



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

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
Вибіркова

Семестр
2

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 Міністерства освіти України, 1 підручник, 3 монографії та 17 авторських свідоцтв і патентів.

Курси: «Формувальні матеріали і суміші», «Фізико-хімічні основи ливарного виробництва», «Теорія формування відливок», «Аналіз і синтез ливарних систем», «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями», «Конструювання литих виробів та оснащення», «Адитивні технології у ливарному виробництві».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

У курсі лекцій розглядаються результати теоретичних та експериментальних досліджень впливу наноматеріалів (ультрадисперсних порошоків) на властивості металевих, полімерних та еластомірних матеріалів. Наведено фізико-хімічні характеристики ультрадисперсних карбідів та боридів, синтезованих у плазмовому потоці азоту.

Наведено технології підготовки та введення ультрадисперсних частинок у розплав, термодинаміка взаємодії їх з рідким металом, умови оптимального модифікування, що підвищує механічні та експлуатаційні властивості литого металу.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – надати майбутнім фахівцям глибоких теоретичних знань та практичних навичок по основним методам розробки сплавів з використанням наноматеріалів для підвищення їх механічні та експлуатаційні властивостей.

В результаті вивчення курсу студент повинен знати методику розробки сплавів з використанням наноматеріалів:

- вміти чітко сформулювати завдання на сплав;
- здійснити вибір основи сплаву;
- зробити вибір наноматеріалів;
- розробити метод вводу наноматеріалів в расплав металу;
- розробити технологію для конкретного сплаву;
- на основі планованого експерименту побудувати математичну модель сплаву та провести його оптимізацію;
- обґрунтувати з економічної точки зору вибраний сплав з використанням наноматеріалів та технологічний процес його одержання.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК3. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК4. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК 7. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

СК1. Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері металургії, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

СК2. Здатність враховувати технічні, правові, соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні аспекти інженерних та управлінських рішень в металургії.

СК3. Здатність забезпечувати якість в металургії.

СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії.

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

СК 6 Здатність оцінювати технічні, економічні, екологічні, безпекові та інші ризики при плануванні або впровадженні нових технологічних процесів.

СК7. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження в металургії та інтерпретувати їх результати.

СК11. Здатність проводити пошук та аналіз науково-технічної інформації за фахом, вивчення, вітчизняного й закордонного досвіду, структурувати та використовувати в дослідницькій діяльності

СК12. Здатність здійснювати оптимізацію технологічних процесів з метою отримання якісної продукції.

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.

РН2. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її, обирати оптимальні методи та здійснювати статистичний аналіз даних.

РН 5 Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.



РН6. Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.

РН7. Аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження

РН8 Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.

РН 10 Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи -16 год, самостійна робота –72 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», «Ресурсозберігаючі технології в ливарному виробництві», «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 адитивних технологій у ливарному виробництві. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook..

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ.

Значення та задачі ОК. Література. Історичні передумови появи потреби по використанню наноматеріалів. Огляд досягнень у сфері металургії і ливарного виробництва за останні роки. Сфера їх застосування.

Тема 1. Фундаментальні властивості наноматеріалів.

Елементи стандартизації для наномасштабного рівня структурної організації. Шляхи формування наноструктур. Класифікація наноматеріалів. Нанокристалічний структурний стан. Структура та функціональні особливості міжкристалітної границі в наноматеріалах. Фізичні причини специфіки властивостей наночастинок і наноструктурних матеріалів. Класифікація нанооб'єктів. Класифікація нанооб'єктів за їх розмірністю. Кластери. Зародження та зростання кластерів. Структурні особливості нанокластерного стану матеріалу. Особливості формування структури у нерівноважних умовах.

Тема 2. Аморфні матеріали.

Властивості аморфних металевих систем. Аморфні сплави.

Тема 3. Наноматеріали і нанопористі матеріали.

Наноконпозиційні матеріали. Нанопористі матеріали.

Тема 4. Вуглець і вуглецеві матеріали.

Вуглець як хімічний елемент. Поширеність вуглецю в природі. Коротка історія відкриття та вивчення атомарного вуглецю. Будова атому вуглецю, гібридизація його атомних орбіталей та характер утворюваних ним зв'язків. Алотропні форми вуглецю та матеріали на їх основі. Алмаз. Загальна характеристика алмазу. Історія отримання штучних алмазів. Карбін – наноалотропна форма вуглецю. Фулерени. Історія відкриття фулеренів. Види фулеренів, їх позначення та



термінологія. Будова і властивості молекул фулеренів C₆₀ та C₇₀. Кристалічна будова і основні фізичні властивості фулеритів C₆₀ та C₇₀. Основні хімічні властивості фулеренів. Природні фулерени. Синтез похідних фулеренів. Виділення та розділення фулеренів.

Тема 5. Сучасний стан та основні напрями застосування ультрадисперсних порошків тугоплавких сполук у металургії, ливарному виробництві та композиційному матеріалознавстві.

