


Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)
Кафедра «Технології та обладнання ливарного виробництва»

Затверджую:
Декан факультету
інтегрованих технологій і обладнання


_____ О.Г. Гринь
« 30 » серпня _____ 2025 р.

Гарант освітньої програми:
«Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів»


_____ М.М. Федоров
« 28 » серпня _____ 2025 р.

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри
Технології та обладнання ливарного
виробництва
Протокол № 1 від 28.08.2025 р.
Завідувач кафедри


_____ П.Г. Агравал

Робоча програма навчальної дисципліни
«ТЕОРІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА»

| | |
|-----------------|--|
| галузь знань | 13 «Механічна інженерія» |
| спеціальність | 136 «Металургія» |
| ОПП | «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів» |
| Освітній рівень | перший (бакалаврський) |
| Факультет | інтегрованих технологій і обладнання |
| Розробник: | д-р. хім. наук, проф.. Турчанін М.А. |

Краматорськ – 2025

1. Опис навчальної дисципліни

| | | | | | |
|--|--|--|----|-----|--|
| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | | | |
| | | денна форма навчання | | | |
| Кількість кредитів –9 | Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва) | Цикл дисциплін професійної підготовки | | | |
| | <u>136 «Металургія»</u> (шифр і назва) | | | | |
| Модулів – 6 | Спеціальність (професійне спрямування): <u>Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів</u> | Рік підготовки: | | | |
| Змістових модулів – 6 | | 2-й | | | |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва) | | Семестр | | | |
| Загальна кількість годин – 270 (150, 60, 60) | | 3, 4а, 4б | | | |
| | | Лекції, год. | | | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6;4;4 самостійної роботи студента – 4;3;3 | Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр | 60 | 27 | 18 | |
| | | Лабораторні, год. | | | |
| | | 15 | | 9 | |
| | | Практичні, год. | | | |
| | | 15 | 9 | 9 | |
| | | Самостійна робота, год. | | | |
| | | 60 | 24 | 24 | |
| | | Вид контролю | | | |
| | | Зал | | Екз | |

Примітка.

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

для денної форми навчання – 6/4 (150/60), 4/3 (60/24), 4/3 (60/24)

для заочної форми навчання –

Екз – екзамен, Зал – залік

2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Дисципліна «Теорія і технологія металургійного виробництва» належить до циклу обов'язкових професійно-орієнтованих дисциплін і повністю відповідає типовій освітньо-професійній програмі підготовки бакалавра за напрямом 13 «Механічна інженерія» спеціальності 136 «Металургія». Особлива увага приділена розгляду впливу характеру фізико-хімічних і технологічних процесів, що протікають у металургійному агрегаті, на особливості конкретного виробництва. З цією метою основні розділи розташовані в такому порядку: склад і властивості високотемпературної газової фази; утворення і дисоціація хімічних сполук; теоретичні основи відновлювальних процесів; будова і властивості металургійних розплавів; основи взаємодії металургійної, окисної і газової фаз; підготовка матеріалів до плавки; металургійне паливо; виробництво чавуну; виробництво сталі; позапічна обробка, розливка та кристалізація сталі; виробництво феросплавів; основи кольорової металургії. Для підвищення ефективності навчання особлива увага звертається на технологічні розрахунки і рішення задач, що конкретизують основні положення даного курсу.

Вивчення дисципліни «Теорія і технологія металургійного виробництва» базується на знаннях, отриманих раніше під час вивчення таких освітніх компонентів як: Фізика, Вища математика, Хімія, Фізична хімія та аналітичний контроль.

Дисципліна «Теорія і технологія металургійного виробництва» сприяє формуванню та підсилює у здобувачів вищої освіти окремі загальні та фахові компетенції. Дисципліна готує студентів до вивчення дисциплін: Теплотехніка та печі ливарних цехів, Теоретичні основи ливарного виробництва, Технологія ливарної форми, Основи теорії плавки ливарних сплавів, Виробництво виливків із чавунів, Виробництво виливків із сталей, Виробництво виливків із кольорових металів, Спеціальні види лиття, Обладнання ливарних цехів.

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

Метою викладання дисципліни є:

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

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

Задачею вивчення дисципліни є навчання майбутніх інженерів-ливарів користуватися методами фізичної хімії для аналізу перетворень, що відбуваються в

металургійних агрегатах, проведенню металургійних процесів в оптимальних технологічних режимах.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

Знати:

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

Вміти:

- застосовувати загальні положення фізичної хімії до конкретних процесів металургійного і ливарного виробництва;
- складати рівняння металургійних реакцій і проводити їхній термодинамічний аналіз;
- визначити напрямок протікання процесів, розраховувати рівновагу в системах, описувати механізм і кінетику хімічних процесів металургійного і ливарного виробництва;
- проводити високотемпературні експерименти по вивченню фізико-хімічних процесів чорної і кольорової металургії, включаючи процеси, що протікають при виплавці ливарних сплавів і їхня взаємодія з ливарною формою;
- застосовувати методи математичної обробки результатів і моделювання на ПК;
- розробляти технологію плавки ливарного сплаву з необхідними властивостями при мінімальних витратах трудових і матеріальних ресурсів;
- розраховувати оптимальний склад шихти;
- здійснити проектні розробки в області металургійних процесів.

