**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**

**РОБОЧА ПРОГРАМА,**

**методичні вказівки та індивідуальні завдання**

**до вивчення дисципліни «Експериментальні дослідження технологічних процесів» для студентів спеціальності 7(8).05040101 - металургія чорних металів**

**Затверджено**

**на засіданні Вченої ради**

**академії**

**Протокол № 1 від 30.01.2012**

**Дніпропетровськ НМетАУ 2012**

# УДК 669.162.1(07)

# Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Експериментальні дослідження технологічних процесів» для студентів спеціальності 7(8).05040101 – металургія чорних металів /Укл. В.Г. Чистяков. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. – 17 с.

Викладені відомості щодо змісту дисципліни, методики самостійної роботи студента з навчальною літературою, виконання індивідуального завдання.

Призначена для студентів спеціальності 7(8).05040101 – металургія чорних металів, спеціалізації – металургія чавуну заочної форми навчання.

Укладач В.Г. Чистяков, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск А.К. Тараканов, д-р техн. наук, проф.

Рецензент О.П. Чуванов, канд. техн. наук, доц. (НМетАУ)

ВСТУП

Головним завданням дисципліни “Експериментальні дослідження технологічних процесів” є набуття студентами практичних навичок, необхідних у науково-експериментальних дослідженнях процесів виплавки чавуну.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: методи проведення експериментальних досліджень, обладнання для експериментальних досліджень процесів виплавки чавуну; вміти проводити дослідження доменного процесу на фізичних та математичних моделях. Методичні вказівки призначені також для організації проведення розрахунково-практичних робіт з математичного моделювання окремих сторін доменного процесу.

# 1. РОБОЧА ПРОГРАМА

Загальний обсяг – 72 години.

Спеціальність – 7(8).05040101 – металургія чорних металів.

Спеціалізація – металургія чавуну.

Розклад навчальних годин

|  |  |
| --- | --- |
| Навчальні години | 11 семестр |
| Усього годин за навчальним планом | 72 |
| аудиторні заняття | 8 |
| з них: лекцій | 4 |
| лабораторних занять | 4 |
| Самостійна робота | 64 |
| у тому числі підготовка до занять | 40 |
| виконання індивідуального завдання | 24 |
| Підсумковий контроль | залік |

## Зміст дисципліни

1. Експериментальні дослідження процесів відновлення залізорудних матеріалів.
2. Експериментальні дослідження шлакового режиму доменної плавки.
3. Експериментальні дослідження характеристик шихтових матеріалів.
4. Експериментальні дослідження розподілу матеріалів на колошнику доменної печі.

## Лабораторні заняття

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Тема заняття | Тривалість  (годин) |
| 1 | Дослідження процесів розм’якшення залізорудних матеріалів | 2 |
| 2 | Дослідження газодинамічних характеристик шихтових матеріалів | 2 |

## Рекомендована література.

1. Єфименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металургія чавуну. – К: Вища школа, 1988. – 512 с.
2. Ковшов В.Н. Методические указания к постановке эксперимента при выполнении курсовых научно-исследовательских работ. – Днепропетровск: НМетАУ,1999. – 50 с.
3. Линчевский В.Н. Техника металлургического эксперимента. – М: Металлургия, 1979. – 256 с.
4. Ковшов В.Н. Моделирование доменного процесса. – Днепропетровск: Институт технологий, 1997. – 109 с.

# 2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

2.1. Вступ. Значення дисципліни, зв'язок з іншими дисциплінами

Найбільш відомими методами вивчення відновлювальних процесів є методи за участю газової фази, а саме статичний і динамічний. До переваг методу належить відносна простота апаратури. Недоліки, пов’язані з малою швидкістю встановлення рівноваги. До динамічних методів належать: циркуляційний, гравіметричний, термогравіметричний, метод реєстрації фазового складу й дилатометричний. Під час вивчення цих методів слід звернути увагу на недоліки кожного.

Також дослідження відновлювальних процесів проводяться в доменних печах. Такі дослідження виконуються методом відбору проб матеріалу й газу на окремих горизонтах доменної печі, що працює. Таким чином, можна проаналізувати вплив різних факторів на процеси відновлення в доменній печі.

