

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Машини і технологія ливарного виробництва

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИЗПН 07 Теорія металургійних процесів

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 136 Металургія

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Ливарне виробництво чорних такольорових металів і сплавів

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Фізико-технічний, Інженерно-фізичний

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

2020 рік

Робоча програма ЗПН 07 Теорія металургійних процесів

(назва навчальної дисципліни)

<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>

для студентів спеціальності 136 Металургія

освітня програма (спеціалізація) Ливарне виробництво чорних та

кольорових металів і сплавів

(назва спеціалізації)

“ 16 ” серпня 2020 року – 17 с.

Розробники: Кудін В.В., доцент кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва», кандидат технічних наук, доцент (<https://zp.edu.ua/?q=node/1854>)

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

«Машини і технологія ливарного виробництва»

<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>

Протокол від “ 18 ” серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва»

“ _____ ” _____ 2020 року

(підпис)

(Іванов В.Г.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією Інженерно-фізичного факультету
спеціальності 136 Металургія

Протокол від “ 08 ” вересня 2020 року № 1

“ _____ ” _____ 2020 року

Голова

(підпис)

(Климов О.В.)

(прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2020 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	Загальної підготовки нормативна (обов'язкова)	
Модулів – 2	Спеціальність <u>136 Металургія</u> (код і назва) Освітня програма (спеціалізація) <u>Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 180		4-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 6	Освітній ступінь <u>перший (бакалаврський)</u>	Лекції	
		30 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	2 год.
		Лабораторні	
		30 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		106 год.	166 год.
Індивідуальні завдання: 30 год.			
Види контролю: екзамен, курсова робота			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання – 40% до 60%;
- для заочної форми навчання – 8% до 92%.

1. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів знань, навиків та умінь що дозволить їм добре розумітися в будові та властивостях металургійних систем, термодинамічних та кінетичних закономірностях міжфазних взаємодій. Навчити оцінювати ефективність металургійних процесів. Дати навички використання термодинамічних та кінетичних даних для розроблення нових металургійних процесів.

Завдання: вивчення загальних закономірностей термодинаміки та кінетики важливіших фізико-хімічних явищ, які складають основу сучасних процесів виробництва чорних та кольорових металів, з метою підвищення їх ефективності та обґрунтування нових технологічних процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати.

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності.

K03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K04. Здатність працювати в команді.

K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K09. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K12. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

K13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності.

K16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.

K18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії.

K19. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.

K20. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.

K21. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проєктів в металургії.

K22. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.

K23. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).

K24. Здатність визначити та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого ро-

звітку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків.

K26. Здатність працювати з технічною невизначеністю.

K27. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.

K32. Усвідомлення питань інтелектуальної власності та контрактів у металургії.

Додаткові (фахові) компетентності.

K36. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів.

K38. Здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

K39. Здатність використовувати залежності між будовою, структурою і властивостями металів і сплавів, їх термічною обробкою для отримання якісних виливків відповідно до умов їхньої експлуатації.

K42. Здатність змінювати фізико-хімічні, механічні властивості та структуру чавунів, сталей, кольорових металів і сплавів, мати уявлення про взаємодію цих металевих розплавів з футеровкою печей, флюсами і навколишнім середовищем, вміти рафінувати від неметалевих і газових включень та модифікувати.

K43. Здатність аргументувати вибір металургійних та інших печей, ливарного устаткування на основі аналізу експлуатації та поєднати з необхідним технологічним процесом виробництва виливків, володіти інженерними методами розрахунку і проєктування конструкційних вузлів обладнання.

K48. Навички практичного використання знань металургії та ливарного виробництва чорних та кольорових металів і сплавів у лабораторних та промислово-виробничих умовах.

Очікувані програмні результати навчання.

ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.

ПР03. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії.

ПР05. Розуміння важливості нетехнічних обмежень, пов'язаних із суспільством, здоров'ям і безпекою, охороною навколишнього середовища, економікою, промисловістю.

ПР06. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.

ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультиватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.

ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.

ПР17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.

ПР20. Вміння перетворювати нові ідеї в бізнес-проекти та успішно їх презентувати аудиторії.

ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.

ПР22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання.

ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.

Додаткові (фахові) очікувані програмні результати навчання.

ПР26. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, основ металургійних, ливарних процесів і технологій, засобів механізації і автоматизації ливарного виробництва.

ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

ПР33. Розуміння впливу на хімічні, фізико-механічні властивості та макро- і мікроструктуру виливків із чавунів, сталей та кольорових металів і сплавів.

ПР34. Уявлення про взаємодію рідкого металу з футеровкою печі, шлаком, флюсом, навколишнім середовищем і ливарною формою.

ПР35. Вміння застосовувати методи рафінування від неметалевих і газових включень, обирати модифікатори і визначати способи їх введення у рідкий метал.

ПР36. Навички прийняття рішень при виборі металургійних та інших печей, ливарного, допоміжного устаткування для організації виробництва, та їх поєднанні з необхідним технологічним процесом виробництва виливків.

ПР45. Готовність до подальшого використання знань з базових компонентів, знань металургії та ливарного виробництва у виробничих умовах з високим рівнем автономності.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль № 1. Розвиток металургії. Газові атмосфери. Основи теорії горіння.

Тема 1. Історія розвитку металургії.

Металургія як наука та її місце в господарстві України. Перелік металургійних процесів. Класифікація металів. Головні етапи одержання металів у чорній

металургії. Огляд історії розвитку металургійного виробництва. Внесок українських вчених у розвиток теорії металургійних процесів.

Тема 2. Високотемпературні газові атмосфери.

Загальна характеристика високотемпературної газової атмосфери. Термодинаміка взаємодії газоподібних реагентів з киснем. Зв'язок складу та властивостей газової фази. Хімічний та кисневий потенціал. Принцип зміщення рівноваги. Вплив інертних газів на зміщення рівноваги. Дисоціація газів на атоми і радикали. Температурна залежність складу газової фази, утвореної із CO_2 та H_2O до 4000°C .

Тема 3. Основи теорії горіння.

Склад і властивості низькотемпературної плазми. Принцип дії плазмотронів. Теорія горіння вуглецю. Діаграма стану вуглецю при високих температурах. Термодинаміка реакцій в системі вуглець – кисень. Вплив температури на величину енергії Гіббса реакцій взаємодії вуглецю з киснем. Газифікація твердого вуглецю. Діаграма рівноваги реакції газифікації вуглецю. Кінетичний, дифузійний і дифузійно-кінетичний режими реакції взаємодії з вуглекислим газом. Взаємодія водяної пари з вуглецем.

Змістовний модуль № 2. Дисоціація хімічних сполук. Відновні процеси. Металеві та шлакові розплави.

Тема 1. Дисоціація хімічних сполук.

Види дисоціації хімічних сполук. Термічна дисоціація карбонатів. Пружність дисоціації карбонатів. Принцип Ле-Шательє і рухома рівновага реакції термічної дисоціації. Вплив температури на пружність дисоціації та термограми дисоціації різних карбонатів. Термічна дисоціація оксидів. Пружність дисоціації оксидів і правило фаз Гіббса. Вплив фазових переходів на термодинамічні властивості оксидів. Кисневий потенціал оксидів. Температурні функції енергії Гіббса для реакції утворення оксидів. Дисоціація оксидів в розчинах. Кінетика термічної дисоціації карбонатів. Фактори, що впливають на швидкість процесу розкладу карбонатів. Топохімічні реакції дисоціації з розвинутим і не розвинутим автокаталізом.

Тема 2. Відновні процеси.

Основи відновних процесів. Види відновників. Вуглецевотермія та металотермія. Пічна і позапічна металотермія. Вакуумна металотермія. Термічність шихти і правило Жемчужного. Алюмотермія та силікотермія. Розрахунки у металотермії. Реакція непрямого відновлення оксидів металу за допомогою оксиду вуглецю. Реакція прямого відновлення. Температурні залежності енергії Гіббса для реакцій утворення оксидів. Можливості вуглецю, як універсального відновника. Вплив вакуумування на процес відновлення металевих оксидів.

