

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**



**РОБОЧА ПРОГРАМА,
методичні вказівки та індивідуальні завдання
до вивчення дисципліни «Системи технологій в металургії»
спеціальності 015 – «Професійна освіта (металургія)» (гр. ПР901)
освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»**

Дніпро НМетАУ 2019

УДК 669.053

Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Системи технологій в металургії» для студентів спеціальності 015 – «Професійна освіта (металургія)» (гр. ПР901) освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» / Укл.: Л.В. Камкіна, Я.В. Мянєвська. - Дніпро: НМетАУ, 2019. - 13 с.

Наведені робоча програма, теми лекційних занять з питаннями до контролю засвоєння знань та перелік літератури для самопідготовки. Представлені варіанти індивідуального завдання, методичні вказівки до його виконання.

Призначена для студентів спеціальності 015 – «Професійна освіта (металургія)» (гр. ПР901) освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» заочної форми навчання.

Укладачі: Л.В. Камкіна, д-р техн. наук, проф.
Я.В. Мянєвська, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск А.П. Мішалкін, канд. техн. наук, доц.

Рецензент Мамешин В.С., канд. техн. наук, доц. (НМетАУ)

1. Загальні положення

Дисципліна «Системи технологій в металургії» має мету дати студентам необхідні знання по виробництву чорних металів і кольорових сплавів, частка яких складає 90 % всього металургійного виробництва. В методичних вказівках наведений короткий огляд основних металургійних переділів, виробничих агрегатів, допоміжного устаткування, технологічних особливостей виробництва чавуну, сталі та феросплавів.

З дисципліни «Системи технологій в металургії» студентам читаються настановні лекції, проводяться лабораторні роботи, студенти одержують індивідуальні та групові консультації. Вивчення дисципліни для студентів спеціальності 015 – «Професійна освіта (металургія)» (гр. ПР901) освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» включає також самостійну роботу над підручниками, виконання індивідуального завдання. Виконані індивідуальні завдання повинні бути представлені для перевірки.

Після вивчення дисципліни "Системи технологій в металургії" студенти здають екзамен. Студент отримує до 2 балів за відповідь на кожне теоретичне питання (в залежності від повноти та точності відповіді) і 0,5 бала за правильну відповідь на кожне тестове питання. Оцінка визначається округленням до найближчого цілого, наприклад, «4,5» → «5»; «3,2» → «3». При цьому для отримання позитивної оцінки вичерпна відповідь, принаймні на одне з теоретичних питань, є обов'язковою.

2. Робоча програма дисципліни

2.1. Мета та завдання вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна «Системи технологій в металургії» є нормативною і входить до циклу професійно-наукової підготовки. У поєднанні з іншими дисциплінами цього циклу вона забезпечує базову підготовку студентів спеціальності 015 – «Професійна освіта (металургія)» освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр».

2.2 Розподіл годин за навчальним планом

Розподіл годин	Усього	семестр
		2
Усього годин за навчальним планом	120	120
у тому числі: Аудиторні заняття	16	16
з них:		
- лекції	12	12
- лабораторні заняття	4	4
- практичні заняття	-	-
- семінари	-	-
Самостійна робота	104	104
Кількість контрольних робіт		1
Підсумковий контроль		екзамен

2.3. Зміст дисципліни «Системи технологій в металургії»

Лекції

№	Тема лекції, її зміст	Кількість годин
1	Підготовка руди до плавки. Стадії підготовки руди: дроблення; сортування за крупністю; збагачення; обпал; усереднення; окускування. Обладнання та технології підготовки руди.	2
2	Виробництво чавуну. Вихідні матеріали, що використовуються при виробництві чавуну. Конструкція доменної печі. Допоміжні пристрої доменної печі: газоочисники, повітрянагрівачі, підйомні і завантажувальні пристрої. Технологічні та фізико-хімічні особливості доменного процесу; відновлення інших елементів і шлакоутворення в доменній печі. Продукти доменного виробництва.	2
3	Виробництво сталі. Загальна характеристика технологій виплавки сталі: конвертерної, мартенівської та виробництва сталі в електричних печах. Вихідні матеріали конвертерної плавки, технологічні та фізико-хімічні особливості конвертерного процесу, продукти конвертерного виробництва. Вихідні матеріали для отримання сталі в мартенівській печі, ведення та фізико-хімічні особливості мартенівської плавки, кінцеві продукти. Розливання сталі, МБЛЗ.	4

