

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

КАФЕДРА Технологія і обладнання ливарного виробництва  
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖЕНО:

На засіданні Вченої ради

Голова Вченої ради

Ректор ДДМА

\_\_\_\_\_ В.А.Федорінов  
(підпис, ініціали, прізвище)

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ  
«ТЕОРІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА»  
(назва дисципліни)

Для напрямів підготовки (спеціальностей):  
6.05040201 “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів та сплавів”

заочна прискорена форма навчання

Декан факультету  
машинобудівного  
(назва факультету)  
\_\_\_\_\_ О.Г. Гринь  
(підпис, ініціали, прізвище)

Програму рекомендовано кафедрою  
ТОЛВ  
(назва кафедри)  
Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
(протокол, номер, дата)

Завідувач кафедри ТОЛВ  
(назва кафедри)  
\_\_\_\_\_ В.К. Заблоцький  
(підпис, ініціали, прізвище)

Краматорськ, 2011

## І. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Робоча програма складена на основі кваліфікаційної характеристики бакалавра за фахом 6.05040201 "Ливарне виробництво чорних і кольорових металів та сплавів", навчального плану на 2011/2012 навчальний рік, затвердженого ректором академії, типових програм дисциплін "Фізико-хімія металургійних процесів і систем" і "Технологія металургійного виробництва" для спеціальності 11.06, затверджених УНМО ГК СРСР по народній освіті 1990 р. і робочої програми дисципліни, затвердженої на засіданні кафедри ТОЛВ 18.09.2010 р. Дисципліна належить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін за переліком програми.

Особлива увага приділена розгляду впливу характеру фізико-хімічних і технологічних процесів, що протікають у металургійному агрегаті, на особливості конкретного виробництва. З цією метою основні розділи розташовані в такому порядку: склад і властивості високотемпературної газової фази; утворення і дисоціація хімічних сполук; теоретичні основи відновлювальних процесів; будова і властивості металургійних розплавів; основи взаємодії металургійної, оксидної і газової фаз; підготовка матеріалів до плавки; металургійне паливо; виробництво чавуну; виробництво сталі; позапічна обробка, розливка та кристалізація сталі; виробництво феросплавів; основи кольорової металургії. Для підвищення ефективності навчання особлива увага звертається на технологічні розрахунки і рішення задач, що конкретизують основні положення даного курсу.

Для вивчення дисципліни "Теорія і технологія металургійного виробництва" студенти попередньо повинні засвоїти такі дисципліни: Фізика, Вища математика, Хімія, Фізична хімія.

Дисципліна "Теорія і технологія металургійного виробництва" є однією з основних спеціальних дисциплін, що формують у майбутніх фахівців-ливарів професійні знання. Дисципліна готує студентів до вивчення дисциплін: Теоретичні основи ливарного виробництва, Технологія ливарної форми, Основи теорії плавки ливариних сплавів, Виробництво виливків з сталі, Виробництво виливків з сплавів кольорових металів Спеціальні види литва, Печі ливарних цехів, Проектування ливарних цехів.

## ІІ. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Форма навчання	Триместр	Всього	Кредити ECTS	Розподіл за триместрами та видами занять						Вид підсумкового контролю	Кількість модулів
				Лекц.	Практичн.	Лаб. роб.	Контроль знань	Курсова робота	СРС		
Заочна	9	144	4,0	12	8		6		118	Екзамен	3
	10	162	4,5	12	8		6		136	Екзамен	3

Для студентів, які навчаються за денною формою передбачено використання модульно-рейтингової системи оцінювання знань. Розбивка матеріалу за змістовними модулями проведена наступним чином.

№ п/п	Стислий зміст модуля	Триместр	Загальна кількість годин	Кредити ECTS	Кількість аудиторних годин	Форми та методи контролю	Тиждень проведення
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Склад та властивості високотемпературної газової фази	9	36	1,0	19	Захист практичної роботи № 1	
						Захист практичної роботи № 2	
						Контрольна робота № 1	
2	Закономірності процесів утворення і дисоціації хімічних сполук, окислювальних і відновлювальних процесів	9	36	1,0	27	Захист практичної роботи №3	
						Контрольна робота № 1	
3	Будова і властивості металургійних розплавів. Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз	9	36	1,0	12	Захист практичної роботи № 4	
						Контрольна робота № 1	
4	Підготовка сирих матеріалів до плавки. Металургійне паливо. Виробництво чавуну.	10	36	1,0	20	Контрольна робота № 2	
						Захист практичної роботи № 1	
5	Виробництво сталі	10	36	1,0	23	Контрольна робота № 2	
						Захист практичної роботи № 2	
6	Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі. Виробництво феросплавів. Металургія кольорових металів	10	36	1,0	13	Контрольна робота № 2	
						Захист практичної роботи № 3	

### III. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна "Теорія і технологія металургійного виробництва" висвітлює і систематизує конкретні явища в металургійних системах і агрегатах на основі загальних закономірностей фізики, хімії і фізичній хімії.

Метою викладання дисципліни є:

- навчання аналізу термодинамічних і кінетичних закономірностей найважливіших фізико-хімічних явищ, що складають основу сучасних процесів у металургії і ливарному виробництві чорних і кольорових металів;
- вивчення роботи і конструкцій основних плавильних агрегатів, фізико-хімічних основ виробництва чавуна, сталі і феросплавів;
- аналіз існуючих процесів технологій виплавки сталі для виливків і визначення оптимальних складів шихти для виплавки ливарних сплавів з необхідним складом.

