

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни «Техніка
високотемпературного експерименту»
освітньо-наукової програми вищої освіти
(підготовка докторів філософії)
зі спеціальності 136 “Металургія”

Затверджено редакційно-
видавничою секцією науково-
методичної ради ДДТУ

_____ 2016 р., протокол № _____

м. Кам'янське
2016

Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу Дніпродзержинського державного технічного університету заборонено.

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Техніка високотемпературного експерименту» освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 «Металургія» / Укладач: Пантейков С.П.- Кам'янське: ДДТУ, 2016.- 18 с.

Укладач: канд. техн. наук, доцент Пантейков С.П..

Відповідальний за випуск: д.т.н., проф. Сігарьов Є.М.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Стороженко С.А.

Затверджено на засіданні кафедри МЧМ
протокол № 14 від 29.08.2016 р.

Коротка анотація видання. У методичних вказівках розглянуті розділи з дисципліни «Техніка високотемпературного експерименту», обґрунтована мета та задачі викладання дисципліни, теми самостійного вивчення, перелік рекомендованої літератури.

ЗМІСТ

	Стор.
1. Мета і задачі дисципліни	4
2. Загальні відомості про склад самостійної роботи	4
3. Проробка лекційного матеріалу	4
4. Підготовка до практичних занять	5
5. Проробка окремих розділів навчальної програми, які не викладалися на лекціях	5
5.1. Основне лабораторне устаткування	5
5.2 Деякі особливості лабораторних досліджень	7
5.3 Напівпромислові дослідження	8
5.4 Промислові дослідження	10
5.5 Визначення активних компонентів по рівновазі з газовою фазою	12
5.6 Визначення по тиску пару і методам е.д.с.	12
5.7 Електричні властивості шлаків	14
6. Список літератури	17

1.МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Сучасний фахівець з металургії повинен не тільки володіти глибокими знаннями у професійній галузі, але також мати чітку уяву щодо проведення комплексу високотемпературних досліджень в металургійній лабораторії, методів досліджень, типу устаткування.

Метою дисципліни є підготовка фахівців, які знають та вміють використовувати сучасні методи моделювання та устаткування високотемпературних лабораторних експериментів в умовах дослідження металургійних явищ та процесів.

На основі вивчення дисципліни студент повинен:

знати основні види досліджень у металургії, методи отримання високих температур, основні типи нагрівальних пристроїв, методи виміру температур в умовах високотемпературних досліджень, типи основного високотемпературного лабораторного устаткування;

вміти вибирати та аналізувати необхідну інформацію, планувати та проводити високотемпературний експеримент;

мати навички творчо вирішувати наукові та технічні задачі, раціонально підбирати устаткування для проведення досліджень.

1.1. Перелік базових дисциплін та тем, засвоєння яких необхідно для вивчення дисципліни

Курс базується на вивченні слідуєчих дисциплін:

"Вступ до спеціальності", "Металургія чавуну", «Основи технічної творчості»

2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СКЛАД САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота здійснюється методом індивідуального вивчення кожним студентом певних розділів навчальної програми з використанням рекомендованої літератури та консультаціями ведучого викладача.

Самостійна робота виконується по таких розділах:

2.1 Проробка лекційного матеріалу (15 год.)

2.2 Підготовка до практичних занять (25 год.)

2.3 Проробка окремих розділів програми, які не викладалися на лекціях (180 год).

3. ПРОРОБКА ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Протягом навчального семестру кожен студент самостійно повинен систематичного проробляти теоретичні матеріали, які викладаються на лекційних заняттях. Контроль засвоєння лекційного матеріалу здійснюється шляхом проведення опитування на лекціях.

При засвоєнні лекційного матеріалу студенти користуються навчальною літературою та навчально-методичними матеріалами, перелік яких рекомендується ведучим викладачем.

4. ПІДГОТОВКА ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

В процесі вивчення дисципліни для закріплення та поглиблення теоретичних знань, отриманих на лекціях, студенти повинні виконати завдання, які виносяться на практичні заняття, згідно з методичними вказівками.

- 4.1. Математична оцінка точності вимірювання - 12 год.
- 4.2. Розрахунки вакуумних систем – 14 год.
- 4.3. Знаходження функціональної залежності – 12 год.
- 4.4. Планування експерименту - 12 год.

5. ПРОРОБКА ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ, ЯКІ НЕ ВИКЛАДАЛИСЯ НА ЛЕКЦІЯХ

В процесі самостійної роботи кожен студент повинен самостійно вивчити наступні теми:

5.1. Основне лабораторне устаткування (36 год).

Для виконання лабораторних досліджень потрібні різноманітні прилади і устаткування, у тому числі плавильні і нагрівальні установки, засоби для вимірювання і регулювання температури і інших величин, калориметри, вакуумні пристрої, апарати для отримання газових середовищ, ваговимірювальна і дозуюча техніка, різні моделі, прилади для аналізу і ін.