2.2. Процес шлакоутворення є одним із найважливіших процесів, що протікає в доменній печі й визначає її роботу. Для проведення досліджень шлакоутворення доменну піч обладнують кількома отворами для відбору проб матеріалів. Перші дослідження були проведені в 30-х роках під керівництвом академіка М.А. Павлова. Дослідження в доменній печі проводилися з метою визначення впливу складу залізорудного матеріалу й температурного режиму на процеси шлакоутворення.

2.3. Газопроникність матеріалів є одним із факторів, що визначає форсування доменної плавки. Більшість матеріалів доменної плавки різняться гранулометричним складом. Дослідження газодинамічних якостей шихти потрібно для того, щоб удосконалити газодинамічні умови доменної плавки. З цієї теми необхідно розглянути такі питання: 1- |вимірювання| втрата напору| повітря під час продування його крізь| шар матеріалів|, 2-| визначення| газопроникності| за даними| ситового складу матеріалів|, 3-оцінка| газопроникності| коксу, 4-визначе||ння| живого перетину |пустот в масі| коксу, 5-радіометричний| метод постійного| контролю насипної| маси| коксу.

Під час вивчення кожного питання треба звернути увагу на обладнання цих вимірювань.

2.4. Високопродуктивна й економічна робота доменної печі є можливою, якщо раціонально використовується газ, що створюється в її горні як наслідок горіння вуглецю коксу. На розподіл матеріалів у доменній печі впливають такі фактори: рівень засипки, система завантаження, вага порції матеріалу та відстань між стінкою колошника й великим конусом. Дослідження впливу цих та інших факторів можливо проводити як на фізичних моделях, так і на доменних печах. На доменних печах дослідження проводяться перед задувкою. Треба відзначити, що ці дослідження пов’язані з великим обсягом роботи.

# 

# 3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ|

3.1. РОЗМ’ЯКШЕННЯ РУД І АГЛОМЕРАТІВ

Мета роботи

Робота знайомить студентів з однією з найбільш сучасних методик визначення розм'якшення руд та агломератів і впливом попереднього відновлення агломерату на температуру початку й температурний інтервал розм'якшення.

Для цього виконується порівняльне визначення показників розм'якшення двох зразків, взятих зз однієї проби, офлюсованого агломерату, один з яких заздалегідь відновлений приблизно на 10%.

Установка та інструкція можуть бути використані студентами для виконання науково-дослідних робіт з визначення показників розм'якшення різноманітних руд й агломератів, впливом різних факторів факторів(основності, хімічного складу агломерату та ін.) на показники розм'якшення.

Загальні відомості

Розм'якшення руд й агломератів є одним із етапів процесу шлакоутворення в доменній печі, який передує утворенню первинного шлаку. Розм'якшення руд й агломератів – це процес порушення механічної міцності, пов'язане з деформацією та втратою їх твердості. Розм'якшення починається з оплавлення б невеликої ділянки руди (агломерату), зменшення внутрішніх сил зчеплення, що робить можливою деформацію куска й усадку шару руди (агломерату). З підвищенням температури кількість розплавлених часток збільшується, що призводить до деформації нових кусків руди (агломерату) й усадки шару. Остаточним етапом розм'якшення є початок розплавлення. Речовина, яка досягла певних температур, розм'якшується і переходить у рухливий стан.

Залежно від хімічного й мінералогічного складу руд та агломератів, швидкості їх відновлення до початку і в процесі розм'якшення та інше розм'якшення руд і агломератів може починатися при різних температурах і проходити| в різному температурному інтервалі (температура від початку деформації до розплавлення всієї маси).

Температура початку й температурний інтервал розм'якшення руд та агломератів впливають на процеси непрямого відновлення, шлакоутворення, газодинамічні умови в середній частині печі й нагрів горна, тому мають суттєве технологічне значення. Чим більше температурний інтервал розм'якшення, тим нижче газопроникність шихти в печі й менше її продуктивність.

У лабораторних умовах розм'якшення руд та агломератів зазвичай визначається під час нагрівання їх| в окислювальному середовищі|, тоді як розм'якшення в доменній печі відбувається у відновлювальній атмосфері. У доменній печі до початку й у в процесі розм'якшення частина вищих оксидів відновлюється до нижчих (наприклад, Fe2O3| до FеO|), що впливає на температуру початку й інтервал розм'якшення руд та агломератів.

