



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальни- ми властивостями

Шифр та назва спеціальності

G10 – Металургія

Інститут

ННІ Механічної інженерії та транспорту

Спеціалізація

–

Кафедра

Ливарного виробництва (142)

Освітня програма

Металургійні процеси та системи

Тип дисципліни

Обов'язкова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Заочна

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Пономаренко Ольга Іванівна

Olha.Ponomarenko@khpi.edu.ua

доктор технічних наук, професор кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 35 років. автор більш ніж 380 науково- та навчально-методичних праць, з них 20 навчально-методичного характеру, 8 методичних посібників з грифом Міносвіти України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Формувальні матеріали і суміші», «Теорія формування відливок», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Аддитивні технології у ливарному виробництві», «Аналіз і синтез ливарних систем»,

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс лекцій містить розширені відомості про кольорові сплави, які сьогодні активно використовуються в промисловості для виробництва виливків, такі як титанові, нікелеві, магнієві, мідні, цинкові сплави. Наведено відомості про загальні принципи розробки ливарних сплавів, методи розрахунку шихти. Огляд конкретних груп сплавів засновані на основі фундаментальних уявлень теорії діаграм стану. Наведено загальні характеристики сплавів та його взаємодії з іншими елементами. Для кожної групи сплавів викладено фізико-хімічні та технологічні основи плавки, наведено варіанти їх отримання у сучасних плавильних агрегатах. Розглянуто весь цикл отримання виливків з цих сплавів від використовуваних для виробництва формувальних сумішей і технологічного процесу отримання сплаву до заливки металу у форму.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – дати майбутнім спеціалістам знання по технології виробництва виливок зі спеціальними властивостями від вибору та приготування сплаву до отримання якісних виливок у формі.

В результаті вивчення курсу студент повинен знати:

- принципи розробки ливарних сплавів;
- вміти вибрати сплав в залежності від потреб заказчика;
- розробити технологію плавки для конкретного плавильного агрегату;
- зробити розрахунок шихти; розробити технологічний процес отримання виливок;
- вибрати спосіб її виготовлення, вибрати матеріал форми та стержнів;
- обосновати з економічної точки зору вибраний технологічний процес.

Формат занять

Лекції, лабораторні та практичні роботи, розрахункові завдання, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

СК3. Здатність забезпечувати якість в металургії.

СК5. Здатність науково обґрунтовувати вибір матеріалів, основного та допоміжного обладнання для реалізації металургійних технологій.

Результати навчання

РН1. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.

РН5. Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.

РН 9 Організовувати і керувати лабораторним контролем сировини і продукції металургійного виробництва.

РН 11. Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

РН 12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

РН 16. Розуміння різних способів формоутворення та проектування оснащення для різних видів литва.



Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 4 год., лабораторні роботи -2 год, практичні роботи -2 год, самостійна робота – 142 год. Курс передбачає підготовку розрахункового завдання за індивідуальною темою.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Хімія», «Екологія», « Прикладне матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів», «Формувальні матеріали і суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Теорія формування відливок», «Ливарні сплави та технологія плавки», «Печі ливарних цехів».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в галузі технології виробництва виливок зі спеціальними властивостями та фізико-хімічних основ ливарного виробництва. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ Значення та задачі дисципліни. Література.	0,5
Тема 2. Класифікація ливарних сплавів Загальна класифікація ливарних сплавів із спеціальними властивостями за властивостями, складом, призначенням. Загальні вимоги до ливарних сплавів. Принципи розробки ливарних сплавів. Компоненти сплаву (базові елементи, легуючі, модифікуючі добавки, домішки). Синтез сплавів.	
Тема 3. Нікелеві сплави. Загальна характеристика нікелю і його взаємодії з іншими елементами. Вплив елементів: вуглець, сірка, магній, свинець, вісмут, сурма, миш'як, фосфор, кисень на властивості нікелевих сплавів. Взаємодія нікелю з легуючими елементами. Маркування. Корозійностійкі, жаростійкі, жароміцні сплави з нікелю. Корозійностійкі сплави типу <i>Ni-Cu</i> , <i>Ni-Cu-Sn</i> , <i>Ni-Si</i> . Властивості, переваги, недоліки, застосування. Жаростійкі сплави <i>Ni-Cr</i> . Легування, властивості, переваги, недоліки, застосування. Жароміцні сплави. Легування. Мікроструктура жароміцних сплавів. Властивості, переваги, недоліки, застосування. Плавка нікелевих сплавів. Особливості плавки. Шихтовка і послідовність завантаження. Плавильні печі. Вакуумні, індукційні, дугові, футерування. Послідовність процесу різних печей. Флюси, розкислювачі. Плавка в індукційних низько- і високочастотних печах. Рафінування. Плавка в дугових печах. Особливості технології виробництва фасонних виливків з нікелевих сплавів. Вимоги до стрижневих і формувальних сумішей. Розрахунок систем ливників. Холодильники, додатки. Литво в піщані форми, в керамічні форми і по моделях, що виплавляються.	0,5
Тема 4. Тугоплавкі метали і сплави. Класифікація за температурою, по щільності, по мірі розташування в земній корі т.д. Властивості, застосування.	0,5
Тема 5. Сплави для виливків на основі титану, властивості. Модифікації титану,	0,5