Для проведення більшості лабораторних металургійних досліджень необхідні в першу чергу високотемпературні установки, в яких здійснюються нагрів і плавлення металів. З них найпростішими є полум'яні печі, в робочому просторі яких при використуванні кисню можна отримати температуру до 2000°C. Проте їм властиві такі недоліки, як трудність регулювання окислювального потенціалу газової фази, нерівномірність розподілу температури в об'ємі печі, складність підтримки температурного режиму, тому їх недоцільно застосовувати для точних експериментів.

Велике розповсюдження в практиці лабораторного експерименту отримали печі опору, температура в робочому просторі яких може досягати 2500°C, температурний режим легко регулюється. Як нагрівачі використовують різні метали і неметалічні матеріали.

Нагрівачі з платини, сплавів платини з родієм можуть працювати в окислювальній атмосфері, вони забезпечують робочі температури до 1600°C. Нагрівачі з танталу, молібдену, вольфраму дозволяють одержувати температури 2000, 2100, 2500°C і можуть тривалий час працювати в нейтральній, відновній атмосфері або у вакуумі. Металеві нагрівачі мають

форму дроту, прутків, пластин. Для захисту від окислення їх обмазують сумішами, що не містять оксидів заліза і кремнезему.

З неметалічних нагрівачів поширені стрижні сілітові і з дисиліцида молібдену, графітні. Останні дозволяють отримати в робочому просторі температури до 2500 °С. Графітовий нагрівач — трубу діаметром 50—100 мм і завдовжки 300—350 мм — має, зокрема, пекти Таммана. Торці труби кріпляться в мідних або латунних водоохолоджуваних зе'мниках . Навкруги неї засинають криптол. Простір між корпусом печі і нагрівачем теплоізолювано. В печі Таммана за рахунок окислення вуглецю нагрівача створюється відновна атмосфера. При роботі в окислювальних середовищах для захисту від їх дії нагрівач покривають обмазкою, встановлюють усередині нього алундову трубу, подають в піч нейтральні гази і ін.

Для плавлення металу в кислих або основних тиглях місткістю до 100 кг використовують високочастотні індукційні печі, що працюють при частоті до 10 000 Гц. Індуктор печі виготовляють з мідної трубки, по якій циркулює вода. Шлакообразующие матеріали розплавляють на поверхні рідкого металу. Існують індукційні печі без футеровки, в яких метал плавиться в зваженому стані. Індуктор у вигляді кільця або спіралі, що харчується від високочастотного генератора, створює магнітне поле у формі «кошика», в якому підвішується зразок, що розплавляється, масою 0,1—30гр. Гідність методу —отсутствие контакту металу з футеровкой. В лабораторній практиці часто використовують також дугові печі з різною потужністю трансформатора.

Поширеними датчиками для вимірювання температури робочих середовищ є термопари. Платинова термопара має най стабільнішу характеристику і вважається еталонною. Вона може тривало працювати при температурах до 1300°С і короткочасно до 1600°С. Термопари на основі сплавів платини з родієм придатні для вимірів температури до 1800 °С. Стабільною характеристику мають вольфрам-ренієві термопари, якими можна користуватися в області температур до 2000°С. Для низькотемпературних вимірювань застосовують хромель-копелеві (до 600°С) і хромель-алюмелеві (до 1300°С) термопари. Термопари використовуються в комплекті з вимірювальними приладами, найпростішими з яких є міллівольтметри. Звичайно застосовуються електронні (ЕПП, ПСР, КСП і ін.) або переносні потенціометри (1111-63) і ін.

Для безконтактного вимірювання температури використовують пірометри: оптичні (ЕОП і ОП), фотоелектричні (ФЕП-3, ФЕП-4), радіаційні (ТЕРА-50), колірні (ЦЕП-3М, ЦЕП-4). Недолік цього методу полягає в тому, що свідчення приладу залежать від прозорості середовища, через яке проводиться вимір, ступені чорноти поверхні, наявність шлакових плівок на поверхні металу і т.д.

Для фізичного моделювання технологічних процесів використовують різні пристосування. При моделюванні на рідкому металі агрегат імітують вогнетривким тиглем. Одна із стінок тигля може бути зроблений з

кварцового скла, що дозволяє спостерігати за процесами в тиглі, вести фото- і кінозйомку.

5.2 Деякі особливості лабораторних досліджень(27 год).

До основних достоїнств лабораторного дослідження відносяться можливість проведення «чистого досвіду», тобто дослідження впливу якогось одного чинника при постійності інших, і простота математичного планування експерименту. В цьому випадку забезпечується максимальний ефект при мінімальних матеріальних витратах, що робить лабораторний експеримент важливим і необхідним етапом проведення НДР.