Тема 3. Металеві та шлакові розплави.

Властивості рідкого заліза. Вплив легуючих елементів на температуру плавлення та фізичні властивості залізних сплавів. Коефіцієнти активності легуючих елементів та їх параметри взаємодії. Поверхневий натяг рідкого заліза. Вплив легуючих елементів на поверхневий натяг заліза.

Шлакові розплави. Склад шлаків. Молекулярна та іонна теорія будови шлаків. Теорія досконалих та регулярних іонних розчинів. Хімічні властивості шлаків. Основність. Окислювальна здатність. Кінетика передачі кисню з газової фази

через шлак у метал. Фізичні властивості шлаків. Теплопровідність, теплоємність, густина, динамічна і кінематична в'язкість шлаку. Гомогенний та гетерогенний шлак. Молекулярна дифузія в шлаках. Електропровідність шлаку. Поверхневий натяг шлаків. Поверхневі характеристики оксидів. Міжфазовий натяг. Вплив компонентів на величину міжфазового натягу. Адгезія і когезія.

Змістовний модуль № 3. Основи теорії окислювальної плавки.

Тема 1. Основи теорії окислювальної плавки.

Термодинаміка окислення домішок. Технологія плавки в електродугових печах. Швидкість окислення в різних сталеплавильних агрегатах. Процес окислення-відновлення марганцю. Швидкість та фактори, що сприяють окисленню та відновленню марганцю. Марганець – пірометр плавки сталі. Розподіл марганцю між металом та шлаком. Процес окислення-відновлення кремнію. Швидкість та фактори, що сприяють окисленню кремнію. Пасивний та активний кремнієвідновний процес. Фактори, що сприяють відновленню кремнію. Розподіл кремнію між металом та шлаком. Зміна енергії Гіббса для реакцій утворення оксидів.

Тема 2. Процес зневуглецювання та дефосфорація.

Розчин вуглецю в рідкому залізі. Залежність активності вуглецю від його концентрації у рідкому залізі. Процес зневуглецювання сталі. Тепловий ефект реакції зневуглецювання. Залежність коефіцієнтів активності вуглецю, кисню та їх добутку від вмісту вуглецю у розплаві залізо-вуглець. Вплив вмісту вуглецю на концентрацію кисню в металі. Схема зневуглецювання. Використання вакууму та інертних газів для збільшення швидкості зневуглецювання.

Розчин фосфору у залізі. Явище холодноламкості. Система залізо-фосфор-кисень. Утворення фосфідів, фосфатів та пірофосфатів. Процес окислення-відновлення фосфору. Стадії окислення фосфору. Фактори, що сприяють дефосфорації металу. Коефіцієнт розподілу фосфору. Швидкість дефосфорації. Явище рефосфорації.

Змістовний модуль № 4. Розкислення металів та сплавів.

Тема 1. Термодинаміка розкислення сталі.

Розчин кисню у рідкому залізі та його сплавах. Вплив кисню на властивості розплавленого заліза. Явище червоноламкості. Термодинаміка розкислення сталі. Розкислювальна здатність елементів. Вплив розкислювачів на розчинність кисню в залізі. Зміна коефіцієнта активності кисню у залізі під впливом елементарного розкислювача.

Будова зливків киплячої, напівспокійної та спокійної сталі. Залежність швидкості зародження центрів кристалізації і швидкості росту кристалів від переохолодження. Дендритна форма кристалізації стовпчастих і рівновісних кристалів. Схема утворення бульбашок у зливках киплячої сталі. Хімічна неоднорідність сталевих зливків. Зональна та дендритна ліквіація.

Тема 2. Методи розкислення сталі.

Дифузійний метод розкислення сталі. Коефіцієнт розподілу кисню між рідкими металом та шлаком. Утворення білого та карбідного шлаків. Переваги та недоліки дифузійного розкислення. Осаджувальний метод розкислення сталі. Шви-

дкість спливання домішок. Закон Стокса. Первинні, вторинні, третинні та четвертинні неметалеві включення. Коалесценція та коагуляція включень. Робота адгезії. Чотири стадії осаджувального розкислення. Розкислення металу рідкими синтетичними шлаками у ковші. Засоби їх виготовлення. Використання само плавких шлакоутворюючих сумішей. Вторинне окислення сталі. Утворення ендогенних та екзогенних неметалевих включень. Методи боротьби з вторинним окисленням.

Тема 3. Розкислення сталі різними елементами.

Розкислення сталі марганцем. Діаграма стану системи закис залізо – оксид марганцю. Схема впливу марганцю на структуру зливка киплячої сталі. Розкислення сталі вуглецем. Розкислювальна здатність вуглецю при різних тисках газового середовища. Вакуумне розкислення. Розкислення сталі кремнієм. Вплив температури на константу рівноваги реакції розкислення сталі кремнієм. Комплексне розкислення сталі марганцем та кремнієм. Вплив відношення концентрацій марганцю до кремнію на склад і фазовий стан неметалевих включень в сталі. Розкислення сталі алюмінієм. Ізотерма вмісту кисню в залізі від концентрації алюмінію. Діаграма стану оксид марганцю – кремнезем – корунд. Розкислення сталі хромом, ванадієм, титаном, цирконієм, бором, кальцієм, магнієм та рідкоземельними металами. Теорія комплексного розкислення-модифікування сталі.

Змістовний модуль № 5. Взаємодія газів з металом.

Тема 1. Взаємодія газів з металом.

Явище сорбції. Адсорбція, абсорбція та десорбція. Закон Сивертса. Джерела надходження водню та азоту в метал. Поведінка водню та азоту по ходу плавки. Вплив водню та азоту на показники якості сталі.

Тема 2. Розчинність газів у металі.

Розчинність водню та азоту у різних металах. Вплив температури, тиску і легуючих елементів на розчинність водню та азоту. Механізми видалення газів із розплавлених металів. Механізм дегазації сталі в мартенівській та конверторній плавці. Вплив вакуумування на дегазацію сталі. Умови утворення нітридів. Зміна вільної енергії Гіббса реакцій утворення нітридів.

Змістовний модуль № 6. Десульфуріяція металів та сплавів.

Тема 1. Розчинність сірки в залізі.

Розчин сірки у рідкому залізі. Діаграма стану залізо – сірка. Порівняння зміни стандартних енергій Гіббса для реакцій утворення оксидів і сульфідів. Потенціал сірки. Поверхневий натяг сплавів залізо-вуглець-сірка. Вплив концентрації легуючих елементів на коефіцієнт активності сірки у рідкому залізі. Вплив сірки на властивості сплавів. Явище червоноламкості. Зональна та дендритна сегрегація зливків. Залежність зміни вільної енергії Гіббса реакцій утворення сульфідів від температури.

Тема 2. Термодинаміка процесу десульфурії.

Термодинаміка процесу десульфурії. Десульфуріяція під час окислювальної плавки. Фактори, що впливають на десульфуріацію. Коефіцієнт розподілу сірки. Дифузія сірки в шлаці. Поведінка сірки під час окислювальної плавки. Насичення