4	Виплавка сталі в електричних печах. Види сталеплавильних електричних печей: дугові, індукційні і печі опору. Виробництво сталі в дугових електропечах: склад шихти, періоди плавки, позапічна обробка сталі. Виробництво сталі в індукційних печах і печах опору.	2
5	Виробництво феросплавів. Загальні відомості про види феросплавів та їх застосування для отримання якісної сталі. Руди та виробництво концентратів для отримання феросплавів. Відновники для отримання феросплавів. Силіко- і алюмотермічний способи отримання низьковуглецевих феросплавів. Феросплавні печі, їх конструкція та види.	2

Лабораторні роботи

№ роботи	Назва роботи	Кількість годин
1	Дослідження процесів металотермічного відновлення.	4

2.4. Питання для самоперевірки

Тема 1. Підготовка руди до плавки.

Література: [1, С. 9-57; 2, С. 14-42; 3, С. 28-142; 4, С. 18-151].

1. Вихідні матеріали для виробництва чавуну. Що таке промислова руда?
2. Наведіть загальну характеристику руди.
3. Основні стадії підготовки руди до плавки, дайте коротку їх характеристику.
4. Яке обладнання застосовують для дроблення і подрібнення, принцип дії?
5. Як проводять розділення кусків і часток руди за крупністю? Принцип роботи грохотів і класифікаторів.
6. Наведіть основні способи збагачення корисних копалин, їх характеристики.
7. Як усереднюють руди за хіміко-мінеральним складом?
8. Для чого застосовують метод підготовки руди до плавки окускування?
Перерахуйте основні способи окускування.
9. Що таке агломерація? Перерахуйте основні складові агломераційної шихти.
10. Опишіть сутність агломерації, процеси, що її супроводжують.
11. Розгляньте складові і принцип роботи агломераційної машини.

12. Опишіть технологію отримання обкотишів.
13. Назвіть основні функції флюсів, наведіть основні металургійні флюси.

Тема 2. Виробництво чавуну.

Література: [1, С. 58-127; 2, С. 42-91; 3, С. 143-270, 301-410; 4, С. 152-281, 337-497].

1. Основні частини профілю доменної печі, їх характеристика.
2. Перерахуйте основні складові доменного цеху.
3. Призначення рудного двору, з яких ділянок він складається, основне устаткування двору.
4. Як здійснюється зважування і доставка шихтових матеріалів на колошник доменної печі?
5. Перерахуйте обладнання для обслуговування горна і прибирання продуктів плавки (чавуну і шлаку).
6. У якій послідовності йде відновлення оксидів заліза? Наведіть реакції відновлення оксидів заліза.
7. Сутність прямого і непрямого відновлення? Розгляньте температурні зони доменної печі, де реалізуються різні схеми відновлення оксидів заліза.
8. Наведіть схему і реакції відновлення оксидів марганцю. Вплив умов на ступінь відновлення марганцю.
9. Наведіть реакцію відновлення кремнію. Виявіть вплив температури і кількості шлаку на відновлення кремнію.
10. Наведіть реакцію відновлення фосфору. Поведінка фосфору в умовах доменної плавки?
11. Наведіть реакції десульфурації. Виявіть вплив температури, основності і кількості шлаку на вміст сірки в чавуні.
12. Розгляньте сутність способів позадоменної десульфурації чавуну.
13. Наведіть класифікацію доменних чавунів, їх склад та призначення.
14. Основні шляхи використання доменних шлаків і газів.

Тема 3. Виробництво сталі.

Література: [1] с. 147-343; [2] с. 98-195; [5], с. 27-339; [6], с. 15-41, 70-102, 121-428; [7], с. 8-150.

1. Шихтові матеріали для виробництва сталі.