У даній роботі прийнято методику визначення розм'якшення агломерату в слабовідновленому середовищі, що створилося в робочій печі й істотно не впливає на поновлення оксидів заліза агломерату.

Опис установки

Схема установки, що показана на рисунку 3.1, складається з таких основних елементів.

Для нагріву досліджуваного матеріалу використовується піч I, до якої на підставці 2 встановлюється магнезитовий тигель 3 з навіскою матеріалу.

Регулювання нагріву печі здійснюється за допомогою реостата, що не показаний на рисунку.

Усадка матеріалу при розм'якшенні визначається за допомогою електронного мосту 4 і потенціометра 5.

Шток 6 з вантажем 7 створює тиск в 196 кПа на досліджуваний матеріал|. У середині штока 6 знаходитьсяя термопара 10, що підключена до потенціометра 5.

За певної температури матеріал починає розм'якшуватися, унаслідок чого шток 6 під дією вантажу 7 буде переміщатися донизу. Рух штоку 6 змінить положення укріпленого на ньому повзунка 8, змінного опору електронного| мосту 4, що на початку розм'якшення знаходиться в рівновазі. Зміна величини опору призведе до порушення рівноваги мосту 4, що відновлюватиметься двигуном реохорда 9. Внаслідокнаслідок того, що вісь двигуна реохорда 9 жорстко пов'язана з віссю провідного барабана руху стрічки потенціометра 5, обертання двигуна реохорда призводитьприводить до руху діаграмної стрічки потенціометра. Причому, кут повороту барабана стрічки потенціометра пропорційний величині розбалансу моста, тобто величині занурення штока 6 в розм'якшуваний матеріал. Таким чином, на діаграмі потенціометра виходить крива в координатах: температура (°С) – усадка (мм).

Виконання роботи

Робота виконується двома-трьома студентами в такому порядку. Кожна група отримує окреме завдання (залізорудні матеріали відрізняються виглядом, гранулометричним і хімічним складом).

Після ознайомлення з установкою за 30 хв. до початку досліду вмикають електронні пристрої.

Зважують навіску заздалегідь відновленого офлюсованого агломерату фракції 2-3 мм вагою 45 г і висипають в тигель. У заздалегідь нагріту до 850°С піч на підставці 2 встановлюють тигель 3.

Після вПісля установлення тигля в піч на поверхню матеріалу опускають шток 6 так, щоб вісь його збігалася зіз віссю тигля. Потім, не рухаючи штока, слід підняти рухливу рамку так, щоб повзунок опору знаходився перебував в положенні зверху, і закріпити гвинтом рамку на штоку. За допомогою гвинта точного налаштування опору встановлюють шкалу на найближче градуювання і записують показання шкали неврівноваженого моста. Після| цього перо потенціометра опускається на діаграмну стрічку й починається подальше розігрівання печі I із швидкістю 8-10°/хв.

Після занурення штока в досліджуваний матеріал на 20 мм (72 мм на діаграмній стрічці) включають живлення печі I в електронне устаткування, відпускають гвинт кріплення штока в рухливій рамці, виймають шток і тигель із з печі.

Коли піч I охолоне до 850°С, в неї встановлюють тигель з іншою пробою агломерату й дослід повторюють за цією методикою.

Після закінчення другого досліду відключають живлення печі, виймають з печі шток і тигель. З потенціометра знімають діаграмну стрічку з записом показників розм’якшення. Значення цих показників заносять в таблицю.

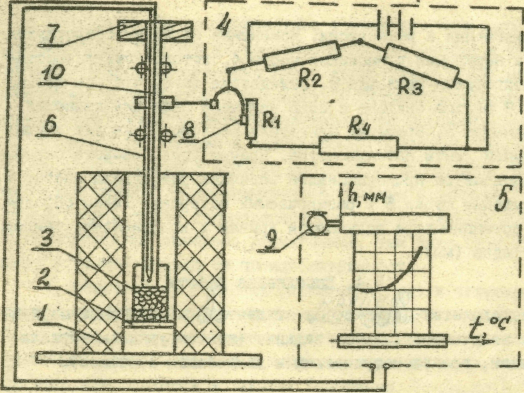


Рис. 3.1. Схема установки для визначення показників розм'якшення руд та агломератів

Оформлення звіту

У звіті необхідно подати схему установки, характеристику агломерату, порядок виконання роботи, результати у вигляді таблиці й графіків і короткі висновкивисновки.