металу сіркою. Десульфурація металу рідким синтетичним шлаком. Умови ефективної десульфурації. Швидкість десульфурації. Десульфурація чавуну та сталі кальцієм, магнієм та іншими матеріалами. Використання порошкоподібного кальцію для десульфурації сталі та порошкоподібного магнію для десульфурації чавуну. Десульфурація за допомогою марганцю, соди та рідкоземельних металів. Стадії десульфурації та поведінка сірки по ходу плавки.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						Заочна форма				
	усього	у тому числі					усього	у тому числі			
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд
Модуль 1											
Змістовий модуль 1. Розвиток металургії. Газові атмосфери.											
Основи теорії горіння											
Тема 1. Історія розвитку металургії.	4	2				2	6,4	0,4			6
Тема 2. Високотемпературні газові атмосфери.	6	2				4	8,4	0,4			8
Тема 3. Основи теорії горіння.	14	2		4		8	13,2	0,4		0,8	12
Разом за змістовим модулем 1	24	6		4		14	28	1,2		0,8	26
Змістовний модуль № 2. Дисоціація хімічних сполук. Відновні процеси. Металеві та шлакові розплави											
Тема 1. Дисоціація хімічних сполук.	22	2		8		12	18	0,4		1,6	16
Тема 2. Відновні процеси.	22	2	4	4		12	17,8	0,4	0,6	0,8	16
Тема 3. Металеві та шлакові розплави.	26	2	6	4		14	20	0,4	0,8	0,8	18
Разом за змістовим модулем 2	70	6	10	16		38	55,8	1,2	1,4	3,2	50
Змістовний модуль № 3. Основи теорії окислювальної плавки											
Тема 1. Основи теорії окислювальної плавки.	14	2	4			8	13	0,4	0,6		12
Тема 2. Процес зневуглецювання та дефосфорація.	6	2				4	8,4	0,4			8
Разом за змістовим модулем 3	20	4	4			12	21,4	0,8	0,6		20
Рубіжний контроль 1	2					2	2				2
Разом за модуль 1	116	16	14	20		66	107,2	3,2	2	4,0	98

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
Модуль 2												
Змістовний модуль № 4. Розкислення металів та сплавів												
Тема 1. Термодинаміка розкислення сталі.	22	2		8		12	18	0,4		1,6		16
Тема 2. Методи розкислення сталі.	6	2				4	8,4	0,4				8
Тема 3. Розкислення сталі різними елементами.	6	2				4	8,4	0,4				8
Разом за змістовим модулем 4	34	6		8		20	34,8	1,2		1,6		32
Змістовний модуль № 5. Взаємодія газів з металом												
Тема 1. Взаємодія газів з металом.	5	2				3	7,4	0,4				7
Тема 2. Розчинність газів у металі.	9	2		2		5	9,8	0,4		0,4		9
Разом за змістовим модулем 5	14	4		2		8	17,2	0,8		0,4		16
Змістовний модуль № 6. Десульфурація металів та сплавів												
Тема 1. Розчинність сірки в залізі.	5	2				3	7,4	0,4				7
Тема 2. Термодинаміка процесу десульфурації.	5	2				3	7,4	0,4				7
Разом за змістовим модулем 6	10	4				6	14,8	0,8				14
Рубіжний контроль 2	2					2	2					2
Разом за модуль 2	60	14		10		36	68,8	2,8		2		64
Письмовий екзамен	4					4	4					4
Усього годин	180	30	14	30		106	180	6	2	6		166

Примітка: лк – лекції; пр – практичні (семінарські) заняття; лаб – лабораторні заняття; інд – індивідуальна робота; с.р. – самостійна робота.

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Дисоціація карбонатів	4	0,8
2	Вивчення кінетичних закономірностей процесу дисоціації карбонатів	4	0,8
3	Реакція газифікації вуглецю	4	0,8
4	Металотермічне відновлення	4	0,8
5	Визначення поверхневого натягу металів за методом лежачої краплі	4	0,8
6	Поглинання водню розплавами заліза	2	0,4
7	Вивчення процесу кристалізації зливків на прозорій моделі	4	0,8
8	Моделювання розливки сталі у виливниці	4	0,8
	Усього	30	6

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Металотермічне відновлення	4	0,6
2	Розрахунок активності компонентів шлакового розплаву на підставі молекулярної теорії рідких шлаків	6	0,8
3	Розподіл хрому між металом та шлаком	4	0,6
	Усього	14	2

6. Самостійна робота

Лекції, лабораторні роботи та практичні заняття з дисципліни “Теорія металургійних процесів” є тільки каркасом повного масиву теоретичних знань. Подробиці теоретичних знань поповнюються здобувачами вищої освіти шляхом самостійної роботи, яка є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у

вільний від обов'язкових занять час та передбачає вивчення теоретичного курсу, з конспекту лекцій та рекомендованої літератури, підготовку до лабораторних та практичних занять, рубіжних контролів та письмового екзамену (тесту). Графік самостійної роботи, її види, кількість годин на виконання, терміни та контрольні заходи наведені далі.

Вид самостійної роботи	Години	Термін	Контрольні заходи
Опанування теоретичного курсу	54/114	щотижнево/ протягом семестру	усне або письмове опитування (тест)
Підготовка до лабораторних занять	30/30	кожний тиждень/ установча сесія	усне або письмове опитування (тест)
Підготовка до практичних занять	14/14	через тиждень/ установча сесія	усне або письмове опитування (тест)
Підготовка до рубіжного контролю	4/4	2 рази в семестр	рубіжний контроль, письмовий (тест)
Підготовка до письмового екзамену	4/4	1 раз в семестр	екзамен письмовий (тест)
Всього	106/166		

Для успішного опанування дисципліни передбачаються щотижневі години консультативної допомоги (в тому числі і онлайн за допомогою інструментів зв'язку Viber, Telegram, WhatsApp, а також відео-конференцій Zoom, Meet, Discord, або системи дистанційного навчання <https://moodle.zp.edu.ua>).

7. Індивідуальні завдання

Навчальним планом підготовки бакалаврів за спеціальністю 136 Металургія в якості індивідуального завдання в 4 семестрі передбачено виконання студентами денної та заочної форми навчання курсової роботи з дисципліни “Теорія металургійних процесів” в обсязі 1,0 кредиту ЄКТС (30 годин). Курсову роботу студенти виконують разом з вивчення теоретичного курсу.

Темою курсової роботи є розрахунок коефіцієнтів активності елемента в складному розплаві. В індивідуальних випадках, за самостійним бажанням студента, курсова робота може мати характер експериментальної науково-дослідницької роботи. Темою роботи в цьому випадку може бути розробка нових металургійних процесів, їх розрахунок та обґрунтування. При цьому варто керуватися проблемами, які існують на металургійних підприємствах.

Курсова робота – комплексна самостійна робота студента, яка складається з теоретичної частини, присвяченій поведінці елемента (залежно від завдання) в умовах окислювального періоду сталеплавильного процесу, коли у рідкому залізі знаходиться 1% одного з п'ятьох легуючих елементів (залежно від завдання). Далі іде рішення задачі з метою визначення активності елемента у потрібних системах (залежно від завдання). Завдання складається на спеціальному бланку і включає назву теми, обсяг, зміст і терміни виконання роботи. Структура курсової роботи наведена в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Структура курсової роботи

Модулі (блоки змістовних модулів)	Назви змістовних модулів (етапи виконання)	Розподіл навчального часу за елементами модуля (види занять), годин		Термін виконання, тиждень	Обсяг навантаження студента	
		Консультація під керівництвом викладача	Самостійна робота студента		годин	кредити
1. Вихідні дані для роботи.	Отримання завдання на спеціальному бланку, що включає назву теми, обсяг, зміст і термін виконання.	0,25	1	1	1,25	0,04
2. Розрахунково-пояснювальна частина роботи.	Виконання теоретичної частини роботи.	1,5	20	11	21,5	0,72
	Виконання розрахункової частини роботи.	0,5	3	12	3,5	0,12
3. Оформлення пояснювальної записки.	Оформлення пояснювальної записки.	0,5	2	13	2,5	0,08
4. захист курсової роботи.		0,25	1	14	1,25	0,04
Загальна кількість		3,0	27	–	30	1,0

Курсова робота включає в себе графічну частину (1 аркуш формату А4) та розрахунково-пояснювальну записку (обсягом 25-35 аркушів формату А4).

Тему курсової роботи студенти можуть обирати самостійно з наведеного в табл. 7.2 переліку тем курсових робіт, або визначати самостійно, керуючись проблематикою металургійних підприємств, погодивши завдання з керівником.

Теми курсових робіт затверджені на засіданні кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва». Протокол № 1 від 18 серпня 2020 р.

<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=2090#section-5>

Курсова робота обов'язково проходить перевірку на наявність плагіату і прилюдно захищається на відкритому засіданні комісії кафедри. До складу комісії входять два-три викладача, у тому числі керівник роботи. Члени комісії мають право задавати питання по змісту курсової роботи: пояснювальної записки та лекційного матеріалу, який має відношення до роботи.