2. Наведіть загальну схему сталеплавильного процесу.
3. Сутність технології плавки сталі в кисневих конвертерах.
4. Сутність технології мартенівського виробництва сталі.
5. Розгляньте властивості шлаків, їх роль і функції в процесі виплавки сталі.
6. Перерахуйте сучасні сталеплавильні процеси і дайте їх характеристику.
7. Наведіть реакції окислення вуглецю, залежність вмісту кисню від вуглецю.
8. Як впливає фосфор на властивості сталі? Що є основним джерелом надходження фосфору в метал?
9. Як впливає сірка на властивості сталі? Що є основним джерелом надходження сірки в метал?
10. Розгляньте джерела забруднення сталі газами і шляхи дегазації металу.
11. Як впливають гази на властивості сталі?
12. Наведіть існуючі способи розкислювання сталі, переваги і недоліки.
13. Вкажіть шляхи зниження забруднення сталі неметалічними включеннями при розкислюванні.
14. Якою технологічною операцією закінчується виплавка сталі в будь-якому агрегаті?
15. Розгляньте існуючі способи розливання сталі в виливниці. Порівняйте ці способи.
16. Розгляньте технологію безперервного лиття заготовок.
17. Конструкції машин безперервного лиття заготовок (МБЛЗ).

Тема 4. Виплавка сталі в електричних печах.

Література: [1] с. 347-413; [2] с. 196-228; [5] с. 365-499; [7] с. 155-377; [8] с. 122-198.

1. Наведіть варіанти технології процесу виробництва сталі в електричних печах.
2. Розгляньте будову дугової сталеплавильної печі.
3. Технологія плавки сталі в основній і кислій дуговій електропечі.
4. Розгляньте будову індукційної печі, технологію плавки, переваги, недоліки.
5. Перерахуйте основні способи підвищення якості сталі і дайте їх коротку характеристику.
6. Для чого застосовується продування сталі інертним газом, обробка металу синтетичним шлаком.
7. Як впливає розрідження на протікання реакцій за участю газової фази.

8. Наведіть способи обробки сталі в умовах розрідження (вакуумування).

Тема 5. Виробництво феросплавів

Література: [1] с. 420-437; [9] с. 14-52, 77-95, 106-206, 232-246; [10], с. 19-66, 118-154, 179-280, 303-359, 445-473; [11], с. 7-90, 129-254, 269-282.

1. Наведіть загальну класифікацію та призначення феросплавів.
2. Наведіть класифікацію способів отримання феросплавів за видом агрегату, що використовується.
3. Наведіть класифікацію способів отримання феросплавів за видом відновника.
4. Розгляньте будову рудовідновної печі, в якій виплавляють феросплави.
5. Наведіть шихтові матеріали для виробництва феросиліцію.
6. Перерахуйте основні області застосування марганцю.
7. Наведіть загальну характеристику марганцевої руди.
8. Основні стадії підготовки марганцевої руди до плавки, дайте коротку їх характеристику.
9. Сутність технології плавки високовуглецевого феромарганцю флюсовим способом.
10. Розкрийте сутність технології плавки високовуглецевого феромарганцю безфлюсовим способом.
11. Наведіть сутність технології плавки низьковуглецевого феромарганцю.
12. Розкрийте сутність технології плавки силікомарганцю.
13. Наведіть сутність технології плавки високовуглецевого та низьковуглецевого ферохрому.

3. Завдання та методичні вказівки для виконання контрольної роботи

Індивідуальне завдання студента складається з шести теоретичних питань. Нумери питань індивідуального завдання розраховується студентом за номером залікової книжки:

Номер першого питання дорівнює останній цифрі залікової книжки студента (якщо остання цифра залікової книжки 0, тоді перше питання – 1.10).

Номер другого питання дорівнює передостанній цифрі номера залікової книжки (якщо остання цифра «0», потрібно брати десяте питання).

Номер третього питання дорівнює останній цифрі номера залікової книжки (якщо передостання цифра «0», потрібно брати десяте питання).

Номер четвертого питання дорівнює передостанній цифрі номера залікової книжки (якщо остання цифра «0», потрібно брати десяте питання).