Характеристика проб агломерату:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вміст  Fe,%|  FeO,% | I Проба | II Проба |
|  |  |
|  |  |
| Основність  CaO\SiO2| |  |  |
| Ступінь відновлення,% |  |  |

Хід розм'якшення агломерату

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дослід  №1 | Темпера-  тура, °С | 850 |  |  |  |  |  |  | Температура  початку  розм’як-|  шення| | Температура  усадки  20 мм | Температур-ний  інтервал  розм‘як-  шення| |
| Усадка  мм |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослід  №2 | Темпера-  тура, °С | 850 |  |  |  |  |  |  | Температура  початку  розм’як-  шення| | Температура  усадки  20 мм | Температур-ний інтервал|  розм’як-  шення |
| Усадка  мм |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 3.2. ВИЗНАЧЕННЯ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШИХТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ

Мета роботи

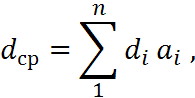
Ознайомитися зіз визначенням газодинамічних властивостей шихтових| матеріалів, які використовуються у доменній плавці, визначити питомі витрати тиску в шарі доменної шихти, визначити вплив змішування фракцій на питомі витрати тиску.

Загальні відомості

Сипке середовище, яке з'являється у шарі шихтових| матеріалів доменної| печі характеризується рядомнизкою фізичних властивостей. Властивості, що визначають рух газу в шарі, вважаються газодинамічними властивостями сипких середовищ. Найважливішими газодинамічними властивостями шару сипких матеріалів є: розмір кусків, з яких складається шихта, їх форма, порозність| і питома поверхня. Ці властивості зумовлюють також теплообмін і кінетику відновлювальних процесів, тому визначення |їх з необхідною точністю має велике значення для вивчення доменного процесу в цілому.

Методи визначення розміру кусків шихтових| матеріалів

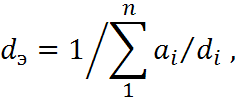
Куски шихтових матеріалів доменної плавки мають неправильну форму, тому їх розмір не можна визначити апріорі. Абсолютно однакових кусків в реальному насипу практично немає, тому розмір куска встановлюється статистичним методом з великого числа кусків, що трохи відрізняються один від одного. Для визначення розмірів кусків насипу існує ряд методик, які представлені в технічній літературі. Найбільш поширеними є такі методи: гідрометричні, дифракції рентгенівських променів, використання мікроскопів, просіювання та інші. У даній роботі будемо користуватися простим й ефективним методом просіювання. Середній розмір вічок сита верхнього та нижнього **-** це середній розмір фракції, що просіюється. Якщо шихта складається з декількох фракцій, то середній діаметр визначається за формулою



(3.1)

де di **-** середній розмір i -тої фракції, доля якої в загальній масі шихти ai**|,**  n **-** кількість фракцій.

Якщо необхідно підрахувати еквівалентний діаметр шару шихти dэ (тут багатофракційна шихта замінюється як би однокомпонентною з такою ж загальною поверхнею), то він підраховується за формулою



(3.2)

Як характерний лінійний розмір газового потоку в газодинаміці використовують величину, яку називають еквівалентним розміром каналів, аналогічну гідравлічному діаметру:



(3.3)

де *ε -* порозність| насипної маси, м3 /м3, s - загальна питома поверхня кусків шару, м2/м3.

Методи визначення порозності шару шихтових| матеріалів

Порозність шару сипких матеріалів **-** це відношення об’єму міжкускового простору (Vn) до загального об’єму, який займає шар шихти (V):

(3.4)



Існує декілька методів визначення порозності:

* метод заповнення міжкускових просторів рідиною;
* метод, що використовує розширення газу;
* статистичний метод, що заснований на змінюванні щільності шихти.

У даній роботі використовують останній метод як найбільш простий за виконанням і трудомісткістю. Об'єм пустот у шарі дорівнює між загальним об'ємом шару й об'ємом твердих часток (Vтв|):



(3.5)

де об'єм твердих часток дорівнює добуткудобутку загального об'єму на співвідношення насипної маси () і маси, що здається ():



(3.6)

Якщо тепер послідовно підставити формули (1.6) і (1.5) в (1.4), будемо мати:



(3.7)

Насипна маса шихти визначається шляхом поділення|| маса шихти (М) на її об'єм в посудині місткості|:



(3.8)

Оскільки дослідницькою посудиноюмісткістю є газодинамічний циліндр, то



(3.9)

де D **-** діаметр циліндра, м;

Н **-** висота шару шихти в циліндрі, м.

