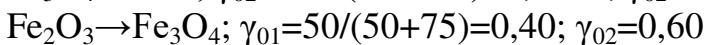
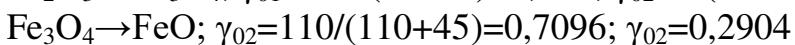
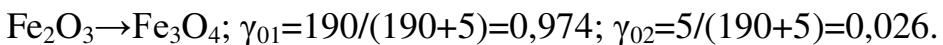
Редукционер ретіндегі кокстың шығынын анықтау. CO₂ мен CO-ның түзілуі тотықтартың редукциялану сатысы мен температураға тәуелді болғандықтан, ең алдымен редукциялану режимін орнатып және процесстің температурасын таңдау қажет. Темірлің редукциялану процесі 1100 °C, марганец пен ванадий - 1300-1400 °C температурада толығымен аяқталады. Бірақ марганец пен ванадийдің жоғары тотықтары 100-1100 °C температурада жеткілікті түрде қарқында редукцияланады, яғни темірдің редукциялану температуралық интервалында. Сондықтан көміртегінің шығынын анықтау үшін темір, марганец және ванадий тотықтары үшін CO₂ мен CO-ның пайдаланылады.

2.3 Кесте – CO₂ мен CO-ның қатынасы

Оксидтердің сатылай аудисуы	Температурада, °C							
	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
Cr ₂ O ₃ →Cr ₃ O ₄	-	8	92	10	90	12	88	14
Cr ₂ O ₄ →CrO	-	6	94	8	92	10	90	12
CrO→Cr	-	3	97	5	95	7	93	9

Темірдің редукциялану процесі үшін жұмсалатын көміртегінің шығыны

1100 °C температурада оттегінің таралу коэффициентін мына формула бойынша анықтаймыз



Темір үшін

$$g'_{C,Fe} = 0,75 \cdot \Sigma \Delta O'_i (1 - 0,5 \gamma_{01,i}) = 0,75 [\Delta O'_1 (1 - 0,5 \cdot 0,974) + \Delta O'_2 (1 - 0,5 \cdot 0,7096) + \\ + \Delta O'_3 (1 - 0,5 \cdot 0,4)] = 0,75 [0,0194 \cdot 0,513 + 0,0389 \cdot 0,6452 + 0,1640 \cdot 0,80] = \\ = 0,75 [0,00995 + 0,02509 + 0,1312] = 0,1247 \text{ кг/кг шихта}$$

Хром үшін

$$g'C,Cr = 0,75 [0,0182 (1 - 0,5 \cdot 0,4) + 0,1294 (1 - 0,5 \cdot 0,4) + 0,093 (1 - 0,5 \cdot 0)] = 0,75 [0,0182 \cdot 0,8 + 0,1294 \cdot 0,8 + 0,093 \cdot 1] = 0,75 (0,01456 + 0,10352 + 0,093) = 0,15831$$

Кремний редукциялану үшін

$$g'_{C,Si} = 0,75 \Delta O'_Si = 0,75 \cdot 0,0012 = 0,0009 \text{ кг/кг шихта}$$

Көміртегі-реукционердің барлық шығыны

$$g'_C = g'_{C,Fe} + g'_{C,Mn} + g'_{C,V} + g'_{C,Si} = 0,1247 + 0,0005 + 0,1583 + 0,0009 = 0,28441 \text{ кг/кг шихта}$$

Көміртегінің бұл мөлешері құрамы 95 %

Көміртегінің мөлшерін реттеп реагент-кокс ұнтағының шығынын анықтаймыз.

$$g'_{KM} = g'_C / 10^{-2} C_{tiM} = 0,28441 / 0,95 = 0,3548 \text{ кг/кг шихта}$$

Металдың шығымын анықтай. Негізгі металл құраушылар Fe, Mn, V, Si. Бірақ балқыма алғанға дейін металданған өнімнің (МӨ) құрамы қалыптасады. МӨ шығымын массаның жоғалуымен анықталады және мына формуламен анықталады.

$$e_m = 1 - (\Delta O_{sh} + g'l) + 10^{-2} \cdot C_c, \text{ кг/кг Темір-кенді материал ТМК}$$

$$l_{M\Theta} = 1 - 0,2243 - 0,0351 = 0,7406 \text{ кг/кг шихта}$$

Егер соңғы өнім МӨ болып табылса, онда материалдың және жылу балансын одан ары 1 кг МӨ-ға есептеуге болады.

Бұл жағдайда металданған балқыма алу мәселесі қарастырылған. Сондықтан есептелер ары қарай жалғастырылады.