Опанувати навичками:

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

Дисципліна «Теорія і технологія металургійного виробництва» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти **компетентностей**:

| | |
|---|-----------------------------------|
| Компетентності відповідно до освітньо-професійної програми | |
| Загальні компетентності (ЗК) | Фахові компетентності (ФК) |

| | |
|--|--|
| <p>ЗК3. Здатність самостійно вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК4. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p> <p>ЗК17. Здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для вирішення професійних завдань у галузі металургії.</p> | <p>ФК1. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.</p> <p>ФК3. Критично осмислювати наукові факти, концепції, теорії, принципи і методи, необхідні для професійної діяльності в сфері металургії.</p> <p>ФК6. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.</p> <p>ФК7. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.</p> <p>ФК10. Здатність визначити характеристики специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації.</p> <p>ФК11. Здатність працювати з технічною невизначеністю.</p> <p>ФК13. Здатність управляти комплексними діями або проектами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов'язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.</p> <p>ФК17. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.</p> <p>ФК18. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією.</p> <p>ФК20. 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.</p> <p>ФК21. Здатність аналізувати процеси, що протікають в рідких металах і сплавах у плавильних агрегатах та під час їх кристалізації.</p> |
|--|--|

| | |
|--|--|
| | <p>ФК22. 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.</p> <p>ФК23. Здатність розробляти технологічні процеси виплавляння сплавів їх легування, модифікування та позапічного оброблення.</p> <p>ФК24. Здатність обирати основні і допоміжні матеріали та/або здійснювати керування технологічними процесами з метою отримання продукції заданої якості.</p> <p>ФК29. Здатність обирати технологічне обладнання та технологію виробництва продукції заданої якості.</p> |
|--|--|

Дисципліна «Теорія і технологія металургійного виробництва» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти наступних **результатів навчання:**

| Програмні результати навчання відповідно до освітньо-професійної програми |
|---|
| <p>ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>ПР03. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізації в металургії.</p> <p>ПР06. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.</p> <p>ПР07. Вміння здійснювати пошук літератури, консультуватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.</p> <p>ПР10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.</p> <p>ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</p> <p>ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.</p> <p>ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.</p> <p>ПР24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.</p> <p>ПР26. Вміння аналізувати і керувати факторами, які впливають на технологічні процеси виготовлення, структури та властивості литих виробів.</p> <p>ПР28. Розуміння особливостей впливу хімічного складу металів і сплавів та технологічних процесів їх плавлення на експлуатаційні властивості ливарної продукції.</p> <p>ПР29. Розуміння особливостей технологічних процесів плавлення металів і сплавів.</p> <p>ПР31. Розуміння властивостей і характеристик основних і допоміжних матеріалів ливарного виробництва, які впливають на процеси отримання готової продукції.</p> |

ПР41. Вміння здійснювати дослідження із застосуванням сучасних експериментальних методів, оброблювати та аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і надавати рекомендації.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для Денної форми навчання на базі ПЗСО і на базі ОКР «Молодший бакалавр»

| Найменування розділів, тем | Розподіл за триместрами та видами занять | | | | | | |
|--|--|-----------|--------|-----------|------------|-------------|-----|
| | Лекц. | Практичн. | Семін. | Лаб. роб. | Курс. роб. | Контр. роб. | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Семестр 3 | | | | | | | |
| Частина 1 - Теорія металургійних процесів | | | | | | | |
| Модуль 1 | | | | | | | |
| Тема 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази. | 16 | 6 | | 6 | | | 17 |
| Модуль 2 | | | | | | | |
| 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук. | 12 | 2 | | 5 | | | 10 |
| 1.3 Теоретичні основи відновлювальних процесів. | 12 | 4 | | 4 | | | 11 |
| Модуль 3 | | | | | | | |
| 1.4 Будова і властивості металургійних розплавів | 10 | | | | | | 12 |
| 1.5 Основи взаємодії металеві, оксидної і газової фаз. | 10 | 3 | | | | | 10 |
| Семестр 4 | | | | | | | |
| Частина 2 - Технологія металургійного виробництва | | | | | | | |
| Модуль 4 | | | | | | | |
| 2.1 Підготовка сирих матеріалів до плавки. Металургійне паливо. | 6 | | | 4 | | | 4 |

| | | | | | | |
|---|----|----|--|---|--|----|
| 2.2 Виробництво чавуну. Прямі способи одержання заліза. | 10 | | | | | 6 |
| Модуль 5 2.3 Виробництво сталі | 18 | 18 | | 3 | | 21 |
| Модуль 6 2.4 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі. | 4 | | | 2 | | 5 |
| 2.5 Виробництво феросплавів | 2 | | | | | 7 |
| 2.6 Металургія кольорових металів. | 5 | | | | | 5 |