хімічна активність, взаємодія з газами O_2 , N_2 , H_2 , C , парами води. Дія Fe , Si . Застосування. Вплив легуючих елементів на властивості Ti -сплавів. Класифікація α -сплавів Ti . Маркіровка. Ливарні властивості: рідкотекучість, усадка, утворення дефектів. Характеристика найбільш часто вживаних сплавів ВТ5Л, ВТ3-1Л. Плавка титанових сплавів. Особливості. Печі для плавки: вакуумно-дугові, електро-лучеві і плазмові. Плавка у вакуумно-дугових гарнісажних печах для фасонних виливків. Використання графітових тиглів. Шихтовка. Режим плавки. Угар елементів. Виробництво виливків у вакуумно-дугових печах. Шихтовка. Виготовлення електродів, що витрачаються. Матеріали, процес виготовлення пресуванням і спіканням. Послідовність плавки з електродом, що витрачається. Особливості технології виробництва фасонних Ti -виливків. Вимоги до різних груп Ti -виливків. Труднощі виготовлення. Разові високовогнетривкі набивні і керамічні форми, металеві і графітові кокіль. Схема технологічного процесу при литві в разові форми. Магнетитові графітові суміші. Зв'язуючі. Механізм тверднення сумішей. Тривалість перемішування. Виготовлення форм з графітових сумішей. Їх зміцнення за рахунок випалення і наявності катализаторів. Режим випалення. Охолодження форм. Виготовлення форм з графітових сумішей литвом по моделях, що виплавляються. Оболонкові форми. Проектування технології виготовлення виливків з Ti -сплавів. Системи ливників, додатки, їх розміри.

Тема 6. Мідні сплави. Загальна характеристика Cu і взаємодія її з іншими елементами. Маркіровка мідних сплавів. Ливарні бронзи. Олов'яні бронзи. Механічні і ливарні властивості бронз. Свинцеві бронзи. Al -бронзи. Ливарна латунь. Механічні і ливарні властивості латуні. Плавка мідних сплавів. Рафінування. Технологія плавки. Лігатури, їх приготування. Плавка подвійної і багатокомпонентної латуні. Плавка безоловянних бронз, свинцевих, берилієвих, крем'янистих бронз. Модифікування. Розробка технологічного процесу плавки бронзи або латуні певної марки. Розкислювання міді.

Тема 7. Магнієві сплави. Загальна характеристика Mg і його взаємодія з іншими елементами. Взаємодія з легуючими елементами: кадмієм, літієм, цирконієм, церієм, La , Nd , Th , Mn . Класифікація магнієвих ливарних сплавів. Маркіровка. Сплави системи $Mg-Al-Zn$ (МЛ4, МЛ5, МЛ6), $Mg-Zn-Zr-Me$ (МЛ-8, МЛ12, МЛ15, МЛ17), $Mg-Nd-Zr$ (МЛ9, МЛ10, МЛ19), $Mg-PZM-Zr$ (МЛ11). Технологічні, ливарні, механічні властивості. Плавка магнієвих сплавів. Фізико-хімічна характеристика процесу. Методи захисту розплаву від взаємодії з газовою атмосферою. Способи рафінування Mg -сплавів. Технологія плавки. Печі. Модифікування. Плавка в печах тиглів. Технологія плавки Mg -сплавів за рахунок переплавки чушкового сплаву з додаванням звороту. Плавка Mg -сплавів в 2 стадії: приготування попереднього і робочого сплавів. Особливості розливання Mg -сплавів. Дослідження ефективності різних методів рафінування Mg -сплавів від оксидних або шлакових включень.