Металданған өнімнің құрамында шлак түзуші компоненттер бар: SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO және шлакқа өтетін P, S, MnO, Cr₂O₃ бір бөлігі.

$$l''_{sh} = 10^{-2} (SiO_2 - 187,5 \cdot \Delta O'_Si + Al_2O_3 + CaO + MgO + 0,2 \cdot 1,29Mn + \\ + 0,95S + 0,65P + 0,001 \cdot 1,28Fe) = 10^{-2} (6,58 - 1,875 \cdot 0,0013 + 4,156 + \\ + 1,546 + 4,434 + 0,2 \cdot 1,29 \cdot 0,256 + 0,1 \cdot 1,78 \cdot 0,163 + 0,95 \cdot 0,045 + 0,65 \cdot 0,036 + 0,001 \cdot \\ \cdot 1,28 \cdot 57,45) = 10^{-2} (16,47 + 0,066 + 0,029 + 0,043 + 0,023 + 0,073) = 0,167 \text{ кг/кг шихта}$$

Шлактың бұл құрамы МӨ болады. Сонда металдың таза шығымы:

$$l''_{M\Theta} = 0,7406 - 0,1670 = 0,5724 \text{ кг/кг шихта}$$

Реагент – кокс ұнтағының күлінің есебінен металл мен шлактың мөлшері артады:

$$\Delta l''_M = 10^{-2} \cdot Fe_{K_Y} \cdot \eta_{Fe} \cdot g_{K_Y} = 10^{-2} \cdot 1,24 \cdot 0,999 \cdot 0,3548 = 0,0043$$

$$\Delta l''_{шл} = 10^{-2} \cdot A \cdot g_{K_Y} - 1,4285 \cdot \Delta l''_M = 0,0194 - 0,0025 = 0,0169 \text{ кг/кг шихта}$$

Реттелген кездегі металдың шығымы

$$l'_M = l''_M + \Delta l''_M = 0,5724 + 0,0043 = 0,5767 \text{ кг/кг шихта}$$

Шлактың шығымы

$$l'_{шл} = l''_{шл} + \Delta l''_{шл} = 0,167 + 0,0169 = 0,1839 \text{ кг/кг шихта}$$

Шығын көрсеткіштерін металл бірлігіне есептейміз.

Шихтаның көндік бөлігінің шығыны

$$P = l'/l'_M = 1/0,5767 = 1,7340 \text{ кг/кг металл}$$

Реагент – кокс ұнтағының шығыны

$$K_p = 0,3548 / 0,5767 = 0,6152 \text{ кг/кг металл}$$

Шлактың шығымы

$$\Delta l_{шл} = l'_{шл} / l'_M = 0,1839 / 0,5767 = 0,318 \text{ кг/кг}$$

Газдың көлемдік шығымы

$$V_{cp} = 1,866 \cdot 10^{-2} \cdot C \cdot K_p = 1,866 \cdot 10^{-2} \cdot 85 \cdot 0,6152 = 0,975 \text{ м}^3 / \text{кг металл}$$

Газдың массылық мөлшерін анықтау үшін компоненттер шығымын есептеу керек.

$$v_{CO_2} = 0,7 \sum g_{0,i} \cdot \gamma_{01,i} = 0,7 \cdot P \sum \Delta O_i \cdot \gamma_{01,i} = 0,7 \cdot 1,7340 [0,0194 \cdot 0,974 + 0,0389 \cdot 0,7096 + 0,1640 \cdot 0,40 + 0,000261 \cdot 1,0 + 0,000087 \cdot 0,888 + 0,000174 \cdot 0,57 + 0,000923 \cdot 0,0 + 0,0182 \cdot 0,7096 + 0,0364 \cdot 0,4 + 0,093 \cdot 0,0] = 1,213 (0,018895 + 0,027603 + 0,0656 + 0,000261 + 0,000017 + 0,000077 + 0,000099 + 0,00010) = 1,213 \cdot 0,112552 = 0,1365 \text{ м}^3 / \text{кг металла}$$

$$v_{CO} = 1,4 \cdot P (0,0194 \cdot 0,026 + 0,0389 \cdot 0,2904 + 0,1640 \cdot 0,6 + 0,000261 \cdot 0,0 + 0,000087 \cdot 0,112 + 0,000174 \cdot 0,43 + 0,000923 \cdot 1,0 + 0,0182 \cdot 0,2904 + 0,0364 \cdot 0,6 + 0,093 \cdot 1,0 + 0,0013 \cdot 1,0) = 1,4 \cdot 1,7340 (0,0005 + 0,011296 + 0,0984 + 0,0000097 + 0,000074 + 0,000923 + 0,005285 + 0,02184 + 0,093 + 0,0013) = 2,4276 \cdot 0,2326277 = 0,5647 \text{ м}^3 / \text{кг металла}$$

CO_2 және CO қосындысы V_{cp} мәніне сәйкес келеді.

$$v_{\text{CO}_2} + v_{\text{CO}} = 0,1365 + 0,5647 = 0,7012 \text{ м}^3/\text{кг металла}$$

Ұшатындар $\text{RO}_2 \approx \text{CO}_2$ газ құрамына өтеді. Бұны ескергендеңі көлем

$$v_{\text{L CO}_2} = P \cdot \frac{22,4}{44} \cdot g'_L = \frac{22,4}{44} \cdot 0,035 \cdot 1,7340 = 0,0308 \text{ м}^3/\text{кг металла}$$