Оцінка ефективності застосування ультрадисперсних порошків у технології модифікування сплавів.

Тема 6. Загальна характеристика ультрадисперсного стану тугоплавких карбідів та боридів.

Кристалічна структура. Фазовий склад. Форма і розмір частинок. Властивості ультрадисперсних порошків, пов'язані зі станом поверхні. Особливості стану поверхні УДП. Взаємодія УДП з атмосферними газами. Забезпечення стабільності фазового і хімічного складу УДП під час зберігання. Коалесценція УДП у розчинах електролітів та способи її обмеження. Коагуляція УДП у розчинах електролітів та способи її запобігання. Термостійкість УДП до окиснення. Корозійна стійкість УДП.

Тема 7. Взаємодія частинок УДП з металевими розплавами.

Утворення суспензії. Фізична модель будови суспензії. Аналіз стійкості суспензії з частинками, плакованими металом. Ступінь гетерогенності розплаву під час утворення суспензії. Поведінка тугоплавкої частинки у перегрітому розплаві.

Тема 8. Підготовка порошків до введення в розплав

Методи активації частинок порошків. Аналіз режимів твердофазної активації порошків. Вплив умов введення УДП у розплави на структуру металу. Введення УДП у нікелеві сплави під час порційного плавлення і розливання у вакуумі. Введення УДП при відкритому плавленні і розливанні сталей та чавунів.

Тема 9. Вплив ультрадисперсних порошків на властивості чорних та кольорових сплавів.

Сплави на основі заліза. Сірий чавун. Зносостійкий високо-хромистий чавун. Середньо- та низьковуглецеві сталі. Нержавіючі хромонікелеві сталі. Властивості виливків зі сталі типу EI-268Л. Властивості виливків зі сталі 08X18H9БЛ.

Тема 10. Жароміцні нікелеві сплави.

Властивості сплаву ЖС-6У. Властивості сплавів ЖС-6К, ЗМІ-3 і ЦНК-7. Властивості сплаву ЖС-ЗДК. Властивості сплаву ЖС-32 у виливках із монокристалічною структурою.

Тема 11. Сплави на основі алюмінію.

Спосіб введення УДП в алюмінієві сплави. Властивості напівбезперервних злитків з алюмінієвих сплавів. Властивості лігатурного сплаву алюміній-титан. Властивості ливарних алюмінієвих сплавів.

Теми практичних занять

Тема 1. Структура, властивості і застосування сплавів на основі алюмінію.

Мета роботи - вивчити мікроструктури типових сплавів на основі алюмінію; встановити взаємозв'язок між складом, структурою та властивостями цих сплавів; вивчити вплив термічної обробки на структуру та властивості алюмінієвих сплавів та ознайомитися з галузями призначення.

Тема 2. Структура, властивості і застосування титану та сплавів на його основі

Мета роботи - ознайомитись з властивостями, застосуванням, структурними методами підвищення питомої міцності, жароміцності та корозійної стійкості; самостійно провести дослідження мікроструктури та ливарних титанових сплавів.

Тема 3. Вплив рафінування та модифікування на властивості алюмінієвих сплавів.

Мета роботи - встановити вплив рафінування та модифікування на ливарні властивості алюмінієвого сплаву.

Тема 4. Вивчення впливу хімічного складу ливарних сплавів на їх механічні властивості.

Мета роботи - засвоїти методику випробування на розтягнення, визначити вплив хімічного складу ливарних сплавів на межі міцності, текучості, пластичні властивості, модуль пружності, теоретичну міцність.

Тема 5. Плавка сплавів на основі міді.

Мета роботи – вивчити технологічний процес плавки сплавів на основі міді, перевірити якість і механічні властивості (твердість) сплаву.



Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках ОК не передбачені.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання на основі теоретичних знань та практичних навичок по методам розробки сплавів з використанням наноматеріалів для підвищення їх механічних та експлуатаційних властивостей.

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

4. Tatiana Lysenko, Kyrill Kreitzer, 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=resultslist&sort=plf-f>
5. Калініна Н. Є. Дослідження процесу модифікування ливарних алюмінієвих сплавів. / Н. Є. Калініна, Т. В. Носова., С. І. Мамчур., Н. І. Цокур, М. О. Комаров. // Вісник ХНАДУ–2021. – Вип.94. – С. 55-58. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.94.0.55
6. Структурування гетерофазних сплавів на основі чавунів, легованих міддю: колективна монографія / Д.А. Гусачук, І.О. Парфентьева, М.В. Дмитріюк, Ю.П. Фещук. – Луцьк : ЛНТУ, 2022. – 177 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді поточного оцінювання та заліку.

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

Поточне оцінювання: 2 модульні контрольні, практичні роботи (по 20%) та розрахункове завдання (40%).

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)	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 АКИМОВ

24.06.2024

Дата погодження, підпис



Гарант ОП

Ольга ПОНОМАРЕНКО