Тема 8. Цинкові ливарні сплави. Загальна характеристика цинку, застосування. Легуючі елементи, маркіровка. Сплав системи $Zn-Al$, $Zn-Cu$. Технологічні, механічні і ливарні властивості. Плавка цинкових сплавів. Рафінування.

Тема 9. Ювелірне литво, підшипникові сплави, кам'яне литво.. Виробництво виливків з золота, срібла, платіни. Підшипникові сплави. Вимоги, класифікація, структура і властивості підшипникових сплавів. Сплави на олов'яній, свинцевій, свинцево-олов'яній, кадмієвій, цинковій, Al , Cu і Fe -основах. Металокерамічні і антифрикційні матеріали. Литво з неметалічних матеріалів. Пластмаси. Застосування, властивості. Кам'яне



литво. Застосування, властивості. Сировина, склад і властивості виливків. Виробництво кам'яного литва з діабазу, базальту, світлого камня, шлаку.

Загальна кількість годин

4

Практичні заняття

Теми практичних занять

Кількість годин Вагові коефіцієнти a

Тема 1. Методи розрахунку шихти для виплавки ливарних сплавів зі спеціальними властивостями.
Аналітичний метод.

0,5

1

Тема 2. Методи розрахунку шихти для виплавки ливарних сплавів зі спеціальними властивостями.
Графічний метод та графоаналітичний методи.

0,5

1

Тема 3. Методи розрахунку шихти для виплавки ливарних сплавів зі спеціальними властивостями.
Метод послідовного коригування.

0,5

1

Тема 4. Методи розрахунку шихти для виплавки ливарних сплавів зі спеціальними властивостями.
Розрахунок шихти шляхом підбору та розрахунок шихти з допомогою ПК.

0,5

1

Загальна кількість годин

2

$$\sum_{i=1}^n a_i = 4$$

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять

Кількість годин Вагові коефіцієнти a

Тема 1. Розкислювання міді.

Для захисту від окислення плавку мідних сплавів ведуть під покровом деревного вугілля або флюсів на основі фторидів, скла або соди (2-3% маси розплаву). Щоб попередити утворення твердих нерозчинних оксидів, мідь перед введенням легуючих елементів розкислюють 0,1 - 0,15% фосфором.

0,5

1

Тема 2. Оцінка ефективності різних способів рафінування Си-сплавів від неметалічних включень.

Рафінування мідних розплавів здійснюють з метою зниження вмісту газів і видалення зважених неметалевих включень. Дегазацію мідних розплавів здійснюють продуванням інертними газами (аргон, азот), обробкою фторидами і флюсами, вакуумуванням, ці ж способи поряд з фільтруванням застосовують для очищення розплавів від зважених неметалевих включень.

0,5

1

Тема 3. Дослідження ефективності різних методів рафінування Mg-сплавів від оксидних або шлакових включень.
Найпростіший спосіб відокремлення неметалевих включень - відстоювання. ефективним способом очищення є обробка розплаву флюсами.

0,5

1

Тема 4. Дослідження ефективності крейди і гексахлоретану при модифікуванні сплавів системи магній-алюміній-цинк.

0,5

1



Для подрібнення зерна і підвищення механічних властивостей магнієві сплави, що містять алюміній, модифікують перегрівом або додаванням речовин що містять вуглець.

Загальна кількість годин

2

$$\sum_{i=1}^n a_i = 4$$

Контрольні роботи

Контрольні роботи з курсу «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями»