Газдың жалпы мөлшері

$$V'_r = 0,7012 + 0,0308 = 0,732 \text{ м}^3/\text{кг металла}$$

Газдың құрамы, %

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= (0,1365 + 0,0308) \cdot 100 / V'_r = 16,73 / 0,7323 = 22,85 \\ \text{CO} &= 0,5647 \cdot 0,5647 \cdot 100 / 0,732 = 43,56 \end{aligned}$$

Газдың меншікті массасы

$$\gamma'_r = \frac{10^{-2}}{22,4} (44 \cdot \text{CO}_2 + 28 \cdot \text{CO}) = \frac{10^{-2}}{22,4} (44 \cdot 22,85 + 28 \cdot 43,56) = 0,993 \text{ кг/м}^3$$

Газдың массалық шығымы

$$G_r = V'_r \cdot \gamma'_r = 0,732 \cdot 0,993 = 0,726 \text{ кг/кг металла}$$

Жүйені қыздыру, металдарды қатты көміртегімен редукциялау, шихтаны қыздыру және балқыту процесстері жылуды сініру арқылы жүзеге асады. Жүйені жылу энергиясымен қамтамасыз ету үшін отын жағу қажет. Отын ретінде негізінде кокс қолданылады, оның шығынын алдын ала жылу балансының сатылары бойынша анықтап аламыз. Отын және отынның күлі мен шихтаның флюстенуіне жұмсалатын флюстың шығынын анықтап болған соң, процесстің материалдық және жылу балансын анықтауға болады.

Балқыту процесінің материалдық балансы

Металлизация процессі аяқталғанда:

А) металданған өнім

Б) редукциялаушы реакцияның газ түріндегі өнімдерін аламыз.

Шихтаны қыздыруға жұмсалатын жылудың мөлшері шыққан кездегі газдың және металданған өнімнің балқуы алдындағы жылу сыйымдылыққа тең.

Пештен шығатын колошникті газдың температурасы $t_{\text{kr}} = 250^\circ\text{C}$

CO_2 мен CO газдарының жылу сыйымдылықтары бұл температурада анықтама нәтижесі бойынша: $c_{\text{CO}_2}=1,825$; $c_{\text{CO}}=1,3311 \text{ кДж}/\text{м}^3\cdot\text{град}$.

Газдың жылу сыйымдылығы

$$q_r = 10^{-2} \cdot V'_r \cdot t_{kr} \cdot (C_{\text{CO}_2} \cdot \text{CO}_2 + C_{\text{CO}} \cdot \text{CO}) = 10^{-2} \cdot 0,4436 \cdot 250 \cdot (1,825 \cdot 37,96 + 1,3311 \cdot 62,04) = 1,109(69,277 + 81,333) = 167 \text{ кДж}/\text{кг}$$

$t_{M\theta}=1100 \text{ } ^\circ\text{C}$; $c_{M\theta}=0,965$ болған жағдайдағы металданған өнімнің жылу сыйымдылығы

$$q_{mp} = \frac{l}{l} \cdot c_{mp} \cdot t_{mp} = \frac{0,7046}{0,5767} \cdot 0,965 \cdot 1100 = 1297 \text{ кДж}/\text{кг} \text{ металла}$$

Жүйені қыздыруға жұмсалатын жылудың мөлшері

$$Q_m = q_r + q_{mp} = 180 + 1650 = 1478 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Балқыманы қыздыруға және балқытуға жұмсалатын жылу мөлшері

$$Q_{pl} = [(377 + c_{pl} \cdot \Delta t) l_{pl} + 326 + c_m \Delta t] = [(377 + 1,34 \cdot 150) \cdot 0,320 + 326 + 0,76 \cdot 150] = [185 + 440] = 625 \text{ кДж}/\text{кг} \text{ металла}$$

Эндотермиялық реакцияларға жұмсалатын жылу мөлшері

$$Q_{\Theta H} = \Delta O_{(1)} = 0,4285 \cdot 0,111 \cdot 52,45 \cdot 10^{-2} = 0,0249 \text{ кДж}/\text{кг} \text{ металл}$$

$$\Delta O_{(2)} = 0,4285 \cdot 0,222 \cdot 52,45 \cdot 10^{-2} = 0,0498$$

$$\Delta O_{(3)} = 0,4285 \cdot 0,667 \cdot 52,45 \cdot 10^{-2} = 0,1904$$

$$P = 1,7340$$

$$\Delta O_1 = 1,7340 \cdot 0,0249 = 0,043$$

$$\Delta O_2 = 1,7340 \cdot 0,0498 = 0,086$$

$$\Delta O_3 = 1,7340 \cdot 0,1904 = 0,3301$$

$$Q_{\Theta H 1} = 0,8 \cdot 0,043 \cdot 1436 = 49,398$$

$$0,2 \cdot 0,043 \cdot 6882 = 59,185$$

$$Q_{\Theta H 2} = 0,5 \cdot 0,086 \cdot 6775 = 291,325$$

$$0,5 \cdot 0,086 \cdot 12150 = 522,450$$

$$Q_{\Theta H 3} = 0,2 \cdot 0,3301 \cdot 4550 = 300,391$$

$$0,8 \cdot 0,3301 \cdot 9925 = 2621$$

$$Q_{\Theta H} = 3640$$

Жалпы шығындалған жылу мөлшері

$$Q_{\Sigma} = Q_h + Q_{pl} + Q_{\Theta H} = 1478 + 625 + 3640 = 5743 \text{ кДж}/\text{кг} \text{ металла}$$