Програмою курсу передбачається вивчення дванадцяти тем, що характеризують основні напрямки сучасної металургії.

Задачею вивчення дисципліни є навчання майбутніх інженерів-ливарів користуванню методами фізичної хімії для аналізу перетворень, що відбуваються в металургійних агрегатах, проведенню металургійних процесів в оптимальних технологічних режимах.

У результаті вивчення дисципліни студент повинний

Знати:

- теоретичні основи дисципліни в обсязі, необхідному для рішення виробничих і дослідницьких задач;
- основні властивості елементів і їхніх сполук у різних агрегатних станах і середовищах;
- структуру і властивості рідких і твердих металів, сплавів і шлаків;
- загальні закони термодинаміки і кінетики металургійних реакцій і фазових перетворень;
- фізико-хімічні основи плавки і лиття металів і фізичних явищ, що супроводжують технологію цих процесів;
- термодинамічні основи і технологічні методи рафінування металевих розплавів;
- процеси кристалізації і затвердіння сплавів;
- сучасне шихтове, плавильне і розливальне устаткування.

Уміти:

- застосовувати загальні положення фізичної хімії до конкретних процесів металургійного і ливарного виробництва;
- складати рівняння металургійних реакцій і проводити їхній термодинамічний аналіз;

- визначити напрямки протікання процесів, розраховувати рівноваги в системах, описувати механізми і кінетику хімічних процесів металургійного і ливарного виробництва;
- проводити високотемпературні експерименти по вивченню фізико-хімічних процесів чорної і кольорової металургії, включаючи процеси, що протікають при виплавці ливарних сплавів і їхня взаємодія з ливарною формою;
- застосовувати методи математичної обробки результатів і моделювання на ЕОМ;
- розробляти технологію плавки ливарного сплаву з необхідними властивостями при мінімальних витратах трудових і матеріальних ресурсів;
- розраховувати оптимальний склад шихти;
- здійснити проектні розробки в області металургійних процесів.

Опанувати навичками:

- роботи з довідковою, довідково-нормативною й іншою науково-технічною літературою і документацією;
- формулювання загальних і часткових висновків за результатами експериментів і теоретичного моделювання.

**IV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**  
**IV.1. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ**

Найменування розділів, тем	Розподіл за триместрами та видами занять						
	Лекц.	Практичн.	Семін.	Лаб. роб.	Курс. роб.	Контр. роб.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
Триместри 9							
<b>Розділ 1- Теорія металургійних процесів</b> <b>МОДУЛЬ 1</b> Тема 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази. Література: [ 1 ] 1-45, 55-70; [ 2 ] 15-66; [ 3 ] 7-15; [ 14 ] 48-55.	4	4				2	18
<b>МОДУЛЬ 2</b> 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук. Література: [I] 70-123; [2] 67-78; 95-113; [3] 40-45; [14] 157-159; [15] 19-32; [17] 88-90.	2	2					20
1.3 Теоретичні основи відновлювальних процесів. Література: [I] 88-98, 125-134; [2] 115-139; [3] 55-65, 82-105; [15] 35-45.	2	2				2	20
<b>МОДУЛЬ 3</b> 1.4 Будова і властивості металургійних розплавів Література: [1] 204-244; [2] 168-205; [3] 118-137, 148-160; [14] 90-97; [15] 75-89; [16] 122-172; [17] 130-135.	2						20
1.5 Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз. Література: [I] 244-328; [2] 227-239, 271-280; [3] 174-179, 196-210, 240-255; [14] 115-146, 173-192; [15] 89-93, 141-160; 173-189.	2					2	20

1	2	3	4	5	6	7	8
Триместри 7							
<b>Розділ 2 - Технологія металургійного виробництва</b> <b>МОДУЛЬ 4</b> 2.1 Підготовка сирих матеріалів до плавки. Література: [4] 15-47, [5] 8-13.	1	2					20
2.2 Металургійне паливо. Література: [4] 13-18, [5] 54-57.	1						16
2.3 Виробництво чавуну. Література: [4] 50-88, 104-110, 119-128 [5] 12-60.	2					2	20
<b>МОДУЛЬ 5</b> 2.4 Виробництво сталі Література: [4] 149-341, [5] 147-342.	4	4				2	20
<b>МОДУЛЬ 6</b> 2.5 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі. Література: [4] 342-386; [5] 357-413.	1	2					20
2.6 Виробництво феросплавів Література: [4] 387-406, [5] 414-434; [18] 205- 227.	1						20
2.7 Металургія кольорових металів Література: [4] 407-469; [5] 435-477.	2					2	20

## IV.2. ЛЕКЦІЇ

### **РОЗДІЛ 1 – ТЕОРІЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

#### **МОДУЛЬ 1**

##### **Тема 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази.**

**Лекція 1.** Загальні характеристики високотемпературних газових фаз. Функціональні зв'язки складу і окислювально-відновлювальних властивостей газової фази. Кисневий потенціал. Горіння монооксиду вуглецю. Горіння водню. Реакція водяного газу. Кисневий потенціал складних газових фаз. Механізм взаємодії реагентів в газових сумішах. Ланцюгові реакції. Механізм горіння  $H_2$  і  $CO$ . Дисоціація молекул на атоми і радикали.

*Дидактичні засоби:* Плакати:  $\Delta G(T)$  реакцій горіння; Рівновага реакції водяного газу.  
*Посилання на літературу:* [1] 8-45; [2] 15-36, 48-56; [3] 10-30.  
*Завдання на СРС:* Повторити розділи курсу «Фізична хімія»: Термодинаміка хімічних реакцій, Хімічна рівновага. Вивчення лекційного матеріалу.