Курсова робота оцінюється на відкритому засіданні комісії. При оцінці курсової роботи приймається до уваги: планованість роботи студента по виконанню окремих етапів курсової роботи у встановлені терміни; глибина технологічних і конструкторських розробок; обсяг самостійної роботи студента; використання досягнень науки і виробничого досвіду; відповідність графічної частини вимогам ЄСКД; повноту і достовірність розрахунків; застосування комп'ютерної техніки і спеціальних методів розрахунку; зміст і чіткість доповіді на захисті роботи; повноту відповідей на питання членів комісії. Оголошення результатів захисту курсової роботи проводиться на відкритому засіданні комісії.

Таблиця 7.2 – Теми курсових робіт

Варіант	Розчинений елемент, %	Легуючі елементи	Варіант	Розчинений елемент, %	Легуючі елементи
1	0,005 кисню	Al, B, C, Co, Cr	16	0,008 кисню	Ni, P, S, V, Ti
2	0,012 сірки	V, P, Si, Zr, Ti	17	0,017 сірки	Cu, Mn, Mo, W, Nb
3	0,15 вуглецю	Nb, Sn, P, S, Si	18	0,35 вуглецю	Nb, Sn, P, S, Si
4	0,008 кисню	Cu, Mn, Mo, W, Nb	19	0,012 кисню	Cu, Mn, Mo, W, Nb
5	0,017 сірки	Al, B, C, Co, Cr	20	0,022 сірки	V, P, Si, Zr, Ti
6	0,25 вуглецю	Nb, Sn, P, S, Si	21	0,15 вуглецю	Al, Nb, B, Co, Si
7	0,012 кисню	Ni, P, S, V, Ti	22	0,017 кисню	Cu, Mn, Mo, W, Nb
8	0,022 сірки	Cu, Mn, Mo, W, Nb	23	0,027 сірки	Al, B, C, Co, Cr
9	0,35 вуглецю	Al, B, Co, Mo, W	24	0,25 вуглецю	W, Si, Mo, B, Co
10	0,017 кисню	Ni, P, S, V, Ti	25	0,005 кисню	Ni, P, S, V, Ti
11	0,027 сірки	V, P, Si, Zr, Ti	26	0,012 сірки	Cu, Mn, Mo, W, Nb
12	0,15 вуглецю	Al, B, Co, Mo, W	27	0,35 вуглецю	B, Al, Co, Si, P
13	0,005 кисню	Cu, Mn, Mo, W, Nb	28	0,008 кисню	Al, B, C, Co, Cr
14	0,012 сірки	Al, B, C, Co, Cr	29	0,017 сірки	V, P, Si, Zr, Ti
15	0,25 вуглецю	Nb, Sn, P, S, Si	30	0,012 кисню	Al, B, C, Co, Cr

8. Методи навчання

Робочою програмою передбачені такі форми організації навчального процесу як лекції, лабораторні та практичні заняття, самостійна робота студентів, індивідуальні завдання, консультації та контрольні заходи. В процесі вивчення дисципліни використовується розвинена система навчання:

1. По основним розділам дисципліни читаються лекції, які мають спрямованість на розгляд певної теми та активне її обговорення.

2. Грунтовне засвоєння базових розділів здійснюється на лабораторних роботах та практичних заняттях при виконанні практичної частини, а також на захисті лабораторних і практичних робіт в цілому.

3. Двічі на семестр проводяться рубіжні контролю, які безумовно сприяють засвоєнню матеріалу дисципліни.

4. Протягом семестру студенти виконують курсову роботу, мета якої закріпити одержані набуті знання.

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

– розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;

– пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;

– бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;

– ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);

– практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;

- аналітичний метод – уявного (практичного) розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

9. Очікувані результати навчання з дисципліни

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати: загальну будову і властивості металургійних систем, закономірності термодинаміки та кінетики важливих фізико-хімічних явищ, які складають основу сучасних процесів виробництва чорних та кольорових металів, основи процесів горіння палива, окислювальної плавки та відновних процесів, будову металевих, шлакових розплавів та поверхневі явища в металургійних процесах, методи розкислення і десульфурації металів і сплавів, теорію кристалізації зливків;

вміти: аналізувати будову та властивості металургійних систем, термодинамічні та кінетичні закономірності міжфазних взаємодій, оцінювати ефективність металургійних процесів, застосовувати загальні закономірності термодинаміки та кінетики сучасних процесів металургійного виробництва з метою підвищення їх ефективності та обґрунтування нових технологічних процесів.

Очікувані програмні результати навчання.

ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.

ПР03. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії.

ПР05. Розуміння важливості нетехнічних обмежень, пов'язаних із суспільством, здоров'ям і безпекою, охороною навколишнього середовища, економікою, промисловістю.

ПР06. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.

ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультиватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.

ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.

ПР17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.

ПР20. Вміння перетворювати нові ідеї в бізнес-проекти та успішно їх презентувати аудиторії.

ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.

ПР22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання.

ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.

Додаткові (фахові) очікувані програмні результати навчання.

ПР26. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, основ металургійних, ливарних процесів і технологій, засобів механізації і автоматизації ливарного виробництва.

ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

ПР33. Розуміння впливу на хімічні, фізико-механічні властивості та макро- і мікроструктуру виливків із чавунів, сталей та кольорових металів і сплавів.

ПР34. Уявлення про взаємодію рідкого металу з футеровкою печі, шлаком, флюсом, навколишнім середовищем і ливарною формою.

ПР35. Вміння застосовувати методи рафінування від неметалевих і газових включень, обирати модифікатори і визначати способи їх введення у рідкий метал.

ПР36. Навички прийняття рішень при виборі металургійних та інших печей, ливарного, допоміжного устаткування для організації виробництва, та їх поєднанні з необхідним технологічним процесом виробництва виливків.

ПР45. Готовність до подальшого використання знань з базових компонентів, знань металургії та ливарного виробництва у виробничих умовах з високим рівнем автономності.

10. Засоби оцінювання

Продовж семестру студенти відвідують лекції. Відвідання, ведення конспекту фіксуються у журналі обліку контролю навчально-виховного процесу.

Протягом семестру студенти так само відвідують лабораторні та практичні заняття, готують відповіді на питання з певних тем, що визначені у планах занять і є обов'язковими для вивчення. Відвідання, результати відповіді на питання також фіксуються у журналі обліку контролю навчально-виховного процесу.

Для контролю засвоєння даної дисципліни навчальним планом передбачені два рубіжних контролю, на кожному з яких студентам пропонується відповісти на питання за матеріалами навчальної дисципліни.

Протягом семестру студенти виконують курсову роботу, яка в кінцевому підсумку прилюдно захищається і оцінюється на відкритому засіданні комісії.

Навчальним планом для студентів денної та заочної форми навчання передбачений письмовий екзамен з навчальної дисципліни, у якому пропонується дати відповідь на питання з даної дисципліни.

11. Критерії оцінювання

Критерії оцінювання екзамену

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий тест (екзамен)	Сума	
Модуль 1									
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		40	100
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2		
7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5		

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Модуль 2								
Змістовий модуль 4			Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6		40	100
T1	T2	T3	T1	T2	T1	T2		
8	8	8	9	9	9	9		

T1, T2, T3 – теми змістових модулів та бали за кожен тему.

Критерії оцінювання курсової роботи

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист роботи	Сума
50	10	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D		
60-69	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Теорія металургійних процесів” та виконання контрольних завдань, самостійної роботи і курсової роботи для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Кудін, С.А. Воденніков, С.О. Шустов. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 54 с. (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>)

2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Теорія металургійних процесів” для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Кудін, С.А. Воденніков, С.О. Шустов. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 70 с. (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>)

3. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Теорія металургійних процесів” для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Кудін, С.О. Шустов. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 26 с. (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>)

13. Рекомендована література

Базова

1. Теория металлургических процессов / Под ред. Д.И. Рыжонкова: Учебник М.: Металлургия, 1989. 392 с.

2. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. Киев, Донецк: Вища школа, 1978. 287 с.