Отынның тиімді жылу беру қабілеттілігі, күлден шлакты балқытып шығыру және әктастың ыдырауы ескеріледі

$$Q_{\phi} = Q_k - 10^{-2} \cdot A [c_3 \cdot t + 10^{-2} \cdot B \cdot SiO_{2(3)} (c_{изв} \cdot t + q_{разл})] = 9800 - 10^{-2} \cdot 13,0 \\ [1,34 \cdot 1600 + 10^{-2} \cdot 1,2 \cdot 52 (1,35 \cdot 1600 + 2046)] = 9800 - 0,13 [2144 + 0,624 \cdot 4206] = 9800 - 620 = 9180 \text{ кДж/кг кокса},$$

Мұнда Q_k – СО түзілегенге дейінгі кокстың жануының жылу эффектісі; c_3 – күлдің жылу сыйымдылығы, кДж/кг·град;

B – шлактың негізділігі, (1,2)

t – шлактың температуrasesы, °C;

Сыдыр – әктасытың жылусыйымдылығы, кДж/кг·град;

Қыдыр – әктастың ыдырау жылуы, кДж/кг CaO.

1 кг коксты жағу үшін шығындалатын үрлеудің мөлшері

$$\nu_d = \frac{10^{-2} \cdot c_k}{0,536(2r_0 + \varphi)} = \frac{0,85}{0,536(2 \cdot 0,21 + 0,025)} = 3,56 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Мұнда r_0 , φ – үрлеудегі оттегі мен ылғалдың көлемдік үлесі.

Үрлеулі қыздыру пеште жылудың тиімді мөлшерінің көп болуын қамтамасыз етеді.

Үрлеудің жылусыйымдылығы

$$q_i = c_d \cdot t_d = 1,46 \cdot 800 = 1168 \text{ кДж/м}^3 \text{ үрлеу}$$

Үрлеудің жылусыйымдылығын ескеріп отын-кокстың шығынын анықтаймыз

$$K = \frac{Q_{\Sigma}}{\eta_T \cdot Q_{\phi} + \nu_d \cdot i_d} = \frac{5743}{0,86 \cdot 9180 + 3,56 \cdot 1168} = \frac{5743}{12050} = 0,47 \text{ кг/кг металл}$$

Отын ретіндегі кокс мөлшері 0,49 кг және реагент түріндегі кокстың мөлшері 0,2604 кг оның күлдері

$$g_i = 10^{-2} \cdot A \cdot (0,47 - 0,2604) = 0,19 \text{ кг}$$

онда $SiO_2 = 52\%$ және $CaO = 2,23\%$.

Кокстың күлінің және шихтаның шлак түзетін кендік бөлігінің флюстенуіне жұмсалатын әктастың шығынын есептейміз

$$I = \frac{P(B \cdot SiO_{2p} - CaO_p) + g_3(B \cdot SiO_{23} - CaO_3)}{CaO_H - B \cdot SiO_{2H}} = \frac{1,7340(1,2 \cdot 6,58 - 1,546) + 0,23(1,2 \cdot 52 - 2,23)}{54 - 1,2 \cdot 1,46} = \\ = \frac{1,7340 \cdot 6,35 + 0,19 \cdot 60,17}{52,25} = 0,318 \text{ металл}$$

Кокс-отынның күлі және әктастың ыдырауынан қалған қалдық қосымша шлактың құрамына енеді

$$\Delta l_{шл} = 10^{-2} \cdot A \cdot 0,47 + 0,58 \cdot 0,318 = 0,245 \text{ кг/кг металл}$$

Сонда шлактың жалпы шығымы

$$l_{шл} = 0,320 + 0,245 = 0,565 \text{ кг/кг металл}$$

Кокстың осы мөлшерін жаққан кезде бөлінген газдардың мөлшері

$$v_r = K \cdot v_d (1 + r_0 + \phi) = 0,463 \cdot 3,56 (1 + 0,21 + 0,025) = 2,035 \text{ м}^3/\text{кг металл}$$