**Лекція 2.** Фізико-хімічні властивості вуглецю. Реакції взаємодії вуглецю з вуглекислим газом. Реакція неповного і повного горіння вуглецю. Взаємодія вуглецю. Взаємодія вуглецю з водяною парою. Особливості кінетики гетерогенних реакцій. Кінетичний і дифузійний режими гетерогенної реакції. Механізм окислення вуглецю. Механізм і кінетика розкладу монооксиду вуглецю.

*Дидактичні засоби:* Плакати: Кристалічна структура графіту. Схема руйнування поверхневих комплексів.

*Посилання на літературу:* [1] 55-70; [2] 48-58; [3] 30-37.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу.

## МОДУЛЬ 2

### Тема 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук

**Лекція 3.** Термодинамічний аналіз процесів утворення і дисоціації сполук у гетерогенних системах. Газоподібна дисоціація. Конденсатна дисоціація. Вплив утворення розчинів на пружність дисоціації. Умови утворення нової фази. Утворення та ріст зародків. Кінетичні особливості процесів дисоціації. Реакція розкладу карбонату кальцію. Механізм реакції розпаду карбонату кальцію. Окислення металів. Термодинаміка утворення і дисоціації оксидів заліза. Діаграми стану металургійних систем. Діаграми стану системи залізо-кисень. Кінетика окислення металів. Механізм окислення заліза.

*Дидактичні засоби:* Плакати: Спорідненість металів і кисню. Діаграма стану Fe-O. Температурна залежність енергії Гіббса для реакцій системи Fe-O. Структура окалини. Ізотерми парціального тиску кисню при дисоціації оксидів заліза.

*Посилання на літературу:* [1] 70-113; [2] 67-78, 95-110; [3] 40-55.

*Завдання на СРС:* Повторити розділ курсу «Фізична хімія»: Фазові рівноваги. Вивчення лекційного матеріалу. Вивчення лекційного матеріалу. Побудувати у конспекті діаграму стану Fe-O. Дати її детальний опис.

### Тема 1.3. Теоретичні основи відновлювальних процесів.

**Лекція 4.** Термодинамічні основи відновлення газоподібними відновлювачами. Відновлення оксидів металів монооксидом вуглецю. Відновлення оксидів воднем. Термодинамічні основи відновлення твердим вуглецем. Відновлення оксидів заліза в присутності твердого вуглецю. Навуглецювання заліза. Металотермічне відновлювання. Відновлення оксидів із розчинів і при переході продукту відновлювання в роз-



чин. Відновлення оксидів, що зв'язані у складні сполуки. Кінетика відновлення оксидів газом-відновлювачем. Механізм відновлювальних процесів.

*Дидактичні засоби: Плакати:* Рівновага газових сумішей CO-CO<sub>2</sub> з оксидами заліза і вуглецем. Ізотерми рівноважного тиску монооксиду вуглецю при відновленні оксидів заліза. Ізотерма відновлення оксидів заліза. Рівновага реакцій відновлення оксидів заліза воднем і оксидом вуглецю.

*Посилання на літературу:* [1] 88-98, 123-144; [2] 113-160; [3] 55-65, 75-105.

*Завдання на СРС:* Побудувати в конспекті ізотерми рівноважного тиску водню при відновленні оксидів заліза. Вивчення лекційного матеріалу. Додатково розглянути теоретичні основи одержання феромарганцю, феросиліцію, ферохрому [26].

## **МОДУЛЬ 3**

### **Тема 1.4. Будова і властивості металургійних розплавів**

Лекція 5. Будова рідких металів. Дифракційний аналіз будови рідких металів. Міжчастинкова взаємодія в рідких металах. Густина, питома вага, поверхневий натяг, електричний опір рідких металів. Параметри взаємодії компонентів металевих розплавів. Іонні розплави в сучасній техніці. Хімічний і мінералогічний склад шлаків. Діаграми стану шлакових систем. Будова шлаків. Фізико-хімічні властивості шлаків, питома вага, поверхневий натяг, густина. Теорії шлакових розплавів.

*Дидактичні засоби: Плакати:* Силіцієво-кисневі тетраедри та сполучення двох тетраедрів. Діаграма стану CaO-SiO<sub>2</sub>. Схема утворення складних комплексних аніонів.

*Посилання на літературу:* [1] 191-230; 238-244; [2] 143-187; [3] 107-137; 143-160.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури [24]. Занести до конспекту діаграми стану практично важливих для металургійних процесів шлакових систем

### **Тема 1.5. Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз.**

Лекція 6. Термодинамічні основи окислювального рафінування металів. Поміжфазовий перехід кисню в системах на основі рідкого заліза. Термодинамічні і кінетичні основи розкислювальних процесів. Осаджуюче розкислення. Дифузійне розкислення. Термодинамічні і кінетичні основи реакції окислення вуглецю у залізі, що вміщує кисень. Стадії процесу. Поміжфазовий розподіл домішок при окислювальному рафінуванні. Розподіл силіцію, марганцю, фосфору та сірки між розплавом заліза та оксидними розплавами. Термодинамічні і кінетичні закономірності розчинення азоту і водню в металах і сплавах. Азот і водень в шлакових розплавах.

*Дидактичні засоби: Плакати:* Залежність вмісту кисню від складу в системі залізо-кисень при T=1100°C. Температурна залежність розчинності водню і азоту в залізі.