3. Меджибожський М.Я., Харлашин П.С. Основи термодинаміки і кінетики сталеплавильних процесів: Підручник. К.: Вища школа, 1993. 327 с.

4. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. М.: Машиностроение, 1970. 496 с.

5. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов: Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1988. 288 с.

6. Филиппов С.И. Теория металлургических процессов: Учебник. М.: Металлургия, 1967. 279 с.

7. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов: Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1986. 463 с.

8. Конспект лекцій по дисципліні “Фізическа хімія металургіческих систем и процессов” / Составитель Р.С. Беляков. Запорожье: ЗГТУ, 1996. 320 с.

Допоміжна

9. Экспериментальные работы по теории металлургических процессов: Учебное пособие для вузов/ Под ред. П.П. Арсентьева. М.: Металлургия, 1989. 288 с.

10. Лукашенко Э.Е., Погодаев А.М., Сладкова И.А. Сборник примеров и задач по теории процессов цветной металлургии: Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1971. 174 с.

11. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред.

К.П. Мищенко и А.А. Равделя. Л.: Химия, 1972. 200 с.

12. Свойства элементов: Справочник / Под ред. М.Е. Дрица. М.: Металлургия, 1985. 672 с.

13. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф. Чернега, В.С. Богушевський, Ю.Я. Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. К.: Вища школа, 2006. 503 с.

14 ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. – Чинний від 2017.07.01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 26 с.

15 Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти для студентів спеціальності 136 – Металургія (освітня програма – Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів) / Укл.: В.Г. Іванов, В.М. Сажнев. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 36 с.

14 Інформаційні ресурси

<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>

<http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/364>

<http://library.zp.edu.ua/>

<https://lityo.com.ua/>

<https://scholar.google.com/>

<https://www.scopus.com/>

<https://www.clarivate.ru/>

<https://moodle.zp.edu.ua/>

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Машини і технологія ливарного виробництва
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗПН 07 Теорія металургійних процесів

(код і назва навчальної дисципліни)

Освітня програма Ливарне виробництво чорних та
кольорових металів і сплавів
(назва освітньої програми)

Спеціальність 136 Металургія
(код і найменування спеціальності)

Галузь знань 13 Механічна інженерія
(код і найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
«Машини і технологія ливарного виробництва»
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від "18" серпня 2020 р.

м. Запоріжжя, 2020 р.

1. Загальна інформація		
Назва дисципліни	ЗПН 07 Теорія металургійних процесів, Загальна підготовка, нормативна, (обов'язкова) https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень	
Викладач	Кудін Вадим Валерійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва»	
Контактна інформація викладача	https://zp.edu.ua/?q=node/1854	
	Телефони кафедри: +38 (061) 769-82-93 +38 (061) 769-85-94	Мобільний телефон: +38 (095) 688-40-94 +38 (067) 750-62-77
	vadim.kudin1973@gmail.com , kudin@zntu.edu.ua	
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно з розкладом занять (лекційні аудиторії, лабораторії кафедри М і ТЛВ, аудиторії 217, 214 а)	
Обсяг дисципліни: денне/заочне	180 годин, 6 кредитів ЄКТС (лекції – 30/6 год., лабораторні заняття – 30/6 год., практичні заняття – 14/2 год., самостійна робота – 106/166 год., курсова робота – 30/30 год.). Види контролю – екзамен, курсова робота	
Консультації	Згідно з графіком консультацій (а також онлайн за допомогою систем Moodle, Zoom, Viber, Telegram, інших)	
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни		
<p>Дисципліна “Теорія металургійних процесів” є нормативною (обов'язковою) з циклу загальної підготовки. Для вивчення даної дисципліни необхідні знання, отримані з наступних дисциплін (пререквізитів) “Хімія та основи екології”, “Фізична хімія”; а також знання загальних і професійних дисциплін “Вступ до спеціальності”, “Ливарний практикум”, “Основи ливарної гідравліки”, “Теоретичні основи ливарного виробництва”.</p> <p>Для засвоєння дисципліни необхідні попередні загальні компетентності:</p> <p>К06. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>К07. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>К08. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.</p> <p>К11. Навички здійснення безпечної діяльності, прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p>Попередні спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</p> <p>К17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.</p> <p>К31. Усвідомлення вимог до діяльності в сфері спеціалізації, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.</p> <p>К34. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією.</p> <p>Матеріали, що вивчаються у дисципліні “Теорія металургійних процесів”, використовуються студентами при вивченні професійних дисциплін (постреквізитів) “Металургія ливарних сплавів та технологія”, “Основи теорії плавки та виробництва чавунних виливків”, “Основи теорії плавки та виробництва сталевих ви-</p>		

ливків”, “Теорія лиття та плавка дорогоцінних, кольорових металів і сплавів” а також при виконанні кваліфікаційного проєкту (роботи) бакалавра.

3. Характеристика навчальної дисципліни

При вивченні навчальної дисципліни студент набуває таких компетентностей.

Інтегральна компетентність.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми металургії у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних положень та методів інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності.

K03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K04. Здатність працювати в команді.

K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K09. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K12. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

K13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності.

K16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.

K18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії.

K19. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.

K20. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.

K21. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проєктів в металургії.

K22. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.

K23. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).

K24. Здатність визначити та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків.

K26. Здатність працювати з технічною невизначеністю.

K27. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.

K32. Усвідомлення питань інтелектуальної власності та контрактів у металургії.

Додаткові (фахові) компетентності.

K36. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних про-

цесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів.

К38. Здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

К39. Здатність використовувати залежності між будовою, структурою і властивостями металів і сплавів, їх термічною обробкою для отримання якісних виливків відповідно до умов їхньої експлуатації.

К42. Здатність змінювати фізико-хімічні, механічні властивості та структуру чавунів, сталей, кольорових металів і сплавів, мати уявлення про взаємодію цих металевих розплавів з футеровкою печей, флюсами і навколишнім середовищем, вміти рафінувати від неметалевих і газових включень та модифікувати.

К43. Здатність аргументувати вибір металургійних та інших печей, ливарного устаткування на основі аналізу експлуатації та поєднати з необхідним технологічним процесом виробництва виливків, володіти інженерними методами розрахунку і проєктування конструкційних вузлів обладнання.

К48. Навички практичного використання знань металургії та ливарного виробництва чорних та кольорових металів і сплавів у лабораторних та промислово-виробничих умовах.

Програмні результати вивчання дисципліни.

ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПР02. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.

ПР03. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії.

ПР05. Розуміння важливості нетехнічних обмежень, пов'язаних із суспільством, здоров'ям і безпекою, охороною навколишнього середовища, економікою, промисловістю.

ПР06. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.

ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультиватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.

ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.

ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.

ПР17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.

ПР20. Вміння перетворювати нові ідеї в бізнес-проекти та успішно їх презентувати аудиторії.

ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні

принципи зниження виробничих витрат у металургії.

ПР22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання.

ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.

Додаткові (фахові) програмні результати навчання.

ПР26. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, основ металургійних, ливарних процесів і технологій, засобів механізації і автоматизації ливарного виробництва.

ПР27. Розуміння ливарних основ виробництва якісних виливків із чорних та кольорових металів і сплавів.

ПР29. Вміння управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, корегувати технологію виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.

ПР33. Розуміння впливу на хімічні, фізико-механічні властивості та макро- і мікроструктуру виливків із чавунів, сталей та кольорових металів і сплавів.

ПР34. Уявлення про взаємодію рідкого металу з футеровкою печі, шлаком, флюсом, навколишнім середовищем і ливарною формою.

ПР35. Вміння застосовувати методи рафінування від неметалевих і газових включень, обирати модифікатори і визначати способи їх введення у рідкий метал.

ПР36. Навички прийняття рішень при виборі металургійних та інших печей, ливарного, допоміжного устаткування для організації виробництва, та їх поєднанні з необхідним технологічним процесом виробництва виливків.