4. Лекції

| Частина, Модуль, тема | Короткий зміст лекційного матеріалу | Кількість годин |
|---|--|--------------------|
| Частина 1 - Теорія металургійних процесів Модуль 1 Тема 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази. | Лекція 1. Вступне слово до дисципліни. Виокремлення ролі теорії металургійних процесів в формуванні компетенцій сучасного фахівця-ливарника. Загальні властивості і характеристики високотемпературних газових фаз. Складові газових фаз металургійних агрегатів. | 2 |
| | Лекція 2. Функціональні зв'язки складу і окислювально-відновлювальних властивостей газової фази. Кисневий потенціал газової фази. | 2 |
| | Лекція 3. Реакція горіння монооксиду вуглецю. Горіння водню. Реакція водяного газу. Кисневий потенціал складних газових фаз. | 2 |
| | Лекція 4. Механізм взаємодії реагентів в газових сумішах. Ланцюгові реакції. Механізм реакцій горіння H_2 і CO . Дисоціація молекул на атоми і радикали. | 2 |
| | Лекція 5. Фізико-хімічні властивості вуглецю. Реакції взаємодії вуглецю з вуглекислим газом. | 2 |
| | Лекція 6. Реакція неповного і повного горіння вуглецю. Взаємодія вуглецю з вуглекислим газом. Взаємодія вуглецю з водяною парою. | 2 |
| | Лекція 7. Особливості кінетики гетерогенних реакцій. Кінетичний і дифузійний режими гетерогенної реакції. | 2 |
| | Лекція 8. Механізм окиснення вуглецю. Механізм і кінетика розкладу монооксиду вуглецю. | 2 |

| | | |
|--|---|---|
| Модуль 2 Тема 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук. | Лекція 9. Термодинамічний аналіз процесів утворення і дисоціації сполук у гетерогенних системах. | 2 |
| | Лекція 10. Газоподібна дисоціація. Пружність дисоціації. Вплив утворення розчинів на пружність дисоціації. Конденсатна дисоціація. | 2 |
| | Лекція 11. Термодинамічні умови утворення нової фази. Утворення та ріст зародків нової фази. Кінетичні особливості процесів дисоціації. | 2 |
| | Лекція 12. Реакції розкладу карбонату кальцію. Механізм реакції розпаду карбонату кальцію. | 2 |
| | Лекція 13. Термодинаміка утворення і дисоціації оксидів заліза. Діаграми стану металургійних систем. Діаграми стану системи залізо-кисень. | 2 |
| | Лекція 14. Термодинамічні закономірності окиснення металів. Кінетичні закономірності окиснення металів. Дифузійні процеси в твердих тілах. Дефекти кристалічної ґратки. Механізм окиснення заліза. | 2 |
| Тема 1.3 Теоретичні основи відновлювальних процесів | Лекція 15. Термодинамічні основи відновлення газоподібними відновниками. | 2 |
| | Лекція 16. Відновлення оксидів металів монооксидом вуглецю. Відновлення оксидів воднем. | 2 |
| | Лекція 17. Термодинамічні основи відновлення твердим вуглецем. Температура початку відновлення оксиду металу і способи її визначення. | 2 |
| | Лекція 18. Відновлення оксидів заліза в присутності твердого вуглецю. Навуглецювання заліза. Металотермічне відновлювання. | 2 |
| | Лекція 19. Відновлення оксидів із розчинів і при переході продукту відновлення в розчин. Відновлення оксидів, зв'язаних у складні сполуки. | 2 |
| | Лекція 20. Кінетика відновлення оксидів газом-відновником. Механізм відновлювальних процесів. | 2 |
| Модуль 3 Тема 1.4 Будова і властивості металургійних розплавів | Лекція 21. Будова рідких металів. Дифракційний аналіз будови рідких металів. Міжчастинкова взаємодія в рідких металах. | 2 |
| | Лекція 22. Густина, питома вага, поверхневий натяг, електричний опір рідких металів. | 2 |
| | Лекція 23. Іонні розплави в сучасній техніці. Хімічний і мінералогічний склад шлаків. Діаграми стану шлакових систем. | 2 |