В лабораторних дослідженнях як робочі середовища застосовують або промислові, або синтетичні матеріали. Наприклад, синтетичний шлак потрібного складу одержують шляхом сплаву чистих оксидів. Гідністю синтетичних матеріалів є те, що при їх використуванні можна строго контролювати і змінювати їх склад в широкому діапазоні. Промислові матеріали дозволяють максимально наблизитися до умов виробничої технології.

Як газові середовища використовують Na , водяна пара, Z , CO_a , повітря, технічно чистий кисень, аргон, а також їх суміші. При моделюванні робочі середовища вибирають відповідно до умов вирішуваної задачі і вживана методика. Тут можуть використовуватися як рідкі метал і шлак («гаряче моделювання»), так і інші рідини — вода, ртуть, парафін, органічні рідини, електроліти і водні розчини («холодне моделювання»).

Для роботи з рідкими металом і шлаками застосовуються різні вогнетривкі матеріали, які повинні володіти достатніми термостійкістю, хімічною інертністю до робочих середовищ і т.д. Метали плавлять в керамічних тиглях з кварцу, алунада, магнезиту, циркону, нитрида бору і ін. Розплавлені основні шлаки, особливо оксиди заліза, що містять, дуже агресивні по відношенню до кераміки, тому при роботі з ними необхідно використовувати тиглі з платини, сплавів платини з родієм, молібдену, які володіють достатньою стійкістю. Для кислих шлаків можна застосовувати тиглі з кварцу, циркону або оксиду торія. Спай термопари, що знаходиться в рідкому металі або шлаку, захищають вогнетривким наконечником.

Лабораторний експеримент характеризується невеликою масою матеріалів, що використовуються в дослідах. Тому дуже важливе питання про відбір проб рідких середовищ для контролю процесу. У ряді випадків визначають склад тільки висхідного матеріалу і кінцевого продукту. Для відбору проб з тигля метал і шлак заморожують на металевий стрижень або засмоктують в кварцову трубочку.

Термопару для контролю температури встановлюють внутрі або зовні тигля. В останньому випадку вимірювання ведеться з систематичною помилкою, на величину якої вводять поправку. Враховуючи теплову інерцію захисного чохла, при разовому вимірі температури термопару слід витримувати до тих пір, поки стрілка приладу не встановиться нерухомо.

Найточніші результати вимірювання одержують «голим спаєм», але в цьому випадку різко зростає витрата термопарного дроту. Отримані при безконтактному вимірюванні температури пірометром дані доцільно періодично контролювати термопарою.

На кінетичні характеристики процесів великий вплив надають потоки в рідких і газоподібних фазах. Для перемішування розплавів застосовують різного виду мішалки або барботируют ванну нейтральним газом. Інтенсивність перемішування характеризується частотою обертання мішалки або витратою газу, що продувається. Слід зазначити, що ці показники не дуже схожі. Якщо потрібно виключити перемішування, то процес проводять в капілярах — тонких трубках з великим відношенням довжини до діаметра.

Лабораторний експеримент рекомендується здійснювати в такій послідовності.

1. Визначити конкретну задачу дослідження, уточнити, які параметри і з якою точністю слід контролювати.
2. Вибрати або розробити методику експерименту.
3. Створити лабораторну установку.
4. На установці відпрацювати методику дослідження, визначити її погрішність, при необхідності допрацювати установку.
5. Спланувати експеримент.
6. Виконати експеримент. Рекомендується неодноразово продублювати кожний досвід, але не виконувати всі дублі один за іншим, щоб не збільшувати вірогідність помилки. Необхідно вести робочий журнал, куди слід записувати всі спостереження в ході досвіду, навіть ті, які на перший погляд не мають до нього прямого відношення.
7. Спочатку обробити експериментальні дані, скласти таблиці, графіки, на цій основі уточнити план дослідів, визначити необхідні контрольні досліди і параметри, при яких вони проводяться.

Надалі результати експерименту піддають математичній обробці, висувають і перевіряють робочу гіпотезу.

5.3 Напівпромислові дослідження (18 год)

Напівпромисловими або досвідчено-промисловими дослідженнями називаються такі, які проводяться на установках і агрегатах значних розмірів і продуктивності, що має всі основні елементи для здійснення промислової технології (сирі матеріали, готова продукція, контроль, механізація, автоматизація і управління технологічним процесом, конструкції агрегату), а також на промислових агрегатах, спеціально виділених або побудованих для проведення досліджень або випуску продукції нових зразків.

Задачею напівпромислових досліджень є відробіток у великомасштабних умовах нових технологічних і конструктивних рішень перед їх широким промисловим упровадженням. Напівпромислові дослідження — це перехідна форма досліджень.