ПР45. Готовність до подальшого використання знань з базових компонентів, знань металургії та ливарного виробництва у виробничих умовах з високим рівнем автономності.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Формування у студентів знань, навиків та умінь що дозволить їм добре розумітися в будові та властивостях металургійних систем, термодинамічних та кінетичних закономірностях міжфазних взаємодій. Навчити оцінювати ефективність металургійних процесів. Дати навички використання термодинамічних та кінетичних даних для розроблення нових металургійних процесів.

5. Завдання вивчення дисципліни

Вивчення загальних закономірностей термодинаміки та кінетики важливіших фізико-хімічних явищ, які складають основу сучасних процесів виробництва чорних та кольорових металів, з метою підвищення їх ефективності та обґрунтування нових технологічних процесів.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль № 1. Розвиток металургії. Газові атмосфери. Основи теорії горіння.

Тема 1. Історія розвитку металургії.

Металургія як наука та її місце в господарстві України. Перелік металургійних процесів. Класифікація металів. Головні етапи одержання металів у чорній мета-

пургії. Огляд історії розвитку металургійного виробництва. Внесок українських вчених у розвиток теорії металургійних процесів.

Тема 2. Високотемпературні газові атмосфери.

Загальна характеристика високотемпературної газової атмосфери. Термодинаміка взаємодії газоподібних реагентів з киснем. Зв'язок складу та властивостей газової фази. Хімічний та кисневий потенціал. Принцип зміщення рівноваги. Вплив інертних газів на зміщення рівноваги. Дисоціація газів на атоми і радикали. Температурна залежність складу газової фази, утвореної із CO_2 та H_2O до 4000°C .

Тема 3. Основи теорії горіння.

Склад і властивості низькотемпературної плазми. Принцип дії плазмотронів. Теорія горіння вуглецю. Діаграма стану вуглецю при високих температурах. Термодинаміка реакцій в системі вуглець – кисень. Вплив температури на величину енергії Гіббса реакцій взаємодії вуглецю з киснем. Газифікація твердого вуглецю. Діаграма рівноваги реакції газифікації вуглецю. Кінетичний, дифузійний і дифузійно-кінетичний режими реакції взаємодії з вуглекислим газом. Взаємодія водяної пари з вуглецем.

Змістовний модуль № 2. Дисоціація хімічних сполук. Відновні процеси. Металеві та шлакові розплави.

Тема 1. Дисоціація хімічних сполук.

Види дисоціації хімічних сполук. Термічна дисоціація карбонатів. Пружність дисоціації карбонатів. Принцип Ле-Шательє і рухома рівновага реакції термічної дисоціації. Вплив температури на пружність дисоціації та термограми дисоціації різних карбонатів. Термічна дисоціація оксидів. Пружність дисоціації оксидів і правило фаз Гіббса. Вплив фазових переходів на термодинамічні властивості оксидів. Кисневий потенціал оксидів. Температурні функції енергії Гіббса для реакції утворення оксидів. Дисоціація оксидів в розчинах. Кінетика термічної дисоціації карбонатів. Фактори, що впливають на швидкість процесу розкладу карбонатів. Топохімічні реакції дисоціації з розвинутим і не розвинутим автокаталізом.

Тема 2. Відновні процеси.

Основи відновних процесів. Види відновників. Вуглецевотермія та металотермія. Пічна і позапічна металотермія. Вакуумна металотермія. Термічність шихти і правило Жемчужного. Алюмотермія та силікотермія. Розрахунки у металотермії. Реакція непрямого відновлення оксидів металу за допомогою оксиду вуглецю. Реакція прямого відновлення. Температурні залежності енергії Гіббса для реакцій утворення оксидів. Можливості вуглецю, як універсального відновника. Вплив вакуумування на процес відновлення металевих оксидів.

Тема 3. Металеві та шлакові розплави.

Властивості рідкого заліза. Вплив легуючих елементів на температуру плавлення та фізичні властивості залізних сплавів. Коефіцієнти активності легуючих елементів та їх параметри взаємодії. Поверхневий натяг рідкого заліза. Вплив легуючих елементів на поверхневий натяг заліза.

Шлакові розплави. Склад шлаків. Молекулярна та іонна теорія будови шлаків. Теорія досконалих та регулярних іонних розчинів. Хімічні властивості шлаків.

Основність. Окислювальна здатність. Кінетика передачі кисню з газової фази через шлак у метал. Фізичні властивості шлаків. Теплопровідність, теплоємність, густина, динамічна і кінематична в'язкість шлаку. Гомогенний та гетерогенний шлак. Молекулярна дифузія в шлаках. Електропровідність шлаку. Поверхневий натяг шлаків. Поверхневі характеристики оксидів. Міжфазовий натяг. Вплив компонентів на величину міжфазового натягу. Адгезія і когезія.

Змістовний модуль № 3. Основи теорії окислювальної плавки.

Тема 1. Основи теорії окислювальної плавки.

Термодинаміка окислення домішок. Технологія плавки в електродугових печах. Швидкість окислення в різних сталеплавильних агрегатах. Процес окислення-відновлення марганцю. Швидкість та фактори, що сприяють окисленню та відновленню марганцю. Марганець – пірометр плавки сталі. Розподіл марганцю між металом та шлаком. Процес окислення-відновлення кремнію. Швидкість та фактори, що сприяють окисленню кремнію. Пасивний та активний кремнієвідновний процес. Фактори, що сприяють відновленню кремнію. Розподіл кремнію між металом та шлаком. Зміна енергії Гіббса для реакцій утворення оксидів.

Тема 2. Процес зневуглецювання та дефосфорація.

Розчин вуглецю в рідкому залізі. Залежність активності вуглецю від його концентрації у рідкому залізі. Процес зневуглецювання сталі. Тепловий ефект реакції зневуглецювання. Залежність коефіцієнтів активності вуглецю, кисню та їх добутку від вмісту вуглецю у розплаві залізо-вуглець. Вплив вмісту вуглецю на концентрацію кисню в металі. Схема зневуглецювання. Використання вакууму та інертних газів для збільшення швидкості зневуглецювання.

Розчин фосфору у залізі. Явище холодноламкості. Система залізо-фосфор-кисень. Утворення фосфідів, фосфатів та пірофосфатів. Процес окислення-відновлення фосфору. Стадії окислення фосфору. Фактори, що сприяють дефосфорації металу. Коефіцієнт розподілу фосфору. Швидкість дефосфорації. Явище рефосфорації.

Змістовний модуль № 4. Розкислення металів та сплавів.

Тема 1. Термодинаміка розкислення сталі.

Розчин кисню у рідкому залізі та його сплавах. Вплив кисню на властивості розплавленого заліза. Явище червоноламкості. Термодинаміка розкислення сталі. Розкислювальна здатність елементів. Вплив розкислювачів на розчинність кисню в залізі. Зміна коефіцієнта активності кисню у залізі під впливом елемента-розкислювача.

Будова зливків киплячої, напівспокійної та спокійної сталі. Залежність швидкості зародження центрів кристалізації і швидкості росту кристалів від переохолодження. Дендритна форма кристалізації стовпчастих і рівновісних кристалів. Схема утворення бульбашок у зливках киплячої сталі. Хімічна неоднорідність сталевих зливків. Зональна та дендритна ліквіація.

Тема 2. Методи розкислення сталі.

Дифузійний метод розкислення сталі. Коефіцієнт розподілу кисню між рідким металом та шлаком. Утворення білого та карбідного шлаків. Переваги та не-

доліки дифузійного розкислення. Осаджувальний метод розкислення сталі. Швидкість спливання домішок. Закон Стокса. Первинні, вторинні, третинні та четвертинні неметалеві включення. Коалесценція та коагуляція включень. Робота адгезії. Чотири стадії осаджувального розкислення. Розкислення металу рідкими синтетичними шлаками у ковші. Засоби їх виготовлення. Використання само плавких шлакоутворюючих сумішей. Вторинне окислення сталі. Утворення ендогенних та екзогенних неметалевих включень. Методи боротьби з вторинним окисленням.

Тема 3. Розкислення сталі різними елементами.