Вагові коефіцієнти b

Модульна контрольна робота № 1

1

1. Загальна класифікація ливарних сплавів за складами, властивостями, призначенням.
2. Сплави для виливків на основі Ti. Властивості. Загальна характеристика титана і його взаємодія з іншими елементами.
3. Принципи розробки ливарних сплавів. Компоненти сплаву.
4. Вплив легуючих елементів на властивості Ti-сплавів.
5. Загальна характеристика нікелю і його взаємодія з іншими елементами.
6. Печі для плавки Ti-сплавів. Плавка у вакуумно-дугових печах гарнісажів для фасонних виливків. Шихтовка. Режим плавки. Угар елементів.
7. Взаємодія Ni з легуючими елементами.
8. Особливості технології виготовлення фасонних виливків з Ti-сплавів. Разові високовогнетривкі набивні і керамічні форми, металеві і графітові кокілі.
9. Корозійні стійкі сплави типу Ni-Cu, Ni-Cu-Sn, Ni-Si. Властивості, переваги, недоліки, застосування.
10. Виготовлення Ti-електродів, що витрачаються. Процес виготовлення. Методи виготовлення електродів, що витрачаються. Послідовність плавки з електродом, що витрачається.
11. Жаростійкі Ni-сплави. Легування. Властивості, переваги, недоліки, застосування.
12. Виробництво Ti-слитків у вакуумно-дугових печах. Шихтовка.
13. Плавка Ni-сплавів. Особливості плавки. Шихтовка, послідовність завантаження. Плавилисьні печі. Флюси, розкислювачі.
14. Суміші для форм при виплавці Ti-сплавів. Магнетитові, графітові суміші, зв'язуючі смоли.
15. Плавка Ni-сплавів в індукційних печах. Рафінування.
16. Характеристика найбільш часто вживаних сплавів BT5Л, BT3-1Л. Схема технологічного процесу при литві в разові форми.
17. Особливості технології виробництва фасонних виливків з Ni-сплавів. Вимоги до стріжневих і формувальних сумішей.
18. Ливарні властивості Ti-сплавів. Проектування технології виготовлення виливків з Ti-сплавів. Системи ливників, прибутки.
19. Лиття Ni-сплавів в піщані, керамічні форми і по моделях, що виплавляються.
20. Тугоплавкі метали і сплави. Класифікація. Застосування.

Модульна контрольна робота № 2

1

1. Загальна характеристика міді і її сплавів.
2. Модифікування магнієвих сплавів.
3. Маркування мідних сплавів.



4. Технологія плавки магнієвих сплавів.
5. Взаємодія міді з Ni, Mn, Fe, Si, P.
6. Плавка магнієвих сплавів. Фізико-хімічна характеристика процесу.
7. Взаємодія міді з Zn, Sn, Sb, Al, Ti, P.
8. Рафінування магнієвих сплавів.
9. Олов'яні бронзи. Склад, механічні та ливарні властивості.
10. Особливості розливання магнієвих сплавів.
11. Свинцеві бронзи. Склад, механічні та ливарні властивості. Застосування.
12. Технологія плавки магнієвого сплаву (переплав чушкового сплаву з добавкою повернення).
13. Алюмінієві бронзи. Склад, механічні та ливарні властивості. Застосування.
14. Технологія плавки магнієвого сплаву в дві стадії (приготування попереднього і робочого сплавів).
15. Літейні латуні. Склад, механічні та ливарні властивості латуней.
16. Магнієві ливарні сплави системи Mg- Al-Zn. Технологічні та ливарні властивості.
17. Загальна характеристика магнію і його сплавів.
18. Плавка мідних сплавів. Фізико-хімічна характеристика процесу.
19. Взаємодія магнію з легуючими елементами Zr, Nd, La, Ce, Th.
20. Рафінування мідних сплавів.
21. Магнієві сплави системи Mg- Zn-Zr- Me. Технологічні, механічні та ливарні властивості.
22. Технологія плавки бронз.
23. Магнієві сплави систем Mg-Nd- Zr, Mg- PЗМ-Zr. Технологічні, механічні та ливарні властивості.
24. Технологія плавки латуней.

Загалом

$$\sum_{i=1}^n b_i = 2$$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 2. Класифікація ливарних сплавів

10

Загальні вимоги до ливарних сплавів. Основні поняття та класифікація. Застосування та значення металів у різних галузях промисловості. Компоненти сплаву (базові елементи, легуючі, модифікуючі добавки, домішки). Загальні вимоги до ливарних сплавів.

Тема 3. Нікелеві сплави.

12

Корозійностійкі, жаростійкі, жароміцні сплави з нікелю. Маркіровка. Властивості, переваги, недоліки, застосування.

Тема 4. Тугоплавкі метали і сплави.

12

Властивості та застосування тугоплавких металів і сплавів.

Тема 5. Сплави для виливків на основі титану, властивості.

12

Класифікація Ti-сплавів. Маркіровка. Ливарні властивості. Застосування. Плавка титанових сплавів. Особливості. Проектування технології виготовлення виливків з Ti-сплавів. Системи ливників, додатки, їх розміри.