компоненттермен

$$v_{CO} = K \cdot v_d (2r_0 + \phi) = 0,463 \cdot 3,56 (2 \cdot 0,21 + 0,025) = 0,733 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$v_{H_2} = K \cdot v_d \cdot \phi = 0,463 \cdot 3,56 \cdot 0,025 = 0,042 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$v_N = K \cdot v_d (1 - r_0 - \phi) = 0,463 \cdot 3,56 (1 - 0,21 - 0,025) = 1,26 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Әктастың ыдырау процесінің нәтижесінде CO_2 -нің қосынша мөлшері түзіледі

$$v_{CO_2} = \frac{22.4}{44} 0,42 \cdot I = 0,2138 \cdot 0,318 = 0,067 \text{ м}^3/\text{кг металл}$$

Газдың жалпы мөлшері

$$v_{gt} = v_r + v_{CO_2} = 2,035 + 0,067 = 2,102 \text{ м}^3/\text{кг металл}$$

Газдың құрамы

$$CO = 0,733 \cdot 100 / 2,102 = 34,87$$

$$H_2 = 0,042 \cdot 100 / 2,102 = 1,99$$

$$N_2 = 1,26 \cdot 100 / 2,102 = 58,94$$

$$\underline{CO_2 = 0,067 \cdot 100 / 2,102 = 3,18}$$

Газдың меншікті массасы

$$\gamma_{em} = \frac{10^{-2}}{22,4} (28(CO + N_2) + 2H_2 + 44CO_2) = \frac{10^{-2}}{22,4} (28(34,85 + 59,91) + 2 \cdot 1,99 + 44 \cdot 3,25) = \\ = \frac{10}{22,4} (2653 + 147) = 1,25 \text{ кг/м}^3$$

Жану өнімі – горнадағы газдың массасы

$$g_{gt} = 2,1032 \cdot 1,25 = 2,6290 \text{ кг/кг металл}$$

Үрлеудің массасы

$$g_y = 3,56 \cdot 1,29 \cdot 0,463 = 2,126 \text{ кг/кг металл}$$

2.4 Кесте – Материалдық баланс

Шығын сатылары	Мөлшері, кг/кг металл	Кіріс сатылары	Мөлшері, кг/кг металл
Шихтаның кендік бөлігі	1,7340	Металл I_m	1,000
Кокс – реагент	0,2604	Шлак $I_{шл}$	0,5723
Кокс – отын	0,470	Жану өнімі – газ	2,6077
Үрлеу	2,1260	Реакция өнімі – газ	0,6750
Әктас	0,3180	Шаң	0,0406
Барлығы	4,9084	Барлығы	4,8956

Қателік 0,295% бұл өте тиімді 1,5%

Алынған металл углісінің химиялық құрамы ШХ15 маркалы болаттың химиялық құрамына сәйкес келеді.

2.5 Кесте – Алынған металл үлгісінің химиялық құрамы

[C]	[Mn]	[Si]	[Cr]	[S]	[P]
1,05	0,40	0,47	1,57	0,03	0,03

2.6 Кесте – ШХ15 маркалы болаттың химиялық құрамы, %

C	Mn	Si	Cr	S	P	Ni	Cu
				Негұрлым көп			
0,95-1,05	0,20-0,40	0,17-0,37	1,30-1,65	0,020	0,027	0,30	0,25

1 т металга есептегенде, қолданыстағы технологиямен салыстырғандағы жаңа технологияның технологиялық көрсеткіштері

Технологиялық көрсеткіштер	Олшем бірлігі	Жаңа технология бойынша	Қолданыстағы технология бойынша	Ескерту
Көлік шығындары	кВт/ч·т	10,0	100,0	Отынды санауда
Материал жоғалымы	т/т	0,05	0,4	Қалдықтар түрінде
Энергия жоғалымы	мДж/т	320	2600,0	
Атмосфераға шаң тасталынуы	т/т	0,003	0,015	
Атмосфераға газ тасталынуы	м ³ /т	750,0	4000,0	

3 Еңбек қорғау

Осы дипломдық жұмыстың бөлімі ҚР-н келесі заңдарына сүйене отырып жазылған:

- 1) "Қауіпсіздік және еңбек қорғау заңы" 28.02.2004 жылдан;
- 2) "Қауіпті өндірісті объектілірдегі өндірістік қауіпсіздік туралы заңы" 03.04.2002 жылдан №314-11ҚРЗ;
- 3) "Өрт қауіпсіздігі туралы заң" 22.11.1996 жылдан;
- 4) "ҚР-ғы еңбек туралы заң" 10.12.1999 жылдан №493-І ҚР еңбек туралы заң (ҚР заңдарына өзгертулер енгізілген 06.12.2001 жылдан №260-11; 25.09.2003 жылдан № 484-II).

3.1 Өндірістік факторларды талдау

Бұл дипломдық жұмыстың ғылыми - зерттеу жұмыстары Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің «ҚазҰТУ технопаркінің» №13 зертханасында жүргізілді.

- хромдау;
- лабораториядағы уландырыш және өрт-жарылыс қаупі бар қасиеттеріне ие материалдармен, жабдықтармен, реактивтермен, техникалық өнімдермен және реакция өнімдерімен жұмыс кезінде;
- электр қыздырыш приборлар (магнитті электрааластырыш, pH – метр, автоматты титрлеу блогы, құбырлы пеш);
- токтың мезеттік тежелуі немесе кернеудің тез көтерілуі салдарынан электр жабдықтарының істен шығу кезінде электр тогымен жарақат алуы мүмкін.