*Посилання на літературу:* [1] 244-300, 321-328; [2] 215-239, 271-280; [3] 174-179, 196-210, 240-255.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу.

## РОЗДІЛ 2 – ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

### МОДУЛЬ 4

#### 2.1 Підготовка сирих матеріалів до плавки.

**Лекція 1 (1 година).** Залізні руди, їх типи, характеристики, основні родовища. Марганцеві руди, комплексні руди. Відходи виробництва. Флюси металургійного виробництва. Підготовка залізорудних матеріалів до плавки. Дроблення. Сорткування. Збагачення. Випал. Згрудкування залізорудних матеріалів. Виробництво окатишів. Осереднення руд.

*Дидактичні засоби:* Комплект заставок для графопроектора. Натурні зразки.

*Посилання на літературу:* [4] 18–56; [5] 10–53; [6] 7–24, 146–156.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу. Повторити тему 1.2.

#### 2.2 Металургійне паливо

**Лекція 1 (1 година).** Основні види металургійного палива. Кокс. Мазут. Смола. Генераторний газ. Доменний газ. Коксовий газ. Природний газ.

*Дидактичні засоби:* Комплект заставок для графопроектора. Натурні зразки.

*Посилання на літературу:* [4] 13–17; [5] 54–57; [6] 156–158.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу. Занести до графічної частини конспекту: схему коксової батареї. Повторити тему 1.1.

#### 2.3 Виробництво чавуну

**Лекція 2.** Конструкція доменної печі. Завантаження матеріалів в доменну піч. Рух газів і матеріалів в доменній печі. Нагрів шихти в доменній печі. Відновлення оксидів заліза. Навуглецювання заліза і утворення чавуну. Виплавка кременистих і марганцевистих чавунів. Шлакоутворення в доменній печі. Поведінка сірки в ході доменного процесу. Процеси в горні доменної печі. Способи інтенсифікації доменної плавки. ТЕП доменного процесу. Подача та нагрів дуття. Очистка доменного газу

*Дидактичні засоби:* Плакати: Доменний процес. План доменної печі. Фурмений прибор. Повітронагрівач доменної печі. Завантажувальний пристрій доменної печі. Схема очищення доменного газу. Плавка чавуну в доменній печі. Відновлювальні процеси в домні. Комплект заставок для графопроектора.

*Посилання на літературу:* [4] 63–120; [5] 58–103, 120–129; [6] 157–171.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу. Повторити теми 1.1, 1.2, 1.3, 1.5.

Занести до конспекту основні показники ТЕП доменної плавки. Вивчити самостійно прямі способи одержання заліза: [5] 136–146; [6] 213–223; [7] 37–88.

## МОДУЛЬ 5

### 2.4 Виробництво сталі

**Лекція 3.** Класифікація сталей. Основні реакції сталеплавильних процесів. Конструкція, теплова робота і паливо мартенівської печі. Різновиди і металургійні особливості мартенівського процесу. Основний скрап-процес. Кислий скрап-процес. Двохванні мартенівські печі. Виробництво сталі в конверторах. Історична довідка про бесемерівський та томасівський процеси. Киснево-конверторний процес. Технологія плавки в кисневому конверторі. ТЕП киснево-конвертерного процесу. Виробництво сталі для литва в конверторах.

*Дидактичні засоби:* Плакати: Теоретичні основи сталеплавильних процесів. Мартенівська піч. Теоретичні основи мартенівського сталеплавильного процесу. Двохванна мартенівська піч. Контроль температури рідкої сталі. Інтенсифікація процесів в мартенівській печі. Плавка сталі у кисневому конверторі. Комплект заставок для графопроєктору.

*Посилання на літературу:* [4] 186-298; [5] 149-295; [6] 179-190.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу. Повторити тему 1.5. Занести до конспекту основні показники основної та кислої мартенівської плавки. Занести до конспекту основні показники ТЕП плавки в кисневому конверторі.

**Лекція 4.** Конструкція дугових електропечей. Шихтові матеріали електроплавки. Технологія плавки в основній дуговій печі з окислювальним періодом і методом переплаву. Технологія плавки в кислій дуговій печі. ТЕП плавки в дугових електропечах. Конструкція, робота і металургійні особливості плавки сталі в індукційній тигельній печі. Технологія плавки в основній і кислій індукційних тигельних печах.

*Дидактичні засоби:* Плакати: Дугова електропіч. Типи дугових печей для завантаження зверху. Схеми електричних печей різних типів. Схеми газоочищення ДП. Механізм пересування електродів. ДСП-200. Механізм пересування електродів. Різні способи кладки склепіння. Дугова електропіч. ДСП 12. Комплект заставок для графопроєктору.

*Посилання на літературу:* [4] 297-340; [5] 300-333; [6] 195-202.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу. Занести до конспекту основні техніко-економічні показники основної та кислої дугових плавки. Занести до графічної частини конспекту: схему електричного живлення ДП та ІТП. Повторити тему 1.4.

## МОДУЛЬ 6

### 2.5 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі.

**Лекція 5 (1 година).** Позапічна обробка сталі. Позапічне вакуумування. Продувка

метала газом. Обробка сталі у ковші рідкими синтетичними шлаками. Установка пічків ЗАО НКМЗ. Розливка і кристалізація сталі. Обладнання та способи розливки сталі. Будова зливка киплячої і спокійної сталі. Машини неперервного розливання сталі.

*Дидактичні засоби:* Плакати: Схема дугової вакуумної печі. Плазменно-дугова піч з керамічним тиглем. Схема установки для вакуумування в ковші. Відливання зливків сифоном. Втрати сталі при розливці. Комплект заставок для графопроєктору.