Тема 6. Мідні сплави.	12
Загальна характеристика. Маркіровка мідних сплавів. Ливарні бронзи. Механічні і ливарні властивості бронз. Ливарна латунь. Механічні і ливарні властивості латуні. Плавка мідних сплавів. Технологія плавки. Розробка технологічного процесу плавки бронзи або латуні певної марки. Розкислювання міді.	
Тема 7. Магнієві сплави.	12
Загальна характеристика <i>Mg</i> і його сплавів. Маркіровка. Сплави системи <i>Mg- Al - Zn</i> (МЛ4, МЛ5, МЛ6), <i>Mg-Zn-Zr-Me</i> (МЛ-8, МЛ12, МЛ15, МЛ17), <i>Mg-Nd-Zr</i> (МЛ9, Мл10, Мл19), <i>Mg-PЗМ-Zr</i> (Мл11). Технологічні, ливарні, механічні властивості. Плавка магнієвих сплавів.	
Тема 8. Цинкові ливарні сплави.	12
Загальна характеристика цинку, застосування. Маркіровка. Технологічні, механічні і ливарні властивості. Плавка цинкових сплавів.	
Тема 9. Ювелірне литво, підшипникові сплави, кам'яне литво.	12
Підшипникові сплави. Вимоги, класифікація, структура і властивості підшипникових сплавів. Литво з неметалічних матеріалів. Кам'яне литво. Застосування, властивості.	
Загальна кількість годин	106

Тематика індивідуальних завдань

Виконання розрахункового завдання передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з розробки технології отримання сплаву зі спеціальними властивостями відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг звіту: 15–20 сторінок основного тексту. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [8]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Теми індивідуальних завдань

Тема 1. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу БрА10Ж4Н4Л при виплавці сплаву в печі ІЛТЗ:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями.
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Тема 2. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу АК12М2МгН при виплавці сплаву в печі САТ 0,04:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями.
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури

Тема 3. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу БрОЗЦ7С5Н1 при виплавці сплаву в печі ІТЛ1:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями.



3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Тема 4. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу ЛАЖ 60-1-1Л при виплавці сплаву в печі ІТЛ1:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями .
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Тема 5. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу ЦАМ4-1 при виплавці сплаву в печі САТ 0,04:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями .
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Тема 6. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу ЖС6-К при виплавці сплаву в печі ІСВ-0,16:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями .
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Тема 7. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу ВТ20Л при виплавці сплаву в печі ІСВ-0,16:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями .
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Тема 8. Для заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу МЛ4 при виплавці сплаву в печі ІАТ-0,16:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву. Дати опис механічних і ливарних властивостей сплаву. Привести переваги, недоліки, галузі застосування сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями .
3. Виконати розрахунок шихти сплаву.
- 4.. Привести список використаної літератури.

Загальна кількість годин

36

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Література та навчальні матеріали