Номер п'ятого питання дорівнює останній цифрі номера залікової книжки (якщо передостання цифра «0», потрібно брати десяте питання).

Номер шостого питання дорівнює передостанній цифрі номера залікової книжки (якщо передостання цифра «0», потрібно брати десяте питання).

Завдання для першого питання

- 1.1 Дати характеристики основним видам промислових залізних руд.
- 1.2 Класифікація і характеристика основних видів палива доменного процесу, основні вимоги до нього.
- 1.3 Загальна характеристика процесів підготовки вихідних матеріалів до доменної плавки.
- 1.4 Описати процес дроблення залізних руд і дати характеристику основним типам дробильного устаткування.
- 1.5 Описати процес сортування залізняка за крупністю і дати характеристику основним типам сортувального устаткування.
- 1.6 Які флюси застосовують в доменному виробництві? Їх призначення.
- 1.7 Мета збагачення руд. Описати процес збагачення залізних руд і устаткування для його здійснення.
- 1.8 Описати процеси окускування дрібних руд і концентратів. Мета окускування залізрудних матеріалів.
- 1.9 Охарактеризувати процес агломерації руд. Устаткування агломераційного процесу.
- 1.10 Описати процес виробництва обкотишів, їх вживання для виробництва металу.

Завдання для другого питання

- 2.1 Описати рудний двір доменного цеху. Призначення та устаткування рудного двору.

- 2.2 Основні елементи конструкції доменних печей. Принцип роботи доменної печі.
- 2.3 Принцип роботи повітронагрівачів доменної печі. Мета нагрівання повітря перед подачею в доменну піч.
- 2.4 подача матеріалів в доменну піч. Скіпова і транспортерна системи подачі.
- 2.5 Елементи профілю робочого простору доменної печі, трансформація матеріалів шихти при переміщенні їх в робочому просторі.
- 2.6 Розкрити принцип роботи і призначення засипного (колошникового) пристрою доменної печі.
- 2.7 Фізико-хімічні процеси, що протікають в доменній печі.
- 2.8 Відновлення оксидів заліза газами і твердим вуглецем. Порівняння прямого і непрямого відновлення.
- 2.9 Поведінка сірки в доменному процесі. Способи зниження її в чавуні.
- 2.10 Очищення доменного (колошникового) газу і подальше його вживання.

Завдання для третього питання

- 3.1 Вихідні матеріали сучасної конвертерної плавки і основні вимоги до них.
- 3.2 Конструкція кисневого конвертера з верхнім дуттям. Основні елементи робочого простору конвертера.
- 3.3 Технологія ведення киснево-конвертерної плавки, джерела теплоти процесу (підтвердити рівняннями основних реакцій).
- 3.4 Поведінка складових чавуну по ходу киснево-конвертерної плавки.
- 3.5 Конвертерні процеси з донною продувкою киснем. Порівняння процесів з верхньою і донною продувкою киснем.
- 3.6 Конвертерні процеси з комбінованою продувкою.
- 3.7 Характеристика різновидів ведення мартенівської плавки залежно від співвідношення компонентів в шихті: скрап-процес; скрап-рудний, рудний і т.п.
- 3.8 Дати характеристику технологічним періодам мартенівської плавки сталі скрап- і скрап-рудного процесів.
- 3.9 Особливості виплавки сталі в кислій мартенівській печі. Вимоги до сирих матеріалів і палива при кислому процесі.
- 3.10 Вдосконалення мартенівського процесу. Двохванні сталеплавильні мартенівські печі, глибинна продувка киснем.

Завдання для четвертого питання

- 4.1 Класифікація електричних печей.
- 4.2 Конструкція сталеплавильної електродугової печі. Загальні відомості.
- 4.3 Вихідні матеріали і технологія плавки в електродугової печі.
- 4.4 Охарактеризувати спосіб виплавки сталі в електропечах з повним окисленням домішок.
- 4.5 Охарактеризувати спосіб виплавки сталі в електропечах методом переплаву.
- 4.6 Дати характеристику способу виплавки електросталі в дугових печах з кислою футеровкою.
- 4.7 Охарактеризувати сучасні способи виплавки сталі в електропечах.
- 4.8 Виплавка сталей в індукційних печах. Технологічні особливості методу.
- 4.9 Виплавка сталей і сплавів у вакуумних електричних печах. Технологічні особливості процесу.
- 4.10 Електрошлаковий переплав. Конструкція та технологічні особливості методу.