Розкислення сталі марганцем. Діаграма стану системи закис залізо – оксид марганцю. Схема впливу марганцю на структуру зливка киплячої сталі. Розкислення сталі вуглецем. Розкислювальна здатність вуглецю при різних тисках газового середовища. Вакуумне розкислення. Розкислення сталі кремнієм. Вплив температури на константу рівноваги реакції розкислення сталі кремнієм. Комплексне розкислення сталі марганцем та кремнієм. Вплив відношення концентрацій марганцю до кремнію на склад і фазовий стан неметалевих включень в сталі. Розкислення сталі алюмінієм. Ізотерма вмісту кисню в залізі від концентрації алюмінію. Діаграма стану оксид марганцю – кремнезем – корунд. Розкислення сталі хромом, ванадієм, титаном, цирконієм, бором, кальцієм, магнієм та рідкоземельними металами. Теорія комплексного розкислення-модифікування сталі.

Змістовний модуль № 5. Взаємодія газів з металом.

Тема 1. Взаємодія газів з металом.

Явище сорбції. Адсорбція, абсорбція та десорбція. Закон Сивертса. Джерела надходження водню та азоту в метал. Поведінка водню та азоту по ходу плавки. Вплив водню та азоту на показники якості сталі.

Тема 2. Розчинність газів у металі.

Розчинність водню та азоту у різних металах. Вплив температури, тиску і легуючих елементів на розчинність водню та азоту. Механізми видалення газів із розплавлених металів. Механізм дегазації сталі в мартенівській та конверторній плавці. Вплив вакуумування на дегазацію сталі. Умови утворення нітридів. Зміна вільної енергії Гіббса реакцій утворення нітридів.

Змістовний модуль № 6. Десульфуріяція металів та сплавів.

Тема 1. Розчинність сірки в залізі.

Розчин сірки у рідкому залізі. Діаграма стану залізо – сірка. Порівняння зміни стандартних енергій Гіббса для реакцій утворення оксидів і сульфідів. Потенціал сірки. Поверхневий натяг сплавів залізо-вуглець-сірка. Вплив концентрації легуючих елементів на коефіцієнт активності сірки у рідкому залізі. Вплив сірки на властивості сплавів. Явище червоноламкості. Зональна та дендритна сегрегація зливків. Залежність зміни вільної енергії Гіббса реакцій утворення сульфідів від температури.

Тема 2. Термодинаміка процесу десульфуріяції.

Термодинаміка процесу десульфуріяції. Десульфуріяція під час окислювальної плавки. Фактори, що впливають на десульфуріацію. Коефіцієнт розподілу сірки. Дифузія сірки в шлаці. Поведінка сірки під час окислювальної плавки. Насичення

металу сіркою. Десульфурація металу рідким синтетичним шлаком. Умови ефективної десульфурації. Швидкість десульфурації. Десульфурація чавуну та сталі кальцієм, магнієм та іншими матеріалами. Використання порошкоподібного кальцію для десульфурації сталі та порошкоподібного магнію для десульфурації чавуну. Десульфурація за допомогою марганцю, соди та рідкоземельних металів. Стадії десульфурації та поведінка сірки по ходу плавки.

Структура вивчення навчальної дисципліни включає проведення аудиторних лекційних, лабораторних та практичних занять, самостійну роботу студентів, а також виконання індивідуального завдання у вигляді курсової роботи.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Історія розвитку металургії.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 6
1	№ 1. Дисоціація карбонатів.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
1	№ 1. Металотермічне відновлення.	Практ. робота	2 / 0,3
		Самост. робота	2 / 2
2	Високотемпературні газові атмосфери.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
2	№ 1. Дисоціація карбонатів.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
3	Основи теорії горіння.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
3	№ 2. Вивчення кінетичних закономірностей процесу дисоціації карбонатів.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
3	№ 1. Металотермічне відновлення.	Практ. робота	2 / 0,3
		Самост. робота	2 / 2
4	Дисоціація хімічних сполук.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
4	№ 2. Вивчення кінетичних закономірностей процесу дисоціації карбонатів.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
5	Відновні процеси.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
5	№ 3. Реакція газифікації вуглецю.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
5	№ 2. Розрахунок активності компонентів шлакового розплаву на підставі молекулярної теорії рідких шлаків.	Практ. робота	2 / 0,3
		Самост. робота	2 / 2
6	Металеві та шлакові розплави.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
6	№ 3. Реакція газифікації вуглецю.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2

7	Основи теорії окислювальної плавки.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
7	№ 4. Металотермічне відновлення.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
7	№ 2. Розрахунок активності компонентів шлакового розплаву на підставі молекулярної теорії рідких шлаків.	Практ. робота	2 / 0,3
		Самост. робота	2 / 2
8	Процес зневуглецювання та дефосфорація.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
8	№ 4. Металотермічне відновлення.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
8	Рубіжний контроль	Самост. робота	2 / 2
9	Термодинаміка розкислення сталі.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
9	№ 5. Визначення поверхневого натягу металів за методом лежачої краплі.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
9	№ 2. Розрахунок активності компонентів шлакового розплаву на підставі молекулярної теорії рідких шлаків.	Практ. робота	2 / 0,2
		Самост. робота	2 / 2
10	Методи розкислення сталі.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
10	№ 5. Визначення поверхневого натягу металів за методом лежачої краплі.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
11	Розкислення сталі різними елементами.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	4 / 8
11	№ 6. Поглинання водню розплавами заліза.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
11	№ 3. Розподіл хрому між металом та шлаком.	Практ. робота	2 / 0,3
		Самост. робота	2 / 2
12	Взаємодія газів з металом.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	3 / 7
12	№ 7. Вивчення процесу кристалізації зливків на прозорій моделі.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
13	Розчинність газів у металі.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	3 / 7
13	№ 7. Вивчення процесу кристалізації зливків на прозорій моделі.	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
13	№ 3. Розподіл хрому між металом та шлаком.	Практ. робота	2 / 0,3
		Самост. робота	2 / 2
14	Розчинність сірки в залізі.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	3 / 7
14	№ 8. Моделювання розливки сталі у виливниці	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2

15	Термодинаміка процесу десульфурації.	Лекція	2 / 0,4
		Самост. робота	3 / 7
15	№ 8. Моделювання розливки сталі у виливниці	Лабор. робота	2 / 0,4
		Самост. робота	2 / 2
15	Рубіжний контроль	Самост. робота	2 / 2
16	Вид контролю – письмовий екзамен (тест)	Самост. робота	4 / 4
	Усього годин	Лекції Лабор. роботи Практ. роботи Самост. робота	30/6 30/6 14/2 106/166

8. Самостійна робота

Лекції, лабораторні роботи та практичні заняття з дисципліни “Теорія металургійних процесів” є тільки каркасом повного масиву теоретичних знань. Подробиці теоретичних знань поповнюються студентами шляхом самостійної роботи, яка є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від обов’язкових занять час та передбачає вивчення теоретичного курсу, з конспекту лекцій та рекомендованої літератури, підготовку до лабораторних та практичних занять, рубіжних контролів та письмового екзамену (тесту). Графік самостійної роботи, її види, кількість годин на виконання, терміни та контрольні заходи наведені далі.

Графік самостійної роботи

Вид самостійної роботи	Години	Термін	Контрольні заходи
Опанування теоретичного курсу	54/114	щотижнево/ протягом семестру	усне або письмове опитування (тест)
Підготовка до лабораторних занять	30/30	кожний тиждень/ установча сесія	усне або письмове опитування (тест)
Підготовка до практичних занять	14/14	через тиждень/ установча сесія	усне або письмове опитування (тест)
Підготовка до рубіжного контролю	4/4	2 рази в семестр	рубіжний контроль, письмовий (тест)
Підготовка до письмового екзамену	4/4	1 раз в семестр	екзамен письмовий (тест)
Всього	106/166		

Для успішного опанування дисципліни передбачаються щотижневі години консультативної допомоги (в тому числі і онлайн за допомогою інструментів зв’язку Viber, Telegram, WhatsApp, а також відео-конференцій Zoom, Meet, Discord, або системи дистанційного навчання <https://moodle.zp.edu.ua>).