| | | |
|---|--|---|
| | Лекція 24. Будова шлаків. Фізико-хімічні властивості шлаків, питома вага, поверхневий натяг, густина. | 2 |
| | Лекція 25. Термодинаміка шлакових систем. Теорії шлакових роз-плавів: молекулярна, іонна та інші. | 2 |
| Тема 1.5 Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз | Лекція 26. Термодинамічні основи окислювального рафінування металів. Міжфазний перехід кисню в системах на основі рідкого заліза. | 2 |
| | Лекція 27. Розчинення кисню в рідких металах і складних розчинах. Термодинамічні основи реакції окиснення вуглецю у залізі, що віщує кисень. | 2 |
| | Лекція 28. Розподіл силіцію, марганцю, фосфору та сірки між розплавом заліза та оксидними розплавами. Міжфазний розподіл домішок при окиснювальному рафінуванні. | 2 |
| | Лекція 29. Кінетика високотемпературних гетерогенних реакцій. Стадії процесів. Кінетичні закономірності реакції зневуглецювання. Процеси розкиснення металів і сплавів. | 2 |
| | Лекція 30. Термодинамічні і кінетичні закономірності розчинення азоту і водню в металах і сплавах. Азот і водень в шлакових розплавах. Узагальнююча бесіда і обговорення системи знань, отриманих при вивченні першої частини дисципліни. | 2 |
| | Частина 2 – Технологія металургійного виробництва Модуль 4 Тема 2.1 Підготовка сирих матеріалів до плавки. Металургійне паливо. | Лекція 1. Коротка довідка про історію металургії. Обговорення ролі металургії як базової технологічної складової сучасного ливарного виробництва. Залізні руди, їх типи, характеристики, основні родовища. Марганцеві руди, комплексні руди. Відходи виробництв, що використовуються в металургії. |
| | Лекція 2. Флюси металургійного виробництва. Основні види металургійного палива. Кокс. Мазут. Смола. Генераторний газ. Доменний газ. Коксовий газ. Природний газ. | 2 |
| | Лекція 3. Підготовка залізородних матеріалів до плавки. Подрібнення. Сортування. Збагачення. Випал. Згрудкування залізородних матеріалів. Виробництво окатишів. Осереднення руд. | 2 |
| Тема 2.2 Виробництво чавуну. Прямі | Лекція 4. Улаштування доменної печі. Завантаження матеріалів в доменну піч. Рух газів і матеріалів в доменній печі. Нагрів шихти в | 2 |

| | | | |
|--|--|--|---|
| способи одержання заліза | | доменній печі. Відновлення оксидів заліза. Навуглецювання заліза і утворення чавуну. | |
| | | Лекція 5. Виплавка кременистих і марганцевистих чавунів. Шлакоутворення в доменній печі. Поведінка сірки в ході доменного процесу. Процеси в горні доменної печі. | 2 |
| | | Лекція 6. Способи інтенсифікації доменної плавки. Техніко-економічні показники доменного процесу. Подача та нагрів дуття. Очистка доменного газу | 2 |
| | | Лекція 7. Прямі способи одержання заліза: відновлення газоподібними відновниками в товстому та тонкому шарах. | 2 |
| | | Лекція 8. Відновлення твердим вуглецем. Металізація окатишів. Одержання кричного заліза. Зелена металургія. | 2 |
| Модуль 5 Тема 2.3 Виробництво сталі | | Лекція 9. Класифікація сталей. Основні реакції сталеплавильних процесів. | 2 |
| | | Лекція 10. Історична довідка про виготовлення сталі в мартенівських печах. Конструкція, теплова робота і паливо мартенівської печі. Різновиди і металургійні особливості мартенівського процесу. Основний скрап-процес. Кислий скрап-процес. Тандем-печі. | |
| | | Лекція 11. Виробництво сталі в конверторах. Історична довідка про бесемерівський та томасівський процеси. Киснево-конверторний процес. Облаштування і робота кисневого конвертера. | 2 |
| | | Лекція 12. Технологія плавки в кисневому конверторі. Техніко-економічні показники киснево-конвертерного процесу. Виробництво сталі для литва в конверторах. | 2 |
| | | Лекція 13. Конструкція дугових електропечей. Шихтові матеріали електроплавки. | 2 |
| | | Лекція 14. Технологія плавки в основній дуговій печі з окиснювальним періодом і методом переплаву. | 2 |
| | | Лекція 15. Технологія плавки в кислій дуговій печі. Техніко-економічні показники основної та кислої дугових плавок. | 2 |
| | | Лекція 16. Конструкція, робота і металургійні особливості плавки сталі в індукційній тигельній печі. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | Лекція 17. Технологія плавки в основній і кислій індукційних тигельних печах. | 2 |
| Модуль 6 Тема 2.4 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі. | Лекція 18. Позапічна обробка сталі. Позапічне вакуумування. Продувка метала газом. Обробка сталі у ківші рідкими синтетичними шлаками. Виготовлення якісної сталі з використанням установка ківш-піч. | 2 |
| | Лекція 19. Розливка і кристалізація сталі. Обладнання та способи розливки сталі. Будова зливка киплячої і спокійної сталі. Машини неперервного розливання сталі. | 2 |
| Тема 2.5 Виробництво феросплавів | Лекція 20. Виробництво феросплавів. Феросплавні печі. Виробництво феросиліцію. Виробництво ферохрому. Виробництво феромарганцю, ферованадію і феровольфрам. | 2 |
| Тема 2.6 Металургія кольорових металів. | Лекція 21. Металургія міді. Сировина для одержання міді та її підготовка до плавки. Плавка мідних руд та концентратів. Конвертування мідних штейнів. Вогневе рафінування міді. Електролітичне рафінування міді. | 2 |
| | Лекція 22. Металургія нікелю. Сировина для одержання нікелю. Переробка сульфідних і мідно-нікелевих руд. Переробка окиснених нікелевих руд. Електролітичне рафінування нікелю. | 2 |
| | Лекція 23. Металургія алюмінію. Вихідні матеріали для виробництва алюмінію. Виробництво глинозему, кріоліту, фтористих солей. Електролітичне одержання алюмінію. Рафінування алюмінію. Металургія магнію. Узагальнююча бесіда і обговорення системи знань, отриманих при вивченні другої частини дисципліни. | 2 |