Промислові дослідження проводяться на встановлених в металургійних цехах агрегатах (доменних і феросплавних печах, кисневих конвертерах, мартенівських, двохванних і електросталеплавильних печах) і розливному устаткуванні. Основний метод досліджень в промислових умовах — це проведення технологічних процесів в досвідчених режимах, розроблених на підставі літературних даних, теоретичного аналізу, лабораторних або досвідчено-промислових експериментів. Елементами досвідченої технології можуть бути нові теплові, температурні і дуттовий режими; види сировини, вогнетривів, палива, технологічних присадок; вдосконалені конструкції окремих вузлів агрегатів і ін. Для контролю за процесом використовуються є в цеху контрольно-вимірні засоби, у ряді випадків — додатково встановлювані або переносні прилади. Необхідні аналізи виконують в заводських лабораторіях і частково — в лабораторіях дослідницьких інститутів. Спочатку проводять одиничні дослідження на окремому агрегаті, в ході яких випробують різні зміни технологічних режимів. Кращі варіанти перевіряють в невеликих серіях дослідів, виконуваних на одному агрегаті протягом декількох діб, іноді — тижнів. Результати порівнюють з виробничими даними, отриманими на цьому ж агрегаті до і після дослідів. Таким чином можна виключити вплив ряду непіддатливих обліку чинників і оцінити достоїнства і недоліки того або іншого варіанту технології.

Якщо встановлені певні переваги досвідченої технології перед існуючою, то один з агрегатів цеху на деякий час перекладають на роботу за новою технологією. Надалі при отриманні позитивних результатів роблять доповнення або зміни до діючої технологічної інструкції і все устаткування цеху перекладають на роботу за вдосконаленою технологією.

Враховуючи, що при проведенні промислового експерименту зниження продуктивності устаткування і якості продукції неприпустимо, інформацію про хід і результати процесу одержують шляхом хронометражу, контролю показників за допомогою є в цеху приладів, відбору проб металу, шлаку і газу, вимірювань температури.

Хронометраж проводять з метою точного визначення тривалості технологічних операцій, зокрема таких, які не фіксуються в цеховій документації. Одночасно реєструють кількість і порядок введення різних матеріалів, результати візуальних спостережень за ходом процесу, свідчення контрольно-вимірних приладів, порядок відбору проб і дані їх аналізу, виміри температури і ін. Проби відбирають за прийнятій в цеху технологією, іноді з цією метою агрегати обладнають спеціальними пристосуваннями, що не порушують технологічний процес. Методи відбору проб і конструкції пробовідбірників дуже різноманітні і залежать від вирішуваних задач.

При розробці методики і організації досліджень в цехових умовах слід надати особливу увагу питанням техніки безпеки. Часто доводиться працювати з рідкими металом і шлаком, гарячими газами, токсичними середовищами, при заводі, то після виконання програми досліджень і освоєння агрегату для нього встановлюють планові завдання і перекладають на роботу в промисловому режимі.

5.4 Промислові дослідження (36 год).

Значна частина досліджень металургійних процесів проводиться в промислових умовах — на агрегатах і установках, діючих в доменних, сталеплавильних і електросталеплавильних цехах, на аглофабриках. В ході цих досліджень відпрацьовують нові технологічні процеси і конструкції устаткування;

освоюють і упроваджують нові технологічні прийоми, системи контролю і засоби автоматизації існуючих процесів; удосконалюють технологічні процеси, методи їх контролю і управління, конструкції агрегатів і устаткування.

Найважливіша особливість промислових досліджень полягає в тому, що вони ведуться паралельно з виконанням на діючих агрегатах планових завдань по випуску продукції. Резерви виробничих потужностей, які дозволили б використовувати час і матеріальні засоби для проведення дослідницької роботи, в більшості випадків відсутні, у зв'язку з чим намічені заходи не повинні викликати простоїв, зниження продуктивності устаткування і погіршення якості продукції.

Другою особливістю є складність створення задовільної методики досліджень сучасних металургійних процесів в промислових умовах. Це, як указує В.І. Явойській, пов'язано з трудністю виявлення специфічної ролі того або іншого чинника, що характеризує технологію, затушовуванням цієї ролі іншими, іноді ще важче що піддаються обліку чинниками.

Для промислових агрегатів і технологічних процесів кінцевий результат визначається дією безлічі взаємозв'язаних чинників. Дуже складно зафіксувати на постійному рівні все їх, крім того, який з'являється інтерес в даний момент. Це не означає, що неможливо проводити дослідження в умовах виробництва, але методи роботи дослідника і обробки даних в промислових і лабораторних умовах істотно різні. Останнє, зокрема, пояснюється тим, що вживані на виробництві засоби контролю менш точні, ніж що використовуються в лабораторному експерименті.

