



Теорія кристалізації

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Доктор філософії (PhD)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	136 Металургія
Освітня програма	Металургія
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, IV семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS, 27 годин лекцій, 27 годин практичних занять
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / Модульна контрольна робота
Розклад занять	Лекція -1 раз на тиждень, практичні заняття – 1 раз на тиждень https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська/Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Мазур Владислав Іустинович mail: amico.f@outlook.com ; vlima-iff@ill.kpi.ua Практичні заняття: д.т.н., проф. Мазур Владислав Іустинович
Розміщення курсу	Google classroom

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Вивчаючи дисципліну, аспіранти узагальнюють власні знання з різних дисциплін та долучаються до світових досягнень фізики рідкого стану металів та сплавів, основних принципів теорії росту кристалів, мікроскопічної кінетики багатофазної кристалізації, прогнозування вузької ланки процесу та оптимізації технологічних параметрів процесу кристалізації з урахуванням технічних, технологічних, економічних та екологічних факторів.. Аспіранти одержують важливий досвід з використання різних методів обробки розплаву для оптимізації структури та властивостей металургійної продукції без використання екологічно небезпечних інгредієнтів.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у аспірантів здатностей:

- обґрунтовано здійснювати вибір основних технологій виготовлення та оброблення матеріалів та виробів для конкретного використання;
- обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації

а також розвиток загальних компетентностей, які полягають у:

- здатності до системного мислення, аналізу та синтезу
- здатності виявляти, ставити та вирішувати проблеми
- здатності генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді обґрунтованих інноваційних рішень
- здатності використовувати новітні інформаційні технології

- здатності до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень

Після засвоєння навчальної дисципліни аспірант повинен знати:

- Основні принципи термодинаміки рівноважного стану та термодинаміки незворотних процесів
- Основні положення теорії рідкого стану металів і сплавів
- Методи фізичного, хімічного та термічного впливу з метою досягнення необхідної структури вихідного розплаву перед кристалізацією
- Вплив кінетичних параметрів процесу кристалізації на макро- та мікроструктуру відливки
- Принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються для розв'язання складних матеріалознавчих задач

Аспірант повинен:

- Застосовувати основні положення теорії рідкого стану металів і сплавів з метою оптимізації структури та властивостей виробів
- Застосовувати методи фізичного, хімічного та термічного впливу з метою досягнення необхідної структури вихідного розплаву перед кристалізацією
- Застосовувати кінетичні параметри процесу кристалізації з метою досягнення оптимальної макро- та мікроструктури відливки
- Застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних матеріалознавчих задач
- Адаптуватися в змінному професійному середовищі в процесі якісного виконання професійних задач
- Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та пояснення з проблем матеріалознавства
- Застосовувати вимоги вітчизняних та міжнародних нормативних документів щодо формулювання та розв'язання наукових та науково-технічних задач розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна викладається в четвертому семестрі підготовки за освітньою (освітньо-науковою) програмою підготовки докторів філософії. Для успішного засвоєння дисципліни, аспірант повинен володіти набором компетентностей магістерського рівня

Дисципліна забезпечує розширення інженерного кругозору в галузі металургії чим формує заключний набір компетенцій та інтегральну компетенцію. Результати вивчення дисципліни можуть бути використані при виконанні розрахунків та оцінці результатів в дипломній роботі.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна – «Теорія кристалізації»

Розділ 1. Теорія рідкого стану металів та сплавів

Вступ. Значення теорії рідкого стану в системному аналізі причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних наукових і технологічних задач ливарного виробництва

Методи дослідження рідких металів і сплавів

Атомна будова рідких металів і сплавів. Кластерна будова рідких металів і сплавів

Вплив технологічних факторів на атомну будову рідких металів і сплавів

Поняття про теорію металургійної спадковості

Розділ 2. Теорія росту кристалів

Вступ. Значення теорії росту кристалів в системному аналізі причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних наукових і технологічних задач ливарного виробництва

Елементарні процеси росту кристалів. Атомні механізми росту кристалів. Вплив ентропії кристалізації на атомний механізм росту кристалів. Вплив кластероутворення на атомний механізм росту кристалів.

Розділ 3. Мікроскопічна кінетика кристалізації

Мікроскопічна кінетика кристалізації чистих металів

Мікроскопічна кінетика кристалізації твердих розчинів

Мікроскопічна кінетика евтектичної кристалізації

Мікроскопічна кінетика перитектичної кристалізації

Мікроскопічна кінетика екстектичної кристалізації

Мікроскопічна кінетика кристалізації проміжних фаз

Мікроскопічна кінетика кристалізації проміжних фаз

Мікроскопічна кінетика кристалізації метастабільних фаз

Мікроскопічна кінетика кристалізації трифазної евтектики

Ускладнення мікроскопічної кінетики кристалізації сплавів в реальних умовах. Результати диференціальної скануючої калориметрії.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Мазур В.І. Введение в теорию сплавов / Мазур В.І, Мазур А.В.- Днепропетровск: Изд. Лура ЛТД.- 2009.- 264 с.
2. Таран Ю.Н. Структура эвтектических сплавов / Таран Ю.Н., Мазур В. И.- М.: Металлургия.- 1978.-312 с.
3. Mazur V. Phase equilibria and phase transformations. Textbook.- Kyiv: Polytechnica.- 2020.- 212 p.

Додаткова література

- 4.. Романова А.В. Структура и свойства металлических расплавов. // Металлы, электроны, решетка.- Киев: Наукова думка.- 1975.- с. 168 – 202.
5. Мазур В.І. Особливості мікроскопічної кінетики перитектичного перетворення в Fe-C сплавах/ Мазур В.І., Лобода П.І.- Металознавство та обробка металів.- №2.-2014.- с. 3–8.
6. Мазур В.І., Локальні фазові рівноваги та мікроскопічна кінетика екстектичного перетворення в бінарних сплавах / Мазур В.І., Лобода П.І.- Металознавство та обробка металів.- №3.- 2014.- с. 3 – 9.