5. Практичні заняття

| Частина, модуль, тема | Найменування практичної роботи | Години |
|---|--|--------|
| Частина 1 - Теорія металургійних процесів | | 15 |
| Модуль 1 Тема 1.1. Склад та властивості високо температурної газової фази | Практична робота 1. Процеси горіння газів та окислювально-відновні властивості високотемпературної газової фази. | 2 |

| | | |
|--|---|----|
| | Практична робота 2. Окислювально-відновні властивості складних газових сумішей. Реакція водяного газу. | 2 |
| | Практична робота 3. Взаємодія вуглецю з газовою фазою, що містить кисень. | 2 |
| Модуль 2 Тема 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук | Практична робота 4. Процеси дисоціації утворення карбонатів і оксидів. | 2 |
| Тема 1.3. Теоретичні основи відновлювальних процесів | Практична робота 5. Відновлення оксидів металів газоподібними відновлювачем і у присутності твердого вуглецю | 4 |
| Модуль 3 Тема 1.5. Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз. | Практична робота 6. Розрахунок коефіцієнтів активності компонентів і температурного інтервалу кристалізації складного металевого розплаву | 3 |
| Частина 2 - Технологія металургійного виробництва | | 18 |
| Модуль 5 2.3 Виробництво сталі | Практична робота 1. Вихідні дані для підбору складу шихти для виплавлення сталі. | 2 |
| | Практична робота 2. Підбор складу шихти для виплавки сталі в кислій індукційній тигельній печі. | 4 |
| | Практична робота 3. Підбор складу шихти для виплавки сталі в основній індукційній тигельній печі. | 4 |
| | Практична робота 4. Підбор складу шихти для плавки сталі в основній дуговій печі | 4 |
| | Практична робота 5. Підбор складу шихти для плавки сталі в кислій дуговій печі | 4 |

6. Лабораторні заняття

| Частина, модуль, тема | Найменування лабораторної роботи | Години |
|-----------------------|----------------------------------|--------|
|-----------------------|----------------------------------|--------|

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|--------|
| Частина 1 - Теорія металургійних процесів | | 15 |
| Модуль 1 Тема 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази | Лабораторна робота 1. Аналіз газів за допомогою газоаналізатора хімічного поглинання. | 2 |
| | Лабораторна робота 2. Дослідження рівноваги реакції взаємодії вуглецю з вуглекислим газом. | 4 |
| Модуль 2 Тема 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук | Лабораторна робота 3. Термографічне дослідження процесів розкладання карбонатів. | 2 |
| | Лабораторна робота 4. Дослідження окислювання заліза діоксидом вуглецю. | 3 |
| Тема 1.3. Теоретичні основи відновлювальних процесів | Лабораторна робота 5. Дослідження кінетичних закономірностей процесів відновлення оксиду заліза | 4 |
| Розділи і теми | Найменування лабораторної роботи | Години |
| Частина 2 - Технологія металургійного виробництва | | 9 |
| Модуль 4 Тема 2.1. Підготовка сирих матеріалів до плавки. Металургійне паливо | Лабораторна робота 1. Дослідження процесу обпалу сульфідів | 4 |
| Модуль 5 Тема 2.3. Виробництво сталі | Лабораторна робота 2. Розробка технології і виплавка сталі в індукційній тигельній печі. | 3 |
| Модуль 6 Тема 2.4 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі | Лабораторна робота 3. Дослідження розподілу сірки та фосфору в злитках спокійної та киплячої сталей. | 2 |

7. Самостійна робота

Під час самостійної роботи студенти вивчають як матеріал аудиторних занять курсу, так і питання винесенні на самостійне вивчення.

Основні види самостійної роботи здобувача вищої освіти:

1. Вивчення додаткової літератури.

2. Робота з довідковими матеріалами.
3. Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій.
4. Підготовка до практичних робіт: ознайомлення з матеріалами лекцій стосовно тематики практичних робіт.
5. Виконання домашнього завдання – оформлення результатів лабораторних робіт та виконання завдань практичних робіт.
6. Підготовка до проміжного й підсумкового контролю.
7. Виконання розрахунково-графічних робіт при вивченні Частини 1 дисципліни.