Тематика промислових досліджень визначається насущними вимогами виробництва і перспективами його розвитку. Частина досліджень націлена на поліпшення якості продукції на всіх стадіях технологічного циклу, наладка випуску нових матеріалів і виробів, збільшення продуктивності і підвищення інших техніко-економічних показників агрегатів. Промислові дослідження проводяться на встановлених в металургійних цехах агрегатах (доменних і феросплавних печах, кисневих конвертерах, мартенівських, двохванних і електросталеплавильних печах) і розливному устаткуванні. Основний метод досліджень в промислових умовах — це проведення технологічних процесів в досвідчених режимах, розроблених на підставі літературних даних, теоретичного аналізу, лабораторних або досвідчено-промислових експериментів. Елементами досвідченої технології можуть бути нові теплові,

температурні і дуттовий режими; види сировини, вогнетривів, палива, технологічних присадок; вдосконалені конструкції окремих вузлів агрегатів і ін. Для контролю за процесом використовуються є в цеху контрольно-вимірювальні засоби, у ряді випадків — додатково встановлювані або переносні прилади. Необхідні аналізи виконують в заводських лабораторіях і частково — в лабораторіях дослідницьких інститутів. Спочатку проводять одиничні дослідження на окремому агрегаті, в ході яких випробують різні зміни технологічних режимів. Кращі варіанти перевіряють в невеликих серіях дослідів, виконуваних на одному агрегаті протягом декількох діб, іноді — тижнів. Результати порівнюють з виробничими даними, отриманими на цьому ж агрегаті до і після дослідів. Таким чином можна виключити вплив ряду непіддатливих обліку чинників і оцінити достоїнства і недоліки того або іншого варіанту технології.

Якщо встановлені певні переваги досвідченої технології перед існуючою, то один з агрегатів цеху на деякий час перекладають на роботу за новою технологією. Надалі при отриманні позитивних результатів роблять доповнення або зміни до діючої технологічної інструкції і все устаткування цеху перекладають на роботу за вдосконаленою технологією.

Враховуючи, що при проведенні промислового експерименту зниження продуктивності устаткування і якості продукції неприпустимо, інформацію про хід і результати процесу одержують шляхом хронометражу, контролю показників за допомогою є в цеху приладів, відбору проб металу, шлаку і газу, вимірювань температури.

Хронометраж проводять з метою точного визначення тривалості технологічних операцій, зокрема таких, які не фіксуються в цеховій документації. Одночасно реєструють кількість і порядок введення різних матеріалів, результати візуальних спостережень за ходом процесу, свідчення контрольно-вимірювальних приладів, порядок відбору проб і дані їх аналізу, виміри температури і ін. Проби відбирають за прийнятій в цеху технологією, іноді з цією метою агрегати обладнають спеціальними пристосуваннями, що не порушують технологічний процес. Методи відбору проб і конструкції пробовідбірників дуже різноманітні і залежать від вирішуваних задач.

При розробці методики і організації досліджень в цехових умовах слід надати особливу увагу питанням техніки безпеки. Часто доводиться працювати з рідкими металом і шлаком, гарячими газами, токсичними середовищами, при високому тиску газів і рідин, в приміщеннях, обладнаних підйомно-транспортними машинами, тобто в умовах підвищеної небезпеки. Тому дослідницький персонал повинен бути знайомий з правилами техніки безпеки і забезпечений необхідним спецодягом.

Перед виконанням промислових досліджень відповідно до календарного плану НДР складають поточний план-графік, що узгоджується з планом роботи цеху. Після твердження, керівництвом цеху він стає офіційним документом, що дозволяє проведення дослідження.

5.5 Визначення активних компонентів по рівновазі з газовою фазою (18 год)

Активність речовин в розплавах може бути встановлений розрахунковими і експериментальними методами. Якщо розчинений в металі компонент утворює газоподібний оксид, то застосовується метод, заснований на рівновазі розчину з газовою фазою відомого складу. Так, для визначення активності вуглецю, кисню і сірки можна використовувати відповідно суміші $C - CO_2$ або $CH_4 - H_2$; $C - CO_2$ або $H_2 - H_2O$ і $H_2S - H_2$. Після витримки розплаву у контакті з газом, відбору і аналізу проб розраховують константу рівноваги реакції., Наприклад, для реакції $[C] + \{CO_2\} = 2\{CO\}$

$$K = \frac{f_{CO}^2}{f_C \cdot p_{CO_2}}$$

звідки знаходять активність вуглецю в розплаві де, а потім — коефіцієнт активності. Цей метод має ряд недоліків, пов'язаних з трудністю тривалої підтримки заданого складу газової фази в печі, явищем термодифузії в газах і ін.

Активність елемента в розплаві можна обчислити по тиску насиченої пари даного елемента над розплавом. На цьому принципі засновані методи Лангмюра і Кнудсена. В першому випадку визначають тиск насиченої пари по швидкості випаровування або сублімації у вакуумі з відкритої поверхні, в другому виміряють швидкість закінчення пари у вакуумі через отвір, що калібрується. Тиск пари розраховують по зміні маси речовини в результаті випаровування за час досвіду, а потім за законом Рауля або Генрі встановлюють активність компоненту в розчині. Активність компоненту можна визначити і по його розчинності в розплаві (тільки для насичених розчинів) або по розподілу в двох фазах, що не змішуються, якщо відома активність в одній з них (наприклад, по розподілу кисню між залізом і чистим залістим шлаком).

