



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальни- ми властивостями

Шифр та назва спеціальності

136 – Металургія

Інститут

ННІ Механічної інженерії та транспорту

Освітня програма

Металургійні процеси та системи

Кафедра

Ливарного виробництва (142)

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Тип дисципліни

Обов'язкова

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», «Адитивні 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 виливків зі спеціальними властивостями від вибору та приготування сплаву до отримання якісних виливків 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, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації.
Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

СК3. Здатність забезпечувати якість в металургії.

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 6. Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.

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

РН 14. Розуміння різних способів формоутворення та проектування оснащення для різних видів литва.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи -16 год, практичні роботи -16 год, самостійна робота –86 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

Теми лекційних занять



Тема 1. Вступ

Значення та задачі дисципліни. Література.

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. Маркіровка. Корозійностійкі, жаростійкі, жароміцні сплави з нікелю. Корозійностійкі сплави типу *Ni-Cu*, *Ni-Cu-Sn*, *Ni-Si*. Властивості, переваги, недоліки, застосування.

Жаростійкі сплави *Ni-Cr*. 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 височастотних 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

Тема 4. Тугоплавкі метали і сплави.

Класифікація за температурою, по щільності, по мірі розташування в земній корі т.д. Властивості, застосування.

Тема 5. Сплави для виливків на основі титану, властивості. Модифікації титану, 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. Магнезитові 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-PЗМ-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, платини

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.

Теми практичних занять

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

Аналітичний метод.

Тема 2. Методи розрахунку шихти для виплавки ливарних сплавів зі спеціальними властивостями.

Графічний метод та графоаналітичний методи.

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

Метод послідовного коригування.

Тема 4. Методи розрахунку шихти для виплавки ливарних сплавів зі спеціальними властивостями.

Розрахунок шихти шляхом підбору та розрахунок шихти з допомогою ПК.

Теми лабораторних робіт

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.

Тема 2. Оцінка ефективності різних способів рафінування Cu-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.

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.

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



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

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з розробки технології отримання сплава зі спеціальними властивостями. Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література

- 1.Металургія рідкісних металів: підручник / І.Ф.Червоний, І.В. Пітак, О.І. Пономаренко та інші. – Харків: «Друкарня Мадрид», 2019. – 162с.
- 2.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.
- 3.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.
- 4.Позапічне оброблення сталі:способи, процеси, технології [Текст]/В.О. Шаповалов, Ф.К. Біктагіров, В.Г. Могилатенко - К.: Хімджест,2023. –360с.

Додаткова література

5.Tatiana Lysenko, Kyryll Kreitser, Evgeny Kozishkurt, Vadym Dotsenko, Olga Ponomarenko (2022) New Technology for Producing Castings from Magnesium Alloys with Increased Corrosion Resistance (Новая технология получения отливок из магниевых сплавов с повышенной коррозионной стойкостью). 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=resultlist&sort=plf-f>

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (20%) та поточного оцінювання (80%).

Залік: письмове завдання (2 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 модульні контрольні (по 10 %), лабораторні, практичні та розрахункові завдання (по 20%).

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

Студент 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

24.06.2024

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри

Олег АКІМОВ

24.06.2024

Дата погодження, підпис



Гарант ОП

Ольга ПОНОМАРЕНКО