Өндірістік қауіп пен мамандыққа катысты зиянды факторлар:

- электр тогы;
- қолайсыз метеорологиялық жағдайлар (қалыпсыз температура және ауа ылғалдығы, атмосфералық қысым);
- қызып тұрған жабдықтар мен материалдар;
- зиянды заттармен ауаның ластануы;
- шу және сілкінудер, ультрадыбыстар;
- жанғыш және қопарылғыш материалдар және заттар;
- жабдықтар және ғимараттардың бұзылуы.

Еңбек жағдайларын тексеру және бағалау үшін зерттеу мен тәжірибелердің техникалық әдістері қолданылады. Оларға мысал ретінде келесілері жатады: әртүрлі анализаторлардың көмегімен ауадағы жағымсыз қоспаларды анықтау; температура, ылғалдылық, ауа қозғалысының жылдамдығын анықтау және т.б. Бұл зерттеулерге қолданылатын аппаратура әр түрлі болады.

Осыған байланысты берілген реагенттермен тәжірибе жүргізгенде

жұмыс орнында санитарлық нормаларға сәйкес санитарлы-гигиеналық жағдайларды жасау үшін зертхана сорғыш пен желдеткіштермен қамтамасыздандырылған.

3.2 Өндірістік санитария

Көптеген кәсіпорындарда негізгі зиянды факторлар деп келесілерді айтады:

- жұмыс аймағының немесе құрылғылардың жоғары жағындағы ауа температурасының төмен немесе жоғары болуы;
- жұмыс аймағында ауа қозғалыс жылдамдығының және ауа ылғалдылығының қатты жоғары немесе төмен болуы;
- шу дәрежесінің жоғары болуы;
- діріл дәрежесінің жоғары болуы;
- табиғи жарықтың жетіспеушілігі немесе тым болмауы;
- жұмыс аймағын жеткіліксіз жарықтандыру.

3.2.1 Электр қауіпсіздігімен қамтамасыз ету

Адам организіміне электр тоғының әсер етуі әр түрлі электрлік жаракаттануға және электрлік соққы алуға әкеледі (электрлік күю, терінің металдануы, электрофталмия). Электр тоғы жергілікті тканьді зақымдау және рефлекторлы жүйке жүйесі арқылы әсер етеді.

Электротехникалық қондырғыларды орналастыру және пайдалану электротехникалық қондырғылар туралы барлық қағидаларға міндетті түрде сәйкес келуі қажет.

Зертханадағы жұмыс жарамды электр құралдары арқылы жүзеге асуы керек. Сымдар оқшаулағыштарындағы ақауларды, штампель, розеткалардың, вилкалардың және т.б. арматураның бұзылуын байқаған кезде дереу инженер-электрикке хабарлау қажет. Электроқұрылғылардың, электроарматуралардың, электр жүйесінің бұзылуы электромонтермен ғана жөнделу керек. Электро-щиттер орнатылған шкафттар жабық болуы тиіс.

Барлық электр құрылғылары міндетті түрде жерленген болуы қажет. Электр тоғын жалғастыру зертханада жұмыс істейтін адамдарды электр тоғының әсерінен қорғау үшін электр жабдықтары жермен жалғастырылған.

3.2.2 Микроклимат

Зертханада жұмыс істеушілерге зиянды заттар әсер етулері мүмкін. Зиянды заттар адам ағзасына тыныс жолдары, ас қорыту жолдары арқылы, сонымен бірге тері қабаттарымен өтуі мүмкін.

Кәсіптік аурулардың алдын алу үшін заттардың рұқсат етілген шекті концентрацияларының шамасы маңызды орын алады.

Дипломдық жұмыс жасалған зертхананың орташа температурасы 21⁰C және салыстырмалы ылғалдылығы 43 %. Ауа қозғалысының жылдамдығы 0,09 м/с.

Жүргізілген жұмыс Ia-ші жеңіл категориялы жұмыс болып есептеледі, себебі бұған отырған күйде және аз ғана физикалық ауыртпалықпен жүргізілетін жұмыстар жатқызылады. Бұл жеңіл категориялы Ia жұмысында энергия шығыны 120 ккал/сағ құрайды (4.1 кесте)

3.3 Өрт қауіпсіздігі

Өрт түндау себептері әр түрлі: құрылым конструкцияларындағы ғимараттардағы бөлме жоспарындағы кемшіліктер, жабдық ақаулары, технологиялық процестердің бұзылуы, жұмысты дұрыс жүргізбеу, жұмысшылардың ұқыпсыздығы.

Кәсіпорындарда өрттің түндау себептерін жою үшін құрылым-техникалық және ұйымдастыру шаралары қолданылады. Техникалық процестerde өрттен қорғау үшін арнайы автоматты қондырғы қажет. Құрылымстық-техникалық шараларға кәсіпорын территориясының, ғимараттың өрт таралуын тежейтін арнайы қоршауының жобасы, шығатын есіктердің дұрыс орналасуы, оған эвакуация да кіреді.