5.6 Визначення по тиску пару і методам е.д.с. (18 год)

Молекули всякого паро- або газоподібного робочого тіла, що знаходиться в судині (паровий казан, циліндр компресора або насоса, сопло турбіни і т.д.), постійно рухаючись, ударяються об його стінки. Сукупність таких ударів сприймається стінками судини як деякі безперервно діюче на них зусилля. Величину цього середнього результуючого зусилля, що доводиться на одиницю поверхні судини і діючого по нормалі до неї, називають тиском газу. Розрізняють тиск абсолютний і надмірне.

Абсолютний тиск - цей дійсний тиск робочого тіла усередині судини.
Надмірне - різниця між абсолютним тиском в судині і тиском навколишнього середовища.

Прилад, що служить для вимірювання цієї різниці тиску, називається манометром, а надмірний тиск - відповідно манометровим. Таким чином, коли тиск в судині перевищує тиск оточуючої серед

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{ман}} + P_{\text{бар}} \quad (1)$$

або

$$P_{\text{ман}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{бар}} \quad (2)$$

де $P_{\text{абс}}$ - абсолютний тиск в судині;

$P_{\text{ман}}$ - манометровий тиск;

$P_{\text{бар}}$ - тиск навколишнього середовища (барометричне або атмосферне) .

Якщо абсолютний тиск менше тиску навколишнього середовища, то різницю між ними називають розрідженням або вакуумом. Для вимірювання його служить вакуумметр, що показує різницю тиску навколишнього середовища і абсолютного тиску (розрідження) газу в судині. В цьому випадку

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{бар}} - P_{\text{вак}} \quad (3)$$

або

$$P_{\text{вак}} = P_{\text{бар}} - P_{\text{абс}} \quad (4)$$

де $P_{\text{вак}}$ - розрідження (вакуум)

Співвідношення між барометричним (атмосферним), манометровим(надмірним.) тиском і вакуумом показано на рис.5.1.

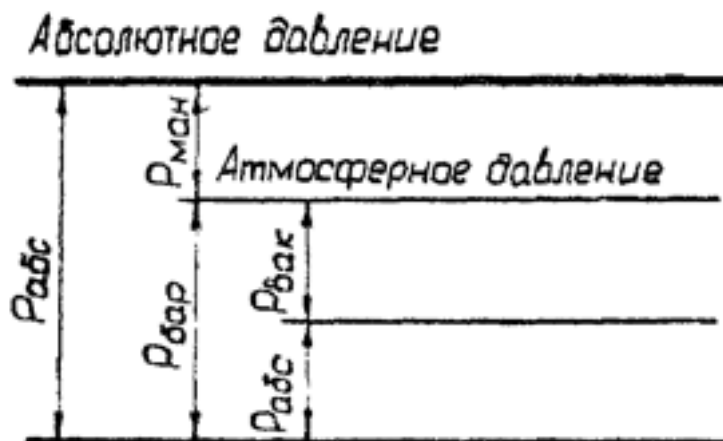


Рис.5.1 Співвідношення між абсолютним, атмосферним і надлишковим тиском

В Міжнародній системі одиниць (СІ) тиск виміряють в паскалях (Па).

Паскаль - цей тиск, що викликається силою 1 Н на 1 м² площі і діючої по нормалі до неї. Приведемо деякі співвідношення між одиницями тиску, необхідні при рішенні термодинамічних задач:

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 0,1 \text{ кг/м}^2;$$

$$1 \text{ кг/м}^2 = 9,8 \text{ Н/м}^2 = 10 \text{ Па}$$

$$1 \text{ КПа} = 10^3 \text{ Па};$$

$$1 \text{ Мпа} = 10^6 \text{ Па}.$$

$$1 \text{ ат.техн.} = 1 \text{ кг/см}^2 = 10000 \text{ кг/м}^2 = 100000 \text{ Па};$$

$$1 \text{ ат.техн.} = 0,1 \text{ МПа}$$

$$1 \text{ мм рт.от.} = 13,6 \text{ мм вод.ст.}$$

$$1 \text{ ат.техн.} = 735 \text{ мм рт.ст.} = 13,6 = 10000 \text{ мм вод.ст.}$$

$$1 \text{ кг/м}^3 \text{ мм вод.ст.};$$

$$1 \text{ Па} = 0,1 \text{ мм вод.от.}$$

$$1 \text{ ат.физич.} = 760 \text{ мм рт.от.} = 13,6 = 10,332 \text{ мм вод.ст.}$$

$$1 \text{ ат. физич.} = 1,033 \text{ ат.техн.}$$

$$1 \text{ мм рт.от.} = 13,6 \text{ мм вод.ст.} = 13,6 \text{ кг/м}^2 * 9,8 \text{ Н/м}^2 = 133,3 \text{ Н/м}^2$$

$$1 \text{ ат.физич.} = 760 \text{ мм рт.ст.} * 133,3 \text{ Н/м}^2 = 101325 \text{ Н/м}^2.$$