Завдання для п'ятого питання

- 5.1 Види розкислювання сталі, технологічні особливості різних способів розкислювання.
- 5.2 Охарактеризуйте спосіб осаджуючого розкислювання сталі і методи видалення продуктів розкислювання.
- 5.3 Розкислювання і рафінування сталі вакуумним методом. Сутність процесів, що протікають при вакуумуванні сталі.
- 5.4 Обробка сталі синтетичними шлаками: розкислювання і рафінування.
- 5.5 Мета і способи обробки сталі інертними газами в сталерозливному ковші.
- 5.6 Що таке легування? Основні класи легованих сталей.
- 5.7 Способи розливання сталі в зливки. Типи виливниць для різних способів розливання сталі.
- 5.8 Типи сталевих зливків, їх характеристика та будова.
- 5.9 Особливості кристалічної будови зливків спокійної, киплячої сталі. Особливості конструкції виливниць для зливків спокійної і киплячої сталей.
- 5.10 Типи установок безперервного розливання сталі. Технологія безперервної розливки сталі.

Завдання для шостого питання

- 6.1 Феросплави – види та призначення. Область використання.
- 6.2 Типи феросплавних печей та їх будова в залежності від продукту, що утворюється.
- 6.3 Технологічні основи виробництва феросиліцію.
- 6.4 Технологічні основи виробництва високовуглецевого феромарганцю.
- 6.5 Технологічні основи виробництва високовуглецевого ферохрому.
- 6.6 Технологічні особливості виробництва низьковуглецевого феромарганцю та ферохрому.
- 6.7 Технологія виробництва силікомарганцю.
- 6.8 Порівняти технологічні схеми виробництва високовуглецевого та низьковуглецевого феромарганцю.
- 6.9 Технологічні особливості виробництва феротитану.
- 6.10 Технологічні особливості виробництва низькофосфористого феромарганцю.

ЛІТЕРАТУРА, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев ; под. ред. В.Г. Воскобойникова. – [3-е изд.]. – М.: Металлургия, 1979. – 487 с.
2. Линчевский Б.В. Металлургия черных металлов : учеб. для техникумов / Б.В. Линчевский, А.Л. Соболевский, А.А. Кальменев. - [2-е изд.]. – М.: Металлургия, 1986. – 360 с.
3. Ефименко Г.Г. Металлургия чугуна / Г.Г. Ефименко, А.А. Гиммельфарб, В.Е. Левченко. - [2-е изд.]. – К.: Вища школа, 1974. – 488 с.
4. Металлургия чугуна / [Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н. и др.]. - М.: Металлургия, 1989. – 512 с.
5. Кудрин В.А. Металлургия стали : учеб. для вузов / В.А. Кудрин. - [2-е изд.]. – М.: Металлургия, 1989. – 560 с.
6. Бигеев А.М. Металлургия стали / А.М. Бигеев. – М. : Металлургия, 1977. – 440 с.
7. Технология производства стали в современных конвертерных цехах / [С.В. Колпаков, Р.В. Старов, В.В. Смоктий и др.] ; под. ред. С.В. Колпакова. – М.: Машиностроение, 1991. – 464 с.
8. Соколов Г.А. Внепечное рафинирование стали / Соколов Г.А. – М.: Металлургия, 1977. – 208 с.
9. Гасик М.И. Электрометаллургия ферросплавов: Учебник для вузов / М.И. Гасик, Б.И. Емлин. - Киев; Донецк: Вища школа, 1983. – 376 с.
10. Гасик М. И. Теория и технология производства ферросплавов / М. И. Гасик, Н. П. Лякишев, Б. И. Емлин. – М.: Металлургия, 1992. – 668 с.
11. Рысс М.А. Производство ферросплавов / М.А. Рысс. – М.: Металлургия, 1985. – 344 с.