Розрахунково-графічні роботи призначені для поглибленого вивчення практично важливих теоретичних розділів першої частини курсу. При виконанні розрахунково-графічних робіт рекомендується застосування ПК. При цьому передбачається, що одночасне вирішення фізико-хімічних питань, їх алгоритмізація при застосуванні ПК, можливість одержання великої кількості результатів розрахунків і їх наведення в графічному вигляді поліпшують засвоєння визначених важливих теоретичних питань. Призначено до виконання може бути не більше трьох РГР [11]. Тематика визначається індивідуальним рівнем підготовки студента

Тематика індивідуальних завдань для виконання самостійної роботи

| Теми | Тематика РГР |
|---|---|
| Модуль 1 Тема 1.1. Склад та властивості високотемпературні газової фази | РГР 1. Склад і властивості високотемпературної газової фази в присутності вуглецю |
| Модуль 2 Тема 1.3. Теоретичні основи відновлювальних процесів | РГР 2. Процеси відновлення оксидів металів |
| Модуль 3 Тема 1.4. Будова і властивості металургійних розплавів | РГР 3. Розрахунок коефіцієнтів активності компонентів складного металевого розплаву. |
| | РГР 4. Розрахунок активності компонентів шлакового розплаву і вміст домішок у рідкому залізі, що перебуває в рівновазі з цим шлаком. |
| Тема 1.5. Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз | РГР 5. Визначення максимальної окислювальної здатності металевої ванни при її окислювальному рафінуванні. |
| | РГР 6. Визначення розчинності азоту в легованих розплавах заліза. |

Контроль систематичності виконання самостійної роботи визначають за такими критеріями:

- 1) Розуміння, ступінь засвоєння теорії і методології проблем, що розглядаються;
- 2) Ступінь засвоєння матеріалу дисципліни;
- 3) Ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою за темами, що розглядаються;
- 4) Уміння поєднувати теорію з практикою при розгляді ситуацій, вирішенні завдань, винесених для самостійного опрацювання.

Самостійна робота здобувача контролюється протягом семестру. При оцінюванні самостійної роботи увагу приділяють також її якості і самостійності, своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не виконується, то відповідно оцінка може бути заниженою.

Самостійна робота оцінюється за такими критеріями:

- 1) Самостійність виконання;
- 2) Логічність і послідовність викладання матеріалу;
- 3) Повнота виконання лабораторних і практичних робіт;
- 4) Використання й аналіз додаткових літературних джерел;
- 5) Якість оформлення.

8. Контрольні заходи

Контроль знань студентів передбачає проведення поточного і підсумкового контролів. Поточний контроль знань студентів включає наступні види:

- вибірковий усний опит перед початком кожної лабораторної роботи (по темі роботи) із виставленням оцінок;
- програмований на ПК контроль з окремих розділів або модулів дисципліни;
- письмові контрольні роботи з окремих розділів або модулів;
- захист кожної лабораторної роботи.

Підсумковий контроль знань включає наступні види:

- залік наприкінці 3-го семестру, екзамен наприкінці 4^б-го семестру;
- визначення рейтингу за підсумками роботи студента в семестрі і рейтингу з навчальної дисципліни.

Контрольні роботи спонукають студентів «порційно» засвоїти великий по об'єму курс і контролювати його засвоєння. Контрольні роботи по теоретичній частині курсу розподілені таким чином. Задачі до КР1, КР2, КР3 наведені в [3]. Теоретичні питання до КР4, КР5, КР6 наведені в [7].

| Розділи і теми | Контрольна робота |
|----------------|-------------------|
| 1 | 2 |
| | |

| Частина 1- Теорія металургійних процесів | |
|---|-------------|
| 1 | 2 |
| Модуль 1 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази | КР 1 |
| Модуль 2 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук. 1.3 Теоретичні основи відновлювальних процесів. | КР 2 |
| Модуль 3 1.4 Будова і властивості металургійних розплавів 1.5 Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз. | КР 3 |
| Частина 2- Технологія металургійного виробництва | |
| Модуль 4 2.1 Підготовка сирих матеріалів до плавки. Металургійне паливо. 2.2 Виробництво чавуну. | КР 4 |
| Модуль 5 2.3 Виробництво сталі. | КР 5 |
| Модуль 6 2.4 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі. 2.5 Виробництво феросплавів. 2.6 Металургія кольорових металів. | КР 6 |

Оцінювання результатів навчання здійснюється за накопичувальною системою відповідно до шкали ЄКТС з використання контрольних точок. Кожна контрольна точка має максимальну і мінімальну кількість балів. Сума максимальних точок балів по модулю дорівнює 100. Сума мінімальних балів по модулю дорівнює 55. Кожен модуль має ваговий коефіцієнт. Оцінка по модулю, зароблена на протязі семестру може бути підвищена під час екзамену або заліку.