Основна література



Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

- 1.Металургія рідкісних металів: підручник / І.Ф.Червоний, І.В. Пітак, О.І. Пономаренко та інші. – Харків: «Друкарня Мадрид», 2019. – 162с.
2. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Akimov, O., Vasilets, V., Lopes, H. (2025). Study of the Laws of Random Fluctuations in the Parameters of Foundry Processes and the Quality of Castings. In: Machado, J., Trojanowska, J., Ottaviano, E., Xavior, M.A., Valášek, P., Basova, Y. (eds) Innovations in Mechanical Engineering IV. 2025. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-93554-1_36
- 3.Пантейков С.П.Спеціальна металургія сталей і сплавів. Т.2.Процеси спеціальної металургії:навч.посібник./ С.П. Пантейков,М.А. Кашеев –Кам'янське:ДДТУ.2022. –273с.
- 4.Пантейков С.П.Спеціальна металургія сталей і сплавів. Т.1.Процеси спеціальної металургії:навч.посібник./ С.П. Пантейков,М.А. Кашеев –Кам'янське:ДДТУ.2021. –118с.
- 5.Позапічне оброблення стали:способи, процеси, технології [Текст]/В.О. Шаповалов, Ф.К. Біктагіров, В.Г. Могилатенко - К.: Хімджест,2023. –360с.
6. Тренъов М. С. Аналіз способів вводу наночасток в сплави на основі алюмінія. / М.С. Тренъов, О.І. Пономаренко, Князев С.А. //Метал та лиття України –2025. – Том 33. – № 1 (340). – С. 25-31.
DOI: <https://doi.org/10.15407/steelcast2025.01.025>
- 7.Порошкові титанові сплави для адитивних технологій: структура, властивості, моделювання: монографія / О.В. Овчинников, З.А. Дурягіна, Т.Є. Романова, І.А. Лемішка, А.В. Панкратов, В.В. Кулик, Ю.Ф. Басов, М.В. Хазнаферов. – Київ: Наукова думка, 2021. – 196 с.
8. Trenov, M., & Ponomarenko, O. (2026). Determination of the influence of the method of introducing C₆₀ fullerenes and functionalized carbon nanotube on the formation of the properties of aluminum alloy. Technology audit and production reserves, 1(1 (87)), 44-49. (Scopus, Україна, А).
- URL: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2026.353175>
- 9.Тренъов М. С. Використання нанодисперсних матеріалів для вдосконалення властивостей алюмінієвих сплавів у ливарному виробництві [Електронний ресурс] / М. С. Тренъов, О. І. Пономаренко // Литво. Металургія. 2025 = Foundry. Metallurgy. 2025 : матеріали 21-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 27-29 травня 2025 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.] ; заг. ред. О. І. Пономаренко. – Електрон. текст. дані. – Харків ; Київ, 2025. – С. 285-287. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/90592>;
- 10.. Тренъов М. С. Формування нових властивостей алюмінієвих виливків за рахунок наноструктурних добавок / М. С. Тренъов О. І. Пономаренко // Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2025 : матеріали 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 25-26 вересня 2025 р. ; заг. ред. Р. В. Лютий. – Київ : НТУУ "КПІ", 2025. – С. 488-491 – URI; <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/94676>
- 11.Тренъов М. С. Нанотехнології у вдосконаленні алюмінієвих сплавів у ливарному виробництві [Електронний ресурс] / М. С. Тренъов, О. І. Пономаренко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. XXXIII Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2025, 14–17 трав. 2025 р. / за ред. Є. І. Сокола ; уклад. Г. В. Лісачук ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т» [та ін.]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2025. – С. 418. – URI; <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/90474>
12. Тренъов М. С. Порівняльний аналіз методів модифікування алюмінієвого сплаву АК12 нанодисперсними вуглецевими матеріалами / М. С. Тренъов, О. І. Пономаренко // Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. XIX Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–21 листоп. 2025 р. / за ред. Є. І. Сокола ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т» [та ін.]. – Харків, 2025. – С. 861–862. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/101570>
13. Тренъов М. С. Підвищення механічних та фізичних властивостей алюмінієвих сплавів за допомогою використання нанодисперсних матеріалів / М. С. Тренъов, О. І. Пономаренко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. XXXI Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023,



17–20 трав. 2023 р. / за ред. Є. І. Сокола ; уклад. Г. В. Лісачук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – С. 322. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/69973>;

14. Technology of castings restoration by casting alloyed thermite melt onto the surface / L N Saithareiev, I E Skidin, O I Ponomarenko, O S Vodennikova. S A Vodennikov // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. Vol 1415 Matters 21/05/2024 - 24/05/2024 Kryvyi Rih, Ukraine DOI 10.1088/1755-1315/1415/1/012076

<https://www.scopus.com/pages/publications/85212868026?origin=resultslist>

15.. Klymenko, S., Verkhovliuk, A., Sevoian, A., Akimov, O., Ponomarenko, O., Penziev, P. (2024). Determining rational complex modifying and alloying additives to improve the mechanical characteristics of gray cast iron. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(12 (132), 15–23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.318552>

Додаткова література

1.. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями" [Електронний ресурс] : для студентів денної та заочної форми навчання за спец. G9 "Прикладна механіка" та G10 "Металургія" / уклад.: Пономаренко О. І., Масалітіна О. В., Петрова Ю. В. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ «ХПІ», 2025. – 34 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/87592>

2..Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності G10 «Металургія» / уклад. Пономаренко О. І. –Х.: НТУ «ХПІ», 2025 – 24 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91952>

3...Tatiana Lysenko, Kyryll Kreitzer, Evgeny Kozishkurt, Vadym Dotsenko, Olga Ponomarenko (2022) New Technology for Producing Castings from Magnesium Alloys with Increased Corrosion Resistance International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2022, June 7–10, 2022, Poznan, Poland – Volume 1: Manufacturing and Materials Engineering. Pages 445-454. Springer, Cham. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85131956683&origin=resultslist&sort=plf-f>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні та лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з екзаменом), k_4
0,4	0,2	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + К \cdot k_2 + І \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 $І$ – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 $К$ – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
 $Пк$ – оцінка за підсумковий контроль.



$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^8 a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^2 b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (Π , K , I ,...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

24.06.2026

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри

Ольга ПОНОМАРЕНКО

24.06.2026 Дата погодження,
підпис



Гарант ОП

Дмитро ДЬОМІН





Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»