Остаточно маємо формулу для визначення порозності|, підставляючи (1.9) в (1.8) і в (1.7):



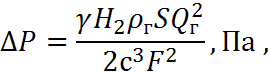
(3.10)

Методи визначення газодинамічної поверхні шару шихтових| матеріалів

Поверхня пористого матеріалу це площа поверхні кусків, що складають шар шихти. Питомою поверхнею називається сумарна поверхня кусків шару на одиницю об'єм|у (віднесена до цього об'єму).

Існують наступні методи визначення поверхні сипких середовищ: статистичний, адсорбційний, за течією рідини, тепловий, заснований на каталітичній реакції поверхні з певними реагентами та інші. У даній роботі застосуємо метод, що заснований на протіканні газу крізь шихту.

Рівняння Дарсі-Вейсбаха зв'язує втрати тиску газу в сипкому шарі - ΔP зіз питомою поверхнею кусків шару S, м2/м3:



(3.11)

де H1 **-** відстань між точкамиточками відбору тиску, м; ρг – густина газу, кг/м3;



Qг – витрати газу, м3/с;  
 F – площа перетину шару шихти, м2;  
 λ – коефіцієнт опору, що визначав режим руху газового потоку, який в  
 шарі шихти може бути ламінарним (при Re < 60), нестійким турбулентним  
 (при Re = 60 – 7000) і турбулентним (при Re > 7000). Відповідно, для   
 ламінарного – , для нестійкого турбулентного –  і для   
 турбулентного – λ = 0,65**.**

Турбулентний рух газу в шарі доменної шихти зазвичай не досягається внаслідок переходу шихти в псевдозріджений стан, а при нестійкому турбулентному режимі на Δ Р впливають місцеві опори, зумовлені розширенням і стискомстисненням струменя, тому питому поверхню шару шихти необхідно визначати в ламінарному режимі:



(3.12)

Оскільки



(3.13)

де υ — коефіцієнт кінематичної в'язкості газу, м2/с, то



(3.14)

Отже,



(3.15)

Для нашого випадку F=D2/4=0,7854D2π, а ρг = 1,164 кг/м3 і υ= 1,57 х105| м2/с, тоді

м2/м3. (3.16)



Опис установки

Лабораторну роботу виконують на газодинамічній установці, що є прозорим циліндром 1, зробленим з плексигласу, в нижній частині якого закріплені грати 2. Повітря в циліндр подається вентилятором 3 типу ВВД-5. Витрату повітря визначають за допомогою шайби 4 і записують на прилад 5. Тиск після шайби контролюють манометром 6, а по висоті шару в циліндрі похилим манометром 7 типу МНН-240. Регулювання кількості дуття здійснюється засувкою 8 (рис. 3.2).

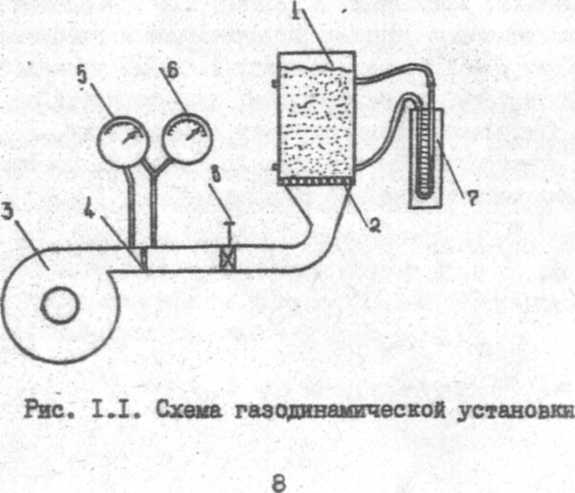


Рис. 3.2. Схема газодинамічної установки

Порядок проведення роботи

Перед початком проведення лабораторної роботи необхідно ознайомитися зз даною інструкцією, установкою та приладами для визначення параметрів процесу. Потім група розбивається на 4 підгрупи по 2-3 студенти у кожній (кожна підгрупа досліджує на своїй установці).