Необхідно мати на увазі, що при визначенні тиску приладами, в яких як вимірник використовується висота стовпа ртуті, на свідчення приладу впливає не тільки тиск середовища, але і температура ртуті, що виміряється, оскільки із зміною останній міняється густина ртуті, а отже, і висота її стовпа. При температурі вище 0 °С свідчення приладу дають великі значення і, навпаки, при негативних температурах висота стовпа менше. Тому необхідно приводити висоту ртутного стовпа до 0 °С введенням поправки на температуру ртуті в приладі.

5.7 Електричні властивості шлаків (27 год).

Технолог повинен добре знати найважливіші фізичні властивості шлаків різного складу—их в'язкість, тугоплавка, температури плавлення. Всі ці характеристики визначаються в лабораторних умовах по представницьких пробах натуральних шлаків, відібраних з робочого простору зондуванням або з жолоба при випуску, а при спеціальних дослідженнях — по пробах, приготованих з чистих хімічних реактивів.

Для вимірювання в'язкості використовують різного типу віскозіметри. Останнім часом частіше всього застосовують електровібраційні віскозіметри (мал. 12.1). Електровібраційний вузол віскозіметра складається з постійного магніта 8, катушки з обмоткою 7, в порожнину якій входить центральний виступ постійного магніта 8. За допомогою стійок 6 постійний магніт 8 через систему пружинного пристрою 9 зміцнюється на жорстких консолях станини 10. Знизу пружинної опори 9 укріплений магнітопровід 11, симетрична частина якого входить в спіраль

катушки і утворює електромагніт 13. Донна частина катушки 7 зв'язана стрижнем з якорем вібратора 12, який, у свою чергу, сполучений стрижнем із затиском 14, несучим шпіндель 15, занурений в розплав шлаку, що знаходиться в тиглі 16. Для високотемпературного нагріву тигля і розплавлення шлаку служить пекти 17 (кріптолова, Таммана або високочастотна). Пекти харчується струмом через автотрансформатор 1. У середині опори у дна тигля розташований спай термопар 18, підключеної до входу двохкоординатного потенціометра ПДС-021 4. З цим приладом сполучено через діод 5 обмотку катушки 7.

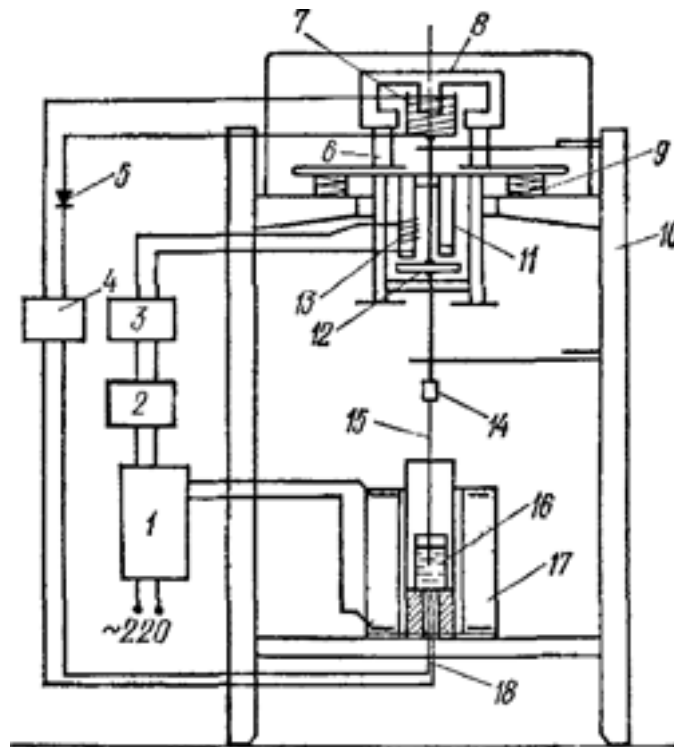


Рис. 5.2. Схема електровібраційного віскозіметра

В'язкість шлаку виміряють за допомогою описаного віскозіметра таким чином. Після розплавлення і перегріву (до 1600°C) задають постійну температуру розплаву і занурюють в шлак нижню частину шпінделя 75. Потім пропускають змінний струм через катушку електромагніту а 13. В магнітопроводі 11 створюється змінне магнітне поле, що викликає коливання якоря 12 і всієї пов'язаної з ним системи (у тому числі шпінделя) з частотою живлячого змінного струму. Робота віскозіметра стійка при максимальній амплітуді коливання стрижня з шпінделем. Необхідно також, щоб вся система знаходилася в резонансі, встановлюваному за допомогою спеціального приладу — звукового генератора ГЗ-34 3, включеного через блок живлення 2, до початку занурення шпінделя в шлак.