*Посилання на літературу:* [4] 328-347, 356-386; [5] 347-351, 357-412; [6] 200-207.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу.

## **2.6 Виробництво феросплавів**

**Лекція 5 (1 година).** Виробництво феросплавів. Феросплавні печі. Виробництво феросиліцію. Виробництво ферохрому. Виробництво феромарганцю, ферованадію і феровольфраму.

*Дидактичні засоби:* Плакати: Роторна піч. Закрита рудовідновлювальна піч. Цех виробництва феросиліцію. Технологічні схеми виробництва феросплавів. Цех виробництва рафінованого ферохрому. Технологічні схеми виробництва феросплавів. Натурні зразки. Комплект заставок для графопроєктору.

*Посилання на літературу:* [4] 387-406; [5] 414-434; [6] 208-213.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу. Занести до графічної частини конспекту: схему робочого простору феросплавної печі.

## **2.7 Металургія кольорових металів**

**Лекція 6.** Металургія міді. Сировина для одержання міді та її підготовка до плавки. Плавка мідних руд та концентратів. Конвертування мідних штейнів. Вогневе рафінування міді. Металургія нікелю. Сировина для одержання нікелю. Переробка сульфідних і мідно-нікелевих руд. Переробка окислених нікелевих руд. Електролітичне рафінування нікелю. Металургія алюмінію. Матеріали для виробництва алюмінію. Виробництво глинозему, кріоліту та фтористих солей. Електролітичне одержання алюмінію. Рафінування алюмінію. Металургія магнію. Сирі матеріали для виробництва магнію. Одержання хлориду магнію. Електрохімічне одержання магнію. Рафінування магнію. Термічні способи одержання магнію.

*Дидактичні засоби:* Плакат: Електролізер для одержання алюмінію. Комплект заставок для графопроєктору. Натурні зразки.

*Посилання на літературу:* [4] 407-470; [5] 436-475; [6] 223-274.

*Завдання на СРС:* Вивчення лекційного матеріалу.

## **IV.3 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ.**

Практичні заняття проводяться з метою розвитку у студентів проводити фізико-хімічні розрахунки металургійних процесів [10, 14], визначати оптимальні технологічні умови їх проведення та фактори, які ефективно впливають на хід процесів в металургійних агрегатах.

### **РОЗДІЛ 1 - ТЕОРІЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

#### **МОДУЛЬ 1**

##### **Тема 1.1. Склад та властивості високо температурної газової фази.**

**Практична робота 1.** Процеси горіння газів окислювально-відновні властивості високотемпературної газової фази (2 години)

*Посилання на літературу:* [1] 8-17; [2] 15-25; [3] 10-19; [10] 4-17.

*Завдання на СРС:* Розв'язання задач домашнього завдання. Підготовка до контрольної роботи.

**Практична робота 2.** Окислювально-відновні властивості складних газових сумішей. Реакція водяного газу (2 години)

*Посилання на літературу:* [1] 15-28; [2] 26-36; [3] 24-30; [10] 17-25.

*Завдання на СРС:* Розв'язання задач домашнього завдання. Підготовка до контрольної роботи.

#### **МОДУЛЬ 2**

##### **Тема 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук.**

**Практична робота 3.** Процеси дисоціації утворення карбонатів і оксидів (2 години)

*Посилання на літературу:* [1] 70-113; [2] 67-110; [3] 40-62; [10] 33-45.

*Завдання на СРС:* Розв'язання задач домашнього завдання. Підготовка до контрольної роботи.

##### **Тема 1.3 Теоретичні основи відновлювальних процесів.**

**Практична робота 4.** Відновлення оксидів металів газоподібними відновлювачем і у присутності твердого вуглецю (4 години)

*Посилання на літературу:* [1] 123-144; [2] 113-160; [3] 76-106; [10] 45-56.

*Завдання на СРС:* Розв'язання задач домашнього завдання. Підготовка до контрольної роботи.

## РОЗДІЛ 2- ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

### МОДУЛЬ 4

#### Тема 2.1. Підготовка сирих матеріалів до плавки

##### **Практична робота 1.** Моделювання процесу обпалу сульфідних руд.

*Посилання на літературу:* [4] 31-56; [5] 40-42, 429-440; [6] 36-46, 146-148; [13] 2-15

*Завдання на СРС:* Виконання індивідуального домашнього завдання.

### МОДУЛЬ 5

#### Тема 2.4 Виробництво сталі.

##### **Практична робота 2.** Розробка технології виплавлення конструкційної сталі в дуговій електропечі.

*Посилання на літературу:* [4] 314-328; [5] 320-333; [6] 195-200; [13] 57-58; [15] 95-99.

*Завдання на СРС:* Виконання індивідуального домашнього завдання.

##### **Практична робота 3.** Вибір методу і розробка технології плавки високолегованої сталі в основній дуговій печі.

*Посилання на літературу:* [4] 314-323; [5] 320-330; [6] 195-200; [13] 57-58; [15] 95-99.

*Завдання на СРС:* Виконання індивідуального домашнього завдання.

### МОДУЛЬ 5

#### Тема 2.5. Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі.

##### **Лабораторна робота 3.** Вивчення впливу параметрів розливки на структуру зливка.

*Посилання на літературу:* [4] 328-341; [5] 362-413; [6] 202-204; [13] 2-15.

*Завдання на СРС:* Виконання індивідуального домашнього завдання.