Ұйымдастырушылық шараларға шылым шегуге, жұмыс барысында ашық оттың қолданылуына тыйым салу, адамдарды және мұлікті эвакуациялау жобаларын жасау, өрт қауіпсіздігі шараларын жұмысшыларға үйрету жатқызылады.

Зертханада сонымен қатар өртке қарсы су қондырғылар жасалған. Бұл өрт орнына суды жеткізетін құрылғылар комплексі. Зертханада өрт апартын ескеретін сигнализация жүйесі қондырылған. Оның құрамына қабылдау станциясы және хабар беру құрылғылары кіреді. Барлық бөлімшелер телефонмен жабдықталған.

Негізгі өрт көздері болып электр қондырғылары және машиналар мен механизмдердің қозғалатын бөлшектерінің үйкелісі саналады. Үйкеліс кезінде көп жылу бөлінеді, әсіресе құрғақ үйкеліс кезінде жылудың бөлінуі арта тусады. Мұндай үйкеліс механизмдердің апatty қызуына әкеліп соғады.

Қыздыру пештеріндегі температура деңгейі, агрегаттардың жұмысы автоматты тұрде реттеледі. Ол аппараттардың дұрыс қосылмауын жояды, яғни өрт қауіпін азайтады.

Зерханадағы өртке қарсы шараптардың орындалуы мен тәртібіне зертхана менгерушісі жауапты. Зертханада өртке қарсы заттар болғандықтан, өрт сөндіретін барлық құралдар жиынтығы толығымен болуы қажет.

Жалпы ҚазҰТУ ғимараты өрт қауіпсіздігі бойынша Д категориясына жатады, себебі ондағы жұмыс жасалатын барлық бөлмелерде, зертханаларда, жанғыштығы төмен реактивтер, химиялық заттар салқын күйінде сақталады.

Дипломдық жұмыс жасалған зертхана тау-кен ғимаратында орналасқандықтан зертхананың да өртке қарсы тұрақтылығы II және III дәрежелі болып саналады

4 Негізгі технико – экономикалық көрсеткіштері

Өндірістің өнімділігі жылына 3500 тонна болат. Базар нәтижелері бойынша 1 тонна болаттың көтерме бағасы 700\$

Ұлттық курсы ескерген кезде:

$380 \cdot 700 = 266000$ теңге.

Өзіндік құн калькуляциясы ШХ15 маркалы болатқа жүргізілді.

1 тонна болаттың өзіндік құн өзіндік құны 167000 теңге

Осыдан, пайдаланы есептейміз:

$$\text{Пр} = (\Pi - C) \cdot Q \quad (4.1)$$

мұнда Π - көтерме баға;

C - Өнімнің өзіндік құны;

Q - жылдық өндірістік бағдарлама.

Пайда:

$$\text{Пр} = (266000 - 200000) \cdot 3500 = 231000000 \text{ теңге}$$

Рентабельности мына формуlamен анықтаймыз:

$$R = \text{Пр} / C \cdot 100\% \quad (4.2)$$

Рентабельность:

$$(266000 - 200000) / 200000 \cdot 100\% \approx 33\%$$

Өндірістің өзін-өзі ақтау уақыты мына формуlamен анықталады:

$$T = K / \text{Пр} \quad (4.3)$$

мұнда K - өндірістік қордың құны, теңге:

$$K = C_{\text{нег.к}} + C_{\text{қайт.к}} \quad (4.4)$$

мұнда $C_{\text{нег.к}}$ – негізгі қор;

$C_{\text{қайт.к}}$ – қайтымды қор.

Өзін - өзі ақтау уақыты: шамамен 1,8 жыл

ҚОРЫТЫНДЫ

Тәжірибе жүзінде алынған металл үлгілері көміртекті табиғи легірленген болат болып келеді және олар біріншіден, редукциялап балқыту процесінде металл көміртектенуін жою немесе шектеу салдарынан алынды. Екіншіден, әртекті металдар редукциялануына көміртегі шығынының реттелуі күрделі сипатқа ие және металл тотықтарының беріктік сипаттамаларын және олардың реттік фазалық ауысуларын ескеретін диссоциациялы-адсорбциялы механизм негізінде болуы мүмкін. Механизмнің жетекшілікке алынуы тек көміртегі емес, сонымен қоса болатта легірленген металл концентрациясын реттеуге мүмкіндік береді. Шихта құрамына енгізілген көміртегі құрамды хромит қоспасының массасы, болатта 1,57 % деңгейінде хром мөлшеріне алдын ала есептелген. Көрініп тұрғандай, алынған тәжірибелік нәтиже есеп бойынша күткен, металдағы хром концентрациясын растиады. Осылан үқсас жолмен болат құрамына басқа легірлеуші металдар енгізілуі мүмкін. Бұл кезде олардың енгізілуі мен балқытылатын металда концентрациясының реттелу занылдығы, орнатылған диссоциациялы-адсорбциялы механизмге бағынады. Шихта дайындау мен оны редукциялап балқытуды үйымдастыру кезектілігінен, экономикалық эффективтілікті арттыруға мүмкіндік беретін өндірістік процестер шығындарының ауқымды бөлігінің қысқару мүмкіндігін бақылауға болады.