9. Індивідуальні завдання

Навчальним планом підготовки бакалаврів за спеціальністю 136 Металургія в якості індивідуального завдання в 4 семестрі передбачено виконання студентами денної та заочної форми навчання курсової роботи з дисципліни “Теорія металургійних процесів” в обсязі 1,0 кредиту ЄКТС (30 годин). Курсову роботу студенти виконують разом з вивчення теоретичного курсу.

Темою курсової роботи є розрахунок коефіцієнтів активності елемента в складному розплаві. В індивідуальних випадках, за самостійним бажанням студента, курсова робота може мати характер експериментальної науково-дослідницької роботи. Темою роботи в цьому випадку може бути розробка нових металургійних процесів, їх розрахунок та обґрунтування. При цьому варто керуватися проблемами, які існують на металургійних підприємствах.

Курсова робота – комплексна самостійна робота студента, яка складається з теоретичної частини, присвяченій поведінці елемента (залежно від завдання) в умовах окислювального періоду сталеплавильного процесу, коли у рідкому залізі знаходиться 1% одного з п'ятих легуючих елементів (залежно від завдання). Далі іде рішення задачі з метою визначення активності елемента у потрійних системах (залежно від завдання). Завдання складається на спеціальному бланку і включає назву теми, обсяг, зміст і терміни виконання роботи. Курсова робота включає в себе графічну частину (1 аркуш формату А4) та розрахунково-пояснювальну записку (обсягом 25-35 аркушів формату А4).

Тему курсової роботи студенти можуть обирати самостійно із затверджених на засіданні кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва» переліку тем курсових робіт, або визначати самостійно, керуючись проблематикою металургійних підприємств, погодивши завдання з керівником роботи.

<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=2090#section-5>

Структура курсової роботи

Змістовні модулі	Назви змістовних модулів (етапи виконання)	Розподіл навчального часу (види занять), годин		Термін виконання, тиждень	Обсяг навантаження студента	
		Консультації під керівництвом викладача	Самостійна робота студента		години	кредити
1. Вихідні дані для роботи.	Отримання завдання на спеціальному бланку, що включає назву теми, обсяг, зміст і термін виконання.	0,25	1	1	1,25	0,04
2. Розрахунково-пояснювальна частина роботи.	Виконання теоретичної частини роботи.	1,5	20	11	21,5	0,72
	Виконання розрахункової частини роботи.	0,5	3	12	3,5	0,12
3. Оформлення пояснювальної записки.	Оформлення пояснювальної записки.	0,5	2	13	2,5	0,08
4. захист курсової роботи.		0,25	1	14	1,25	0,04
Загальна кількість		3,0	27	–	30	1,0

Курсова робота обов'язково проходить перевірку на наявність плагіату і прилюдно захищається на відкритому засіданні комісії кафедри. До складу комісії входять два-три викладача, у тому числі керівник роботи. Члени комісії мають право задавати питання по змісту курсової роботи: пояснювальної записки та лекційного матеріалу, який має відношення до роботи.

Курсова робота оцінюється на відкритому засіданні комісії. При оцінці курсової роботи приймається до уваги: планованість роботи студента по виконанню окремих етапів курсової роботи у встановлені терміни; глибина технологічних і конструкторських розробок; обсяг самостійної роботи студента; використання досягнень науки і виробничого досвіду; відповідність графічної частини вимогам ЄСКД; повноту і достовірність розрахунків; застосування комп'ютерної техніки і спеціальних методів розрахунку; зміст і чіткість доповіді на захисті роботи; повноту відповідей на питання членів комісії. Оголошення результатів захисту курсової роботи проводиться на відкритому засіданні комісії.

10. Система та критерії оцінювання курсу

Контроль успішності студентів денної та заочної форми навчання здійснюється за результатами: відвідування лекцій; виконання та захисту лабораторних і практичних робіт; письмових (тестових) відповідей на рубіжних контролях; письмових (тестових) відповідей при проведенні екзамену. Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний модуль на відповідному поточному рубіжному контролі та на екзамені за 100-бальною шкалою. Для підсумкового оцінювання успішності використовується наступна схема розподілу балів (за засвоєння тем курсу) з отриманням підсумкової середньозваженої оцінки.

Критерії оцінювання екзамену

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Модуль 1									
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		40	100
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2		
7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5		
Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Модуль 2									
Змістовий модуль 4			Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6			40	100
T1	T2	T3	T1	T2	T1	T2			
8	8	8	9	9	9	9			

T1, T2, T3 – теми змістових модулів та бали за кожну тему.

У разі невідвідування занять з певних тем та несвоєчасного виконання розділів оцінка може знижуватись шляхом віднімання певної кількості балів у відповідності до вищевказаної таблиці. Зниження оцінки може бути скомпенсоване шляхом відпрацювання пропущених занять, або виконанням додаткових завдань.

Критерії оцінювання курсової роботи			
Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист роботи	Сума
50	10	40	100
11. Політика курсу			
<p>В системі оцінювання курсу визначені чіткі та зрозумілі правила проведення контрольних заходів, вони є доступними для усіх учасників освітнього процесу, та забезпечуються об'єктивністю екзаменатора. Для запобігання та врегулювання конфлікту інтересів, здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати контрольних заходів через деканат, який після розгляду надасть можливість та певний період часу для їх повторного проходження.</p> <p>Здобувачі вищої освіти мають відвідувати лекційні, лабораторні та практичні заняття, брати активну участь під час опитування на лабораторних і практичних заняттях, проявляти ініціативність в обговоренні дискусійних тем, своєчасно виконувати самостійну роботу та курсову роботу. Всі види робіт виконувати самостійно, без допомоги інших здобувачів освіти або сторонніх осіб, та згідно з графіком навчального процесу. Чітко дотримуватися принципів академічної доброчесності, порядності та взаємоповаги між учасниками освітнього процесу. У разі наявності плагіату в будь-яких видах робіт здобувача вищої освіти, ця робота не зараховується, але є можливість повторного виконання завдання.</p>			
12. Рекомендована література та інформаційні ресурси			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Теория металлургических процессов / Под ред. Д.И. Рыжонкова: Учебник М.: Металлургия, 1989. 392 с. 2. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. Киев, Донецк: Вища школа, 1978. 287 с. 3. Меджибожський М.Я., Харлашин П.С. Основи термодинаміки і кінетики сталеплавильних процесів: Підручник. К.: Вища школа, 1993. 327 с. 4. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. М.: Машиностроение, 1970. 496 с. 5. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов: Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1988. 288 с. 6. Филиппов С.И. Теория металлургических процессов: Учебник. М.: Металлургия, 1967. 279 с. 7. Попель С.И., Сотников А.И., Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов: Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1986. 463 с. 8. Конспект лекцій по дисципліні “Фізическая химия металлургических систем и процессов” / Составитель Р.С. Беляков. Запорожье: ЗГТУ, 1996. 320 с. 9. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф. Чернега, В.С. Богушевський, Ю.Я. Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. К.: Вища школа, 2006. 503 с. 10. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. – Чинний від 2017.07.01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 26 с. 			

11. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти для студентів спеціальності 136 – Металургія (освітня програма – Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів) / Укл.: В.Г. Іванов, В.М. Сажнев. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 36 с.

12. Методичні вказівки з вивчення дисципліни “Теорія металургійних процесів” та виконання контрольних завдань, самостійної роботи і курсової роботи для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Кудін, С.А. Воденніков, С.О. Шустов. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 54 с. (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>)

13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Теорія металургійних процесів” для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Кудін, С.А. Воденніков, С.О. Шустов. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 70 с. (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>)

14. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Теорія металургійних процесів” для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання / Укладачі: В.В. Кудін, С.О. Шустов. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. 26 с. (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1427>)

15. Інформаційні ресурси:

<https://zp.edu.ua/kafedra-mashin-i-tehnologiyi-livarnogo-virobnictva>

<http://eir.zp.edu.ua/handle/123456789/364>

<http://library.zp.edu.ua/>

<https://lityo.com.ua/>

<https://scholar.google.com/>

<https://www.scopus.com/>

<https://www.clarivate.ru/>

<https://moodle.zp.edu.ua/>