## IV.4 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальна робота студентів містить у собі виконання контрольних робіт при вивченні розділів 1 і 2.

Контрольні роботи строго індивідуальні. Контрольні роботи спонукають студентів “порційно” засвоїти великий по об’єму курс і контролювати його засвоєння. Задачі до КР1 по першій частині курсу наведені в [12], до КР2 по другій частині курсу – в [15]. Теоретичні запитання до КР1 і КР2, КР3 наведені в [9, 12] і [15].

## V. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Передбачається використання модульно-рейтингової системи оцінювання знань. При викладанні дисципліни передбачається використання плакатів, заставок для епідіаскопа, масштабних моделей вузлів металургійних агрегатів. Особлива увага наділяється прикладному аспекту аналізованих у курсі загальних фізико-хімічних закономірностей та технологічних особливостей металургійних процесів з цією ціллю при викладанні всіх розділів особлива увага надається використанню характерних прикладів реальних процесів в галузі металургії і ливарного виробництва.

## **VI. ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ**

Оцінювання знань проводиться під час захисту контрольних робіт та при перевірці екзаменаційних робіт. Під час захисту контрольної роботи матеріал змістовного модуля вважається захищеним, а студент одержує допуск до складання іспиту, якщо набрано не менше 25 балів. Під час іспиту матеріал модулю має бути захищений не менше ніж на 30 балів. Таким чином сума мінімальних балів по модулю дорівнює 55. Сума максимальних точок балів по модулю дорівнює 100. Кожен модуль має ваговий коефіцієнт.

## **VII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

### **VII.1. Основна література**

1 **Рыжонков, Д. И.** Теория металлургических процессов: Учебник для вузов / Д.И.Рыжонков, П.П.Арсеньев, В.В.Яковлев, Л.А. Пронин, М.Г. Крашенинников, Н.Н. Дроздов. – М.: Металлургия, 1989. – 392 с.

2 **Борнацкий, И. И.** Теория металлургических процессов / И.И. Борнацкий. – Киев; Донецк: Выща школа, 1978. – 287 с.

3 **Казачков, Е. А.** Расчеты по теории металлургических процессов: Учеб. пособие для вузов / Е.А. Казачков. – М.: Металлургия, 1988. – 288 с. – ISBN 5-220-00047-3.

4 **Челищев, Е.В.** Общая металлургия (Металлургия черных и цветных металлов): учебник для вузов / Е.В. Челищева, П.П. Арсентьев, В.В. Яковлев, Д.И. Рыжонков – М.: Металлургия, 1971. – 478 с.

5 **Воскобойников, В.Г.** Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1979, - 478 с. (**Воскобойников, В.Г.** Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1998, - 768 с. – ISBN 5-229-01148-3)

6 **Кожевников, И.Ю.** Окисковывание и основы металлургии: учебник для вузов / И.Ю. Кожевников, Б.М. Равич – М.: Металлургия, 1991. – 304 с. – ISBN 5-229-00689-7.

7 **Шурхал, В. Я.** Фізико-хімія металургійних систем і процесів: Підручник / В.Я. Шурхал, В.К. Ларін, Д.Ф. Чернега та ін. – К.: Вища шк., 2000. – 407 с. – ISBN 5-11-004835-5.

8 **Чернега, Д. Ф.** Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф. Чернега, В.С. Богушанський, Ю.Я. Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. – К.: Вища шк., 2006. – 503 с. – ISBN 966-642-310-3

9 **Турчанин, М. А.** Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Теорія і технологія металургійного виробництва” для студентів спеціальності 7.090403. Ч.1. Теорія металургійного виробництва / М.А. Турчанин. – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 60 с.

10 **Турчанин, М. А.** Теория и технология металлургического производства. Ч.1. Теория металлургических процессов: Учеб. пособ. к практическим занятиям и изучению дисциплины / М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 80 с.

11 **Турчанин, М. А.** Методическое пособие к выполнению самостоятельной работы и изучению дисциплины “Теория и технология металлургического производства” для студентов специальности 7.090403. – Ч.1. Теория металлургического производства / М.А. Турчанин, А.Р. Абдулов. – Краматорск: ДГМА, 2006. – 48 с. – ISBN 966-379-088-1.

12 **Турчанин, М. А.** Методическое пособие для выполнения контрольных работ и изучения дисциплины “Теория и технология металлургического производства” для студентов специальности 7.090403 заочной формы обучения. Ч.1. Теория металлургического производства / М.А. Турчанин, Н.П. Калашник. – Краматорск: ДГМА, 2001. – 96 с.

13 **Турчанин, М. А.** Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Теория и технология металлургического производства” для студентов специальности 7.090403. Ч.2. Технология металлургического производства / М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2003. – 32 с.

14 **Турчанин, М. А.** Методическое пособие для выполнения контрольных работ и изучения дисциплины “Теория и технология металлургического производства” студентами специальности 7.090403 заочной формы обучения. Ч.2. Технология металлургического производства / М.А. Турчанин, Н.П. Калашник. – Краматорск: ДГМА, 2002. – 132 с.

15 **Турчанин, М. А.** Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теория и технология металлургического производства" для студентов специальности 7.090403. – Ч.3.: Специальные способы плавки/ М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2004. – 32 с.