Система оцінювання знань студентів по дисципліні «Теорія і технологія металургійного виробництва», розподіл часу на засвоєння тем, форми і терміни контролю знань

| Стислий зміст модуля | Кредити ECTS | Ваговий коефіцієнт модуля | Форми та методи контролю | Кількість балів | | Тиждень проведення |
|--|--------------|---------------------------|--|-----------------|---------|--------------------|
| | | | | максимум | мінімум | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 семестр | | | | | | |
| Частина 1- Теорія металургійних процесів | | | | | | |
| Модуль 1 1.1. Склад та властивості високотемпературної газової фази | 1,5 | 0,33 | Захист лабораторної роботи № 1 | 8 | 1 | 3 |
| | | | Захист лабораторної роботи № 2 | 8 | 1 | 5 |
| | | | Контрольна робота № 1 | 12 | 7 | 3 |
| | | | Захист розрахунково-графічної роботи № 1 | 12 | 6 | 7 |
| | | | Захист теорії № 1 | 60 | 40 | 7 |
| | | | Всього по модулю 1 | 100 | 55 | 7 |
| Модуль 2 1.2. Утворення і дисоціація хімічних сполук. 1.3 Теоретичні основи відновлювальних процесів. | 2,0 | 0,33 | Захист лабораторної роботи №3 | 8 | 1 | 7 |
| | | | Захист лабораторної роботи №4 | 8 | 1 | 11 |
| | | | Контрольна робота № 2 | 12 | 7 | 9 |
| | | | Захист розрахунково-графічної роботи № 2 | 12 | 6 | 9 |
| | | | Захист теорії № 2 | 60 | 40 | 13 |
| | | | Всього по модулю 2 | 100 | 55 | 13 |
| Модуль 3 1.4 Будова і властивості металургійних розплавів 1.5 Основи взаємодії металевої, оксидної і газової фаз. | 1,5 | 0,34 | Захист лабораторної роботи № 5 | 12 | 1 | 15 |
| | | | Контрольна робота №3 | 16 | 7 | 11 |
| | | | Захист розрахунково-графічної роботи № 3 | 12 | 7 | 13 |
| | | | Захист теорії № 3 | 60 | 40 | 15 |
| | | | Всього по модулю 2 | 100 | 55 | 13 |
| Всього за 1 частину | | | | 100 | 55 | |
| Підсумковий контроль в 3 семестрі – ЗАЛК | | | | | | |

| 4 семестр | | | | | | |
|---|-----|------|--------------------------------|-----|----|----|
| Частина 2- Технологія металургійного виробництва | | | | | | |
| Модуль 4 2.1 Підготовка сирих матеріалів до плавки. 2.2 Металургійне паливо. 2.3 Виробництво чавуну. | 1,0 | 0,33 | Захист лабораторної роботи № 1 | 10 | 5 | 3 |
| | | | Контрольна робота № 1 | 65 | 40 | 7 |
| | | | Самостійна робота № 1 | 25 | 10 | 7 |
| | | | Всього по модулю 4 | 100 | 55 | 7 |
| Модуль 5 2.4 Виробництво сталі. | 2,0 | 0,33 | Захист лабораторної роботи № 2 | 10 | 5 | 9 |
| | | | Контрольна робота № 2 | 65 | 40 | 11 |
| | | | Самостійна робота № 2 | 25 | 10 | 11 |
| | | | Всього по модулю 5 | 100 | 55 | 11 |
| Модуль 6 2.5 Позапічна обробка, розливка і кристалізація сталі. 2.6 Виробництво феросплавів. 2.7 Металургія кольорових металів. | 1,0 | 0,34 | Захист лабораторної роботи № 3 | 10 | 5 | 13 |
| | | | Контрольна робота № 3 | 65 | 40 | 15 |
| | | | Самостійна робота № 3 | 25 | 10 | 15 |
| | | | Всього по модулю 6 | 100 | 55 | 15 |
| Всього за 2 частину | | | | 100 | 55 | |
| Підсумковий контроль в 4 семестрі – ЕКЗАМЕН | | | | | | |

Підсумкова оцінка виставляється за 100-бальною шкалою шкалою ECTS:

| Сума балів | ECST | Оцінка | Рівень компетентності |
|------------|------|----------|--|
| 90-100 | A | відмінно | Високий Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції студента в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін, а також знання, набуті при самостійному поглибленому вивченні питань, що відносяться до дисципліни, яка вивчається. |
| 81-89 | B | добре | Достатній Забезпечує здобувачу освіти самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні |

| | | | |
|--------------|-----------|--------------|---|
| | | | дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни |
| 75-80 | C | | Достатній Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення. |
| 65-74 | D | задовільно | Середній Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни |
| 55-64 | E | | Середній Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни |
| 30-54 | FX | незадовільно | Низький Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни |
| 0-29 | F | | Незадовільний Здобувач освіти не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни |

9. Методичне забезпечення

1. Теорія і технологія металургійного виробництва» для студентів спеціальності 136 «Металургія» ОП «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів» / Укл. М. А. Турчанін. – Краматорськ: ДГМА, 2025. – 22 с.
2. **Турчанін, М. А.** Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Теорія і технологія металургійного виробництва” для студентів спеціальності 136 «Металургія». Ч.1. Теорія металургійного виробництва / М.А. Турчанін. – Краматорськ: ДДМА, 2021. – 60 с.
3. **Турчанін, М. А.** Теорія і технологія металургійного виробництва. Ч.1. Теорія металургійних процесів: Навч. посіб. до практичних занять та вивчення дисципліни / М.А. Турчанін. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – 80 с.– ISBN 978-966-379-287-3.
4. **Турчанін, М. А.** Методичний посібник для виконання самостійної роботи та вивчення дисципліни “Теорія і технологія металургійного виробництва” для студентів спеціальності 7.090403. - Ч.1. Теорія металургійного виробництва / М.А. Турчанін, А.Р. Абдулов. - Краматорськ: ДДМА, 2006. - 48 с. - ISBN 966-379-088-1.
5. **Турчанін, М. А.** Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Теорія і технологія металургійного виробництва" для студентів спеціальності 136 «Металургія». Ч.2. Технологія металургійного виробництва / М.А. Турчанін. - Краматорськ: ДДМА, 2023. - 32 с.
6. **Турчанін, М. А.** Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Теорія і технологія металургійного виробництва” для студентів спеціальності 136

«Металургія». - Ч.3.: Спеціальні способи плавки / М.А. Турчанін. - Краматорськ: ДДМА, 2021. - 32 с.

7. **Турчанін, М. А.** Методичний посібник для виконання контрольних робіт та вивчення дисципліни “Теорія і технологія металургійного виробництва” студентами спеціальності 136 «Металургія» всіх форм навчання. Ч.2. Технологія металургійного виробництва / М.А. Турчанін, Н.П. Калашник. - Краматорськ: ДДМА, 2019. - 132 с.

10. Рекомендована література

Базова

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

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

Додаткова

3. **Ігнат'єв, В. С.** Теоретичні основи процесів кольорової металургії: підручник / Ігнат'єв В. С., Пожуєв В.І, Бредихін В.М. та ін. ; за ред. д.т.н., професора Червоного І.Ф.: Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 200 с. – ISBN 978-966-8462-70-2.

4. **Seetharaman S.** Fundamentals of Metallurgy / S. Seetharaman. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2005. – 576 p. – ISBN 978-1-85573-927-7.

5. **Верховлюк, А. М.** Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва. / А.М. Верховлюк, А.В. Нарівський, В.Г. Могилатенко. –К.: Вид. дім «Вініченко», 2016. – 224 с. – ISBN 978-966-2622-23-2

6. **Смірнов О. М.** Основи металургії: виробництво чавуну : підручник. Смірнов О. М., Семенко А. Ю., Скоробагатько Ю. П., Горюк М. С. Одеса : Олді+, 2023. – 192 с. – ISBN 978-966-289-813-2.

7. **Dutta S. K.** Basic Concepts of Iron and Steel Making / Dutta S. K., Chokshi Y. B. – Singapore: Springer Nature, 2020. – 645 p. – ISBN 978-981-15-2436-3

11. Електронні ресурси

Україномовні ресурси

1. Національна бібліотека України ім. Вернадського (електронні ресурси)
<http://www.nbuv.gov.ua> (Підручники, наукові статті і дисертацій з металургії).

2. Електронний архів НТУ «Дніпровська політехніка»
<https://ir.nmu.org.ua> (Навчальні матеріали з гірничої справи та металургії).

3. Репозитарій КПІ ім. Ігоря Сікорського

<https://ela.kpi.ua> (Підручники, лекції та наукові роботи з металургії і теорії металургійних процесів).

4. Наукові журнали України (портал НБУВ)

<http://journals.uran.ua> (Доступ до фахових журналів, у тому числі з металургії).

5. Сайт Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України

<http://www.isi.gov.ua> (Наукові публікації та дослідження в галузі металургії).

Англомовні ресурси

6. ScienceDirect (Metallurgy & Materials Science)

<https://www.sciencedirect.com> (Велика база статей з металургії та матеріалознавства).

7. SpringerLink (Materials Engineering)

<https://link.springer.com> (Книги та статті з теорії металургійних процесів).

8. ASM International (American Society for Metals)

<https://www.asminternational.org> (Професійні ресурси, довідники та стандарти).

9. MIT OpenCourseWare – Materials Science and Engineering

<https://ocw.mit.edu> (Безкоштовні курси з металургії та матеріалознавства).

10. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS)

<https://www.tms.org> (Сучасні дослідження та конференції у сфері металургії)

Робочу програму склав

професор кафедри ТОЛВ, д-р. хім. наук



Михайло ТУРЧАНІН