7. Мазур В.І. Спрямована кристалізація та 3D структура трифазної чотирикомпонентної евтектики в системі В4С-NbB2-SiC / Мазур В.І., Богомол Ю.І., Упатов М.І.- Нові технології та матеріали в металургії та машинобудуванні.- №1.- 2021.- с. (стаття у видавництві).
8. Mazur A.V.. Study of Ti-Si in situ composite processing by multi-stage eutectic solidification. / Mazur A.V., Gasik M.M., Mazur V.I.- Zeitschrift fur metallkunde.- 95 (5).- 2004.- p. 377-380.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи комп'ютерних практикумів. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

Навчальний контент

9. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зміст лекційних занять

Лекція 1. . Значення теорії рідкого стану в системному аналізі причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних наукових і технологічних задач ливарного виробництва. Методи дослідження рідких металів і сплавів

Лекція 2 Атомна будова рідких металів і сплавів. Кластерна будова рідких металів і сплавів; [1, 2, 4].

Лекція 3. Вплив технологічних факторів на атомну будову рідких металів і сплавів. Поняття про теорію металургійної спадковості; [1, 2].

Лекція 4. Вступ. Значення теорії росту кристалів в системному аналізі причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються під час розв'язання складних наукових і технологічних задач ливарного виробництва. Елементарні процеси росту кристалів. Атомні механізми росту кристалів. Вплив ентропії кристалізації на атомний механізм росту кристалів. Вплив кластероутворення на атомний механізм росту кристалів; [2].

Лекція 5. Мікроскопічна кінетика кристалізації чистих металів. Мікроскопічна кінетика кристалізації твердих розчинів; [1, 2, 3].

Лекція 6, 7. Мікроскопічна кінетика евтектичної кристалізації; [1, 2, 3].

Лекція 8. Мікроскопічна кінетика перитектичної кристалізації; [1, 2, 5].

Лекція 9. Мікроскопічна кінетика екстектичної кристалізації; [6].

Лекція 10. Мікроскопічна кінетика кристалізації проміжних фаз; [1].

Лекція 11. Мікроскопічна кінетика кристалізації метастабільних фаз; [1].

Лекція 12. Мікроскопічна кінетика кристалізації трифазної евтектики; [7].

Лекція 13. Ускладнення мікроскопічної кінетики кристалізації сплавів в реальних умовах. Результати диференціальної скануючої калориметрії; [8].

Перелік тем практичних занять – 24 години

1. Атомна будова рідких металів і сплавів. (4 годин)
2. Металургійна спадковість металів та сплавів (4 години)
3. Мікроскопічна кінетика кристалізації (трифазні перетворення) (10 годин)
4. Кристалізація систем з метастабільними фазами (2 години)
5. Ускладнення реальних процесів багатофазної кристалізації (4 години)

10. Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 111 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для фокусування розглянутих методів аналізу взаємного зв'язку властивостей матеріалів на власні наукові дослідження, що відповідають напрямку PhD дисертації - 45 год. ;
- підготовці до виконання практичних робіт, аналізі одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1 година на 1 годину виконання практичної роботи = 36 годин;
- підготовці до підсумкової атестації – екзамену (30 година).

Політика та контроль

11. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх видів занять є обов'язковим.
 - Пропущене без поважної причини лекційне заняття студент повинен відпрацювати шляхом написання конспекту об'ємом 5-8 тис. знаків, не враховуючи рисунків та таблиць;
- Завдання пропущеної практичної роботи студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем. Під час усіх видів аудиторних занять дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Результати виконаних самостійних робіт оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, графіками, копіями екрану – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється засобами google docs, після чого надається доступ для редагування для викладача. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання програмного продукту та методик оптимального вибору для розв'язання реальних задач за тематикою власних наукових досліджень, курсового чи дипломного проектування. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Конспект-реферат за пропущену лекцію має бути виконаний і поданий на перевірку не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Звіти з комп'ютерних практикумів виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

12. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях – максимум 2 бали, всього 26 балів. Бали за опитування на пропущених лекціях компенсуються виконанням конспекту-реферату (див. п.6)

- *Захист звітів з комп'ютерних практикумів всього максимально 50 балів:*
 - *Практикум 1 максимум 10 балів*
 - *Практикум 2 максимум 12 балів*
 - *Практикум 3 максимум 12 балів*
 - *Практикум 4 максимум 8 балів*
 - *Практикум 5 максимум 8 балів*

 - *Модульна контрольна робота в вигляді комп'ютерного тесту проводиться двома частинами на 7-му навчальному тижню. Максимальна оцінка 24 балів за тест.*
- Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
- Семестровий контроль: екзамен*
- Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів за умови виконання усіх комп'ютерних практикумів та кількості балів за видами:*
- *Лекційні заняття не менше 14*
 - *Модульні контрольні роботи не менше 14*
 - *Комп'ютерні практикуми не менше 26 балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

13. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Додаткову інформацію для опанування навчальної дисципліни можна знайти на сайті розробника програмного забезпечення: .*
<https://www.grantadesign.com/education/students/video-tutorials/>,
<https://www.grantadesign.com/education/support/ces-edupack-support/>.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професор каф. Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, д.т.н., проф. Мазур Владислав Іустинович.

Ухвалено кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії (протокол № 2 від 31.08.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона (протокол № 02/20 від 12.10.2020 р.)