## VII.2. Додаткова література

- 16 **Сабирзянов, Т. Г.** Термодинамика металлургических реакций: Учеб. пособие / Т.Г. Сабирзянов. – К.: УМК ВО, 1990. – 56 с. – ISBN 5-7763-0282-X.
- 17 **Морачевский, А. Г.** Термодинамические расчеты в металлургии: Справочник / А.Г. Морачевский, И.Б. Сладков. – М.: Металлургия, 1985. – 137 с.
- 18 **Кубашевский, О.** Металлургическая термохимия: пер. с англ. / О. Кубашевский, С.Б. Олкокк – М.: Металлургия, 1982. – 390 с.
1. **Григорян, В.А.** Теоретические основы электросталеплавиельных процессов / В.А. Григорян, Л.Н. Белянчиков, А.Я. Стомахин – М.: Металлургия, 1987.- 272 с.
2. **Рыжонков, Д. И.** Расчеты металлургических процессов на ЭВМ: Учеб. пособие для вузов / Д.И. Рыжонков, С.Н. Падерин, Г.В. Серов, Л.К. Жидкова. – М.: Металлургия, 1987. – 231 с.
3. **Островский, О.И.** Свойства металлических расплавов / О.И. Островский, В.А. Григорян, А.Ф. Вишкарев -М.: Металлургия, 1988.- 304с. – ISBN 5-229-00042-2
4. **Ветишка, А.** Теоретические основы литейной технологии: Пособие для вузов: пер. с чешск. / А.Ветишка, Й. Брадик, И. Мацашек, С. Словак – Киев: Вища школа, 1981г.- 320 с.
5. **Поволоцкий, Д.Я.** Электрометаллургия стали и ферросплавов / Д.Я. Поволоцкий. – М.: Металлургия, 1984. - 468с.
6. **Курапов, Ю.А.** Процессы вакуумного рафинирования металлов при электроннолучевой плавке / Ю.А. Курапов. – Киев: Наукова думка., 1984. – 165с.
7. **Калугина, А.С.** Электродуговая плавка металлов / А.С. Калугина. - М.: Металлургия, 1980. - 168с.
8. **Тулин, Н.А.** Развитие бескоксовой металлургии / Н.А. Тулин, В.С. Кудрявцев и др. - М.: Металлургия, 1987. – 328 с.
9. **Киреев, И. И.** Курс физической химии / И. И. Киреев - М.: Высшая школа, 1975. - 832 с.
10. **Жуховицкий, А.А.** Физическая химия / А.А. Жуховицкий, Л.А. Шварцман. – М.: Металлургия, 1976. – 543 с.
11. **Филиппов, С.И.** Теория металлургических процессов / С.И. Филиппов. – М.: Металлургия, 1967. – 280 с.
12. **Юдин, Е.Я** Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Е.Я. Юдин, С.В. Белов и др.; Под. ред. Юдина Е.Я., Белова С.В. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

Робочу програму склав

професор кафедри ТОЛВ, д. х. н.

М.А. Турчанін

## ДОДАТОК

### Перелік питань підсумкового контролю

#### РОЗДІЛ 1 – ТЕОРІЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

1. Окислительно-восстановительные свойства высокотемпературных газовых фаз.
2. Реакция горения монооксида углерода.
3. Реакция горения водорода.
4. Реакция водяного газа.
5. Механизм взаимодействия реагентов с окислителем в газовых смесях.
6. Механизм реакций горения монооксида углерода и водорода.
7. Диссоциация молекул на атомы и радикалы.
8. Физико-химические свойства углерода.
9. Реакции неполного и полного горения углерода.
10. Реакции взаимодействия углерода с водяным паром.
11. Реакция взаимодействия углерода с диоксидом углерода.
12. Кинетический и диффузионный режимы гетерогенной реакции.
13. Механизм взаимодействия углерода с газообразными окислителями.
14. Механизм и кинетика распада монооксида углерода.
15. Термодинамический анализ процессов образования и диссоциации соединений в гетерогенных системах.
16. Газообразная диссоциация.
17. Конденсатная диссоциация.
18. Влияние образования растворов на упругость диссоциации.
19. Термодинамические условия образования и роста новой фазы.
20. Образование и рост зародышей новой фазы.
21. Кинетические особенности процессов диссоциации.
22. Реакция разложения карбоната кальция.
23. Механизм реакции разложения карбоната кальция.
24. Общие закономерности окисления металлов.
25. Факторы, влияющие на термодинамическую стабильность оксидов.
26. Термодинамические закономерности образования и диссоциации оксидов железа.
27. Диаграмма состояния системы “железо-кислород”.
28. Изотермы упругости диссоциации оксидов железа.
29. Кинетические закономерности окисления металлов.
30. Диффузионные процессы в твердых телах.
31. Механизм окисления железа. Опыт Пфейля.
32. Структура окарины.
33. Термодинамические основы восстановления газообразным восстановителем.
34. Восстановление оксидов железа монооксидом углерода.
35. Восстановление оксидов железа водородом.