Дослідженню підлягає агломерат фракцій 0,5-1,5мм, 2-4мм, 5-7мм, обкотиші 2-4мм, 4,5-5,5мм, 6-8 мм і кокс 3-5 мм, 6-8 мм, 9-10мм.

Шихтовий матеріал зважують і завантажують у дослідницький циліндр, заміряють висоту шару. Дані записують у наведену нижче | таблицю 3.1. Після того, як шихта завантажена в установку, за допомогою засувки 8 встановлюють мінімально можливу витрату повітря, записують| витрату і перепад тиску в шарі шихти в таблицю 3.1. Збільшують кількість повітря й доводять до максимально можливого, коли шихта починає |«закипати», кожного разу фіксуючи витрату і перепад тиску |в шарі. Потім міняють |шихту згідно з таблицею 3.1.

Обробка результатів

Отримані результати заносять в таблицю 3.1. Вони є первинними даними, на підставі яких підсумовують підраховують газодинамічні характеристики. Для наочностінаглядності будують графіки залежності газодинамічних характеристик від співвідношення фракцій в двокомпонентних сумішах і пояснюють їх.

Таблиця 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Вид матеріа-лу | Розмір фрак-ції, мм | Маса мате-ріалу, кг | Висота шару, м | Перепад тиску на шайбі,ΔP, Па | | | Кількість дуття ,Q, м3/с | | | Перепад тиску в шарі шихти, ΔP, Па | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# 4. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Варіант індивідуального завдання відповідає двом останнім цифрам залікової книжки студента. Номери варіантів завдань наведені в таблиці 4.1.

Індивідуальне завдання необхідно виконувати на аркушах паперу А4 або в учнівських зошитах. Текст рукописний або набраний на комп'ютері. При відповіді на запитання необхідно наводити нумерацію, яка була в завданні.

Таблиця 4.1

|  |  |
| --- | --- |
| Номер варіанта | ТЕМА |
| 1 | Дослідження процесів відновлення в доменних печах при використанні різних видів сировини. |
| 2 | Дослідження роботи доменної печі при підвищеному тиску газу на колошнику. |
| 3 | Дослідження розподілу матеріалів на колошнику доменної печі. |
| 4 | Дослідження впливу кількості обкотишів у шихті на роботу доменної печі. |
| 5 | Дослідження загрузки і розподілу шихти безконусним завантажувальним пристроєм. |
| 6 | Дослідження та оптимізація режиму дуття сучасної доменної плавки |
| 7 | Дослідження впливу пульсації тиску газу на роботу доменної печі |
| 8 | Дослідження різних методів десульфурації чавуну |
| 9 | Дослідження використання газу в доменній печі |
| 10 | Дослідження теплової роботи доменної печі в умовах використання пиловугільного палива |
| 11 | Дослідження впливу температури, основності, складу й кількості шлаку на процеси десульфурації |
| 12 | Дослідження процесів шлакоутворення в доменній печі |
| 13 | Дослідження систем охолодження та вибір найкращої |
| 14 | Дослідження впливу комбінованого дуття та техніко-економічні показники доменної плавки |
| 15 | Дослідження теплового режиму доменної печі при використанні різних видів сировини |
|  | Продовження таблиці 4.1 |
| 16 | Дослідження характеристик шихтових матеріалів |
| 17 | Дослідження процесів рідкофазного відновлення заліза |
| 18 | Дослідження процесів прямого отримання металу |
| 19 | Дослідження конструкції повітряної фурми з метою підвищення ії стійкості |
| 20 | Дослідження використання замінників коксу |

ЗМІСТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | с |
| ВСТУП……………………………………………….………….……………… | | 3 |
| 1. РОБОЧА ПРОГРАМА…………………………..…………………..………. | | 3 |
| 2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ……………………………….……………..…… | | 4 |
| 3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ…………………………….……………..……… | | 5 |
| 4. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ……………………….………….………. | | 16 |

Підписано до друку 07.05. 2012. Формат 60х84 1/16. Папір друк. Друк плоский.

Облік.-вид. арк. 1,0. Умов. друк. арк. 0,99. Тираж 100 пр. Замовлення №

# Національна металургійна академія України

49600, м. Дніпропетровськ-5, пр. Гагаріна, 4

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Редакційно-видавничий відділ НМетАУ