Табиғи легірленген болатты редукциялап балқыту темір және болат metallurgиясының технологиясында жана бағытты ашады. “Табиғи легірленген болат” түсінігі легірленген болаттан, болат балқымасы дайын ферроқорытпалар енгізілуін жоюмен немесе шектеумен ерекшеленеді. Оның орнына көміртегі құрамды шихта құрамына, құрамында легірлеуші металдар тотықтары кіретін минералды компоненттер енгізіледі.

Табиғи легірленген болаттың редукциялап балқытылуы, диссоциациялы-адсорбциялық механизммен тікелей байланысқан металды көміртекендіру процесін жою немесе шектеу шарттарында жүзеге асыру мүмкіндігі болады.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение М.:
Машиностроение, 1990, 528 с.
- 2 Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. М.:Металлургия,
1989, 456 с.
- 3 Долженков И.Е., СтародубовК.Ф. Основы проектирования
термических цехов.-Киев: Вышая школа, 1986.-215с.
- 4 Башнин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической
обработки стали.М.: Металлургия, 1986, 424 с.
- 5 Шепеляковский К.З. Упрочнение деталей машин поверхностной
закалкой при индукционном нагреве./ К.З. Шепеляковский. - М.:
Машиностроение, 1972. -287 с. -Б.ц.
- 6 Демичев А.Д. Поверхностная закалка индукционным способом . под
р А.Н. Шамова./ А.Д. Демичев. -М.-Л.: Машиностроение, 1979. -80 с..
- 7 Николаев Е.Н. Термическая обработка токами высокой частоты:
учебное пособие для проф.-техн.училищ./ Е.Н. Николаев, И.М. Коротин. -М.:
Высш. школа, 1970. -327 с. -Б.ц.
- 8 Головин Г.Ф. Технология термической обработки металлов с
применением индукционного нагрева.: ВЫП.3./ Г.Ф. Головин, Н.В. Зимин. -
5-е изд., Перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. - 87 с. - (Б-чка
высокочастотника-термиста)
- 9 Сұлеймен Е.Б. Конвертерлік болат өндіру тәсілі. Оқу құралы.
Өндөлген екінші басылым. - Астана: ҚазАТУ, 2010. - 150 б.
- 10 Сұлеймен Е.Б. Металтану және термиялық өңдеу. Оқулық. – Астана:
С.Сейфуллин атындағы ҚазАТУ, 2012- 248 б.

Отчет подобия



Университет:	Satbayev University
Название:	Хроммен легірленген болатты тікелей алу процесін зерттеу
Автор:	Парманов Нұрсұлтан
Координатор:	Гүлзада Қойшина
Дата отчета:	2019-05-21 09:00:36
Коэффициент подобия № 1: ?	11,0%
Коэффициент подобия № 2: ?	9,5%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	8 391
Число знаков:	61 596
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	55



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 118

>>

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

>>

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных

>>

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных

>>

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Детали отчета подобия

Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены красным цветом.

Фрагменты, найденные в интернете отмечены в зеленый .

Фрагменты, найденные в базе данных Юридических актов отмечены синим фоном .

АНДАТПА

Берілген дипломдық жұмыста қазіргі кезде қара металлургиядагы ең маңызды мәселенің бірі қарастырады. Берілген дипломдық жұмыста аз шығынмен металданған өнімнен хромдық болат алу технологиясы ұсынылады.

Жұмыста металлургиялық есептеулер және негізгі қондыргыларды таңдау көрсетілген.

Жұмысқа енбекті корғау мен қоршаган ортани қорғау бөлімдерге, сметалық және экономикалық бөлімдерге үлес болінеді. Өсіреке қауіпсіздік техникасына, өндірістік санитарияга, өндірістік ағындарды тазартуга ерекше назар аударылған.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается одна из острых проблем на сегодняшний день в черной металлургии.

В данной работе предлагается технология, по которой с относительно минимальным количеством затрат можно получить высоколегированную хромистую сталь.

В проекте внимание уделено разделам: охрана труда и окружающей среды. Особое внимание уделено вопросом техники безопасности, промышленной санитарии, очистки и обезвреживания промышленных выбросов и стоков.

ANNOTATION

In the given degree work one of acute problems for today in ferrous metallurgy is considered.

In the given work the technology on which with rather minimum quantities of expenses it is possible to receive высоколегированную a chromic steel is offered.

In the work attention is given sections: a labour safety and environment. The special attention is given by a question of safety precautions, industrial sanitary, clearing and neutralisation of industrial emissions and drains.