36. Термодинамические основы восстановления в присутствии твердого углерода.
37. Температура начала восстановления. Графическая интерпретация способов определения температуры начала восстановления.
38. Восстановление оксидов железа в присутствии твердого углерода..
39. Процессы науглероживания железа.
40. Металлотермическое восстановление оксидов металлов.
41. Особенности восстановления оксидов металлов из растворов.
42. Изотермы давления газа-восстановителя при восстановлении оксидов железа.
43. Восстановление оксидов при переходе продукта восстановления в раствор
44. Восстановление оксидов, связанных в сложные соединения.
45. Кинетика восстановления оксидов газом-восстановителем.
46. Механизм восстановительных процессов.
47. Строение жидких металлов.
48. Дифракционный анализ структуры жидких металлов.
49. Межчастичное взаимодействие в жидких металлах.
50. Вязкость, плотность, поверхностное натяжение, электрическое сопротивление жидких металлов.
51. Химический и минералогический состав шлаков.
52. Диаграммы состояния шлаковых систем.
53. Строение шлаков.
54. Плотность, поверхностные свойства, вязкость шлаковых расплавов.
55. Молекулярная теория шлаковых расплавов.
56. Ионная теория шлаковых расплавов.
57. Статическая теория регулярных ионных растворов.
58. Термодинамические основы окислительного рафинирования металлов.
59. Распределение кислорода между металлом и шлаком.
60. Растворимость кислорода в жидких металлах и сложных растворах.
61. Термодинамические основы реакции окисления углерода в кислородосодержащем железе.
62. Распределение кремния, марганца, фосфора и серы между расплавами железа и оксидными расплавами.
63. Межфазное распределение примесей при окислительном рафинировании.
64. Кинетические закономерности реакции обезуглероживания железа.
65. Раскисление стали.
66. Осаждающее раскисление.
67. Диффузионное раскисление.
68. Термодинамические и кинетические закономерности растворения азота и водорода в металлах и сплавах.
69. Дегазация металла.
70. Азот и водород в оксидных расплавах.

## **РОЗДІЛ 2 – ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

1. Железные руды. Основные месторождения железных руд в Украине.
2. Марганцевые руды и их месторождения в Украине.
3. Комплексные руды. Месторождения комплексных руд в СНГ.
4. Отходы металлургических и других производств, используемые при выплавке чугуна и стали.
5. Флюсы металлургических производств.
6. Подготовка железорудных материалов к плавке дроблением и сортировкой.
7. Подготовка железорудных материалов к плавке обогащением.
8. Подготовка железорудных материалов к плавке обжигом.
9. Агломерация железных руд и производство окатышей.
10. Устройство и принцип работы агломерационной машины ленточного типа.
11. Кокс. Характеристики кокса как топлива металлургического производства.
12. Производство кокса.
13. Газообразное топливо металлургических производств. Мазут и смола.
14. Устройство доменной печи.
15. Загрузка материалов в доменную печь.
16. Движение газов и материалов в доменной печи.
17. Нагрев материалов в доменной печи.
18. Восстановительные процессы в доменной печи.
19. Науглероживание железа и образование чугуна в доменной печи.
20. Восстановление кремния и выплавка кремнистых чугунов в доменной печи.
21. Восстановление марганца и выплавка марганцовистых чугунов в доменной печи.
22. Шлакообразование в доменной печи. Десульфурация чугуна в ходе доменной плавки.
23. Процессы в горне доменной печи.
24. Способы интенсификации доменной плавки.
25. Подача дутья в доменную печь и очистка доменного газа.
26. Роль сталеплавильных шлаков в металлургических процессах. Химический состав и свойства сталеплавильных шлаков.
27. Окисление углерода в ходе сталеплавильного процесса.
28. Окисление примесей чугуна в ходе сталеплавильных процессов. Влияние характера шлака на окисление примесей.
29. Десульфурация стали.
30. Осаждающее и диффузионное раскисление стали.
31. Дегазация стали в ходе ее вакуумной обработки и продувки инертным газом.
32. Сущность конвертерных процессов. Особенности окисления примесей чугуна в ходе конвертерных процессов.
33. Бессемеровский и томасовский процессы.
34. Конструкция и работа кислородного конвертера.
35. Технология плавки стали в кислородном конвертере.
36. Производство стали для литья в конвертере.

- 37.Металлургические особенности мартеновского процесса.
- 38.Топливо и тепловая работа мартеновской печи.
- 39.Технология мартеновской плавки при основном скрап-процессе.
- 40.Технология мартеновской плавки при скрап-рудном процессе.
- 41.Технология плавки при кислом скрап-процессе. Особенности кислой мартеновской стали.
- 42.Интенсификация мартеновского процесса.
- 43.Устройство и работа двухванных мартеновских печей.
- 44.Принцип работы и устройство дуговых электропечей.
- 45.Металлургические особенности плавки в дуговой электропечи.
- 46.Технология плавки в основной дуговой печи с окислительным периодом.
- 47.Технология плавки в основной дуговой печи методом переплава.
- 48.Технология плавки в кислой дуговой печи.
- 49.Требования к шихтовым материалам электродуговой плавки.
- 50.Технико-экономические показатели плавки в электродуговых печах. Способы интенсификации электродуговой плавки.
- 51.Устройство и принцип работы вакуумных дуговых печей.
- 52.Металлургические особенности плавки в вакуумных дуговых печах.
- 53.Устройство и работа индукционной тигельной печи.
- 54.Металлургические особенности плавки в тигельной печи.
- 55.Технология плавки стали в основной индукционной тигельной печи.
- 56.Технология плавки стали в кислой индукционной тигельной печи.
- 57.Устройство и принцип работы вакуумной индукционной печи.
- 58.Металлургические особенности плавки стали в вакуумной индукционной печи.
- 59.Принцип работы установок электрошлакового переплава. Metallургические особенности этого процесса.
60. Оборудование для разливки стали. Сталеразливочные ковши. Устройство сталеразливочных ковшей.
- 61.Оборудование для разливки стали. Изложницы. Типы изложниц. Прибыльные надставки.
- 62.Способы разливки стали в изложницы.
- 63.Структура слитка спокойной и кипящей стали. Разливка спокойной и кипящей стали в изложницы.
- 64.Непрерывная разливка стали. Формирование слитка при непрерывной разливке стали и его структура.
- 65.Типы установок для непрерывной разливки стали.