Після занурення шпінделя (на 10—12 мм) деяка кількість шлаку налипає на шпіндель і як би збільшує його масу, крім того, в результаті вібрацій виникає тертя з сусідніми шарами рідкого шлаку, ніж викликається порушення резонансу. Останнє тим більше, чим більше в'язкість шлаку,

амплітуда ж коливання, навпаки, із збільшенням в'язкості шлаку зменшується. Про величину в'язкості судять за масштабом загасання амплітуди коливання.

Перед визначенням в'язкості віскозіметр градуують по еталонних рідинах, в'язкість яких точно відома. Таке градуювання дозволяє за свідченнями потенціометра 4 побудувати графік в координатах; вісь абсцисс—в'язкість, вісь ординат — э. д. з. За допомогою цього графіка встановлюють в'язкість при випробуванні натуральних шлаків.

Тугоплавка шлаку (витрата тепла на розплавлення 1 кг шлаку) оцінюється на спеціальних лабораторних установках з калориметрами. Температуру плавлення визначають різними методами, частіше за все розплавляючи шлаки в лабораторних мікропечах. Виявлення оптимальних властивостей шлаків, їх хімічного складу по пробах, витягнутих з доменної печі, дозволяє вирішувати багато питань, що мають значення як для теорії, так і для практики виплавки чавуну в доменних печах.

При дослідженнях ходу шлакоутворення в доменних печах вивчаються наступні найважливіші питання: заславши і властивості первинних шлаків з підвищеним вмістом магnezії і їх вплив на газодинаміку в стовпі шихти; оптимальний шлаковий режим при виплавці особливо чистих по сірці високоякісних передільних чавунів; хід процесів шлакоутворення і властивості фторвміщуючих доменних шлаків; вплив лугів на хід шлакоутворення і властивості шлаків; здатність, а також фактичні і рівноважні коефіцієнти розподілу сірки, що знесірчує, при роботі на шлаках різної основності, оптимізація шлакового режиму в умовах форсованого ведення доменної плавки; методи оцінки рідиннотекучості і дренажної здатності доменних шлаків; взаємозв'язок між властивостями доменних шлаків і тепловим станом сурми доменної печі.

Вивчення накопичених фактичних експериментальних даних зі всіх відзначених питань дозволяє розробляти методи форсованого ведення доменної плавки при забезпеченні високої якості металу і мінімальної питомої витрати коксу на виплавку чавуну.

Список літератури

1. Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента.- М.: Металлургия, 1991 - 240 с.
2. Линчевский Б.В. Техника металлургического эксперимента.-М.: Металлургия, 1979 - 256 с.
3. Основы научных исследований в черной металлургии/В.И.Баптизманский, Г.А.Воловик,Б.И.Емлин и др.//Под общ. ред. Ю.Н.Яковлева.-Киев-Донецк.Вища школа, 1985 - 205с.
4. Физико-химические методы исследования металлургических процессов /С.И.Филиппов, П.П.Арсентьев. В.В.Яковлев и др. -М.: Металургия, 1968 -134 с.
5. Марков Б.Л., Кирсанов А. А. Физическое моделирование в металлургии.- М.:Металургия, 1984 - 119 с.
6. Крячко А. В., Нестеренко Р.Д., Кудинов Ю.А. Практика физического моделирования на металлургическом заводе.-М.: Металургія, 1976 - 224 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни “Техніка високотемпературного експерименту” для аспірантів напряму 136 “Металургія” всіх форм навчання / Укладач: Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2016.- 54 с.
8. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Техніка високотемпературного експерименту» для аспірантів напряму 136 «Металургія» всіх форм навчання / Укладач: Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2016.- 24 с.
9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Техніка високотемпературного експерименту» (розділ “Позапічна обробка”) для аспірантів напряму 136 «Металургія» всіх форм навчання / Укладач: Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2016.- 12 с.
10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Техніка високотемпературного експерименту» (розділ “Виробництво сталі”) для аспірантів напряму 136 «Металургія» всіх форм навчання / Укладач: Пантейков С.П.- Кам’янське: ДДТУ, 2016.- 32 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Техніка високотемпературного експерименту» освітньо-наукової програми вищої освіти (підготовка докторів філософії) зі спеціальності 136 «Металургія»

Укладач: Пантейков Сергій Петрович.

Підписано до друку _____ 2016 р.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Обсяг _____ др. арк.
Тираж _____ прим. Замовлення № _____
Безкоштовно, ДДТУ, ксерокс.
51918, м. Кам'янське,
вул. Дніпробудівська, 2

