



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

РЕСУРСОЗБЕРЕГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЛАВКА СПЛАВІВ ЗІ СПЕЦІАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Шифр та назва спеціальності
131 – Прикладна механіка

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Освітня програма
Прикладна механіка. Комп'ютеризоване ливарне виробництво, художнє та ювелірне литво

Кафедра
Ливарного виробництва (142)

Рівень освіти
Магістр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова).

Семестр
1

Мова викладання
Українська, англійська

Викладачі, розробники



Пономаренко Ольга Іванівна,

Olha.Ponomarenko@khpі.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 Міністерства України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Формувальні матеріали і суміші», «Теорія формування відливок», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Робочі процеси сучасних виробництв», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Адитивні технології у ливарному виробництві»

[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, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК5. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування

ФК3. Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків.

ФК7. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК8. Здатність генерувати нові ідеї та уміння обґрунтування нових інноваційних проектів та просування їх на ринку.

ФК11. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

Результати навчання

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

РН11. Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки. (1,9).

РН11 Розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки. (1,4)

РН18. Продемонструвати знання та розуміння основ організації дослідницького (наукового) процесу.



Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., лабораторні роботи -16 год, практичні роботи -16 год, самостійна робота –100 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», «Формувальні матеріали і суміші», «Теорія формування відливок», «Основи теорії ливарних сплавів», «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

Вступ. Значення та задачі дисципліни. Література.

Тема 1. 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 2. 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 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..

Тема 3. Тугоплавкі метали і сплави.

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

Тема 4. 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 Ті-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*-вливків. Вимоги до різних груп *Ti*-вливків. 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 5. 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.

Оцінка ефективності різних способів рафінування *Cu*-сплавів від неметалічних включень.

Тема №6. 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. Дослідження ефективності крейди і гексахлоретану при модифікуванні сплавів системи магній-алюміній-цинк.

Тема 7. 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 №8. 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.

Теми лабораторних і практичних робіт

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

Тема 2. Розкислювання міді.

Тема 3. Оцінка ефективності різних способів рафінування *Cu*-сплавів від неметалічних включень .

Тема 4. Дослідження ефективності різних методів рафінування *Mg*-сплавів від оксидних або шлакових включень.

Тема 5. Дослідження ефективності крейди і гексахлоретану при модифікуванні сплавів системи магній-алюміній-цинк.



Самостійна робота

Курс передбачає розрахункове завдання за індивідуальною темою.

На підставі заданої марки сплаву вилівка і хімічного складу металу:

1. Описати фізико-хімічні властивості сплаву.
2. Розробити технологічний процес плавки сплаву із спеціальними властивостями .
3. Произвести розрахунок шихти сплаву.
4. Привести список використаної літератури

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. Пеліх В.Ф. Фізико-хімічні основи ливарного виробництва: Навч. Посібник / В.Ф. Пеліх – К.: ІСДО, 1996. -156 с.
3. Сабірзянов Т.Г. Теплотехніка ливарних процесів [Текст] : навчальний посібник / Т.Г. Сабірзянов , В.М. Кропівний – Кіровоград : КРТУ, 2005. – 402с.

Додаткова література

1. Методи розрахунку шихти для плавлення ливарних сплавів. Системний підхід. Навч. посібник/В.Ф. Пеліх, О. І. Пономаренко, А.В. Никифоров. - К.: ІСДО, 1998. - 72 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

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

Поточне оцінювання: 2 модульні контрольні та розрахункове 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

22.08.2023

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Олег АКІМОВ

22.08.2023

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олександр ШЕЛКОВИЙ

