



ТЕРМОДИНАМІКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Лекція раз на тиждень 2 години, практичні заняття раз на 2 тижня 2 години</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>доктор хімічних наук, професор, академік НАНУ Туркевич Володимир Зіновійович, e-mail: Vladimir.turkevich@gmail.com²</i> Практичні / Семінарські: <i>доктор хімічних наук, професор, академік НАНУ Туркевич Володимир Зіновійович, e-mail: Vladimir.turkevich@gmail.com</i>
Розміщення курсу	Курс лекцій розміщений на сайті кафедри https://iff.kpi.ua/kafedra-vysokotemperaturnykh-materialiv-ta-poroshkovo-metalurhii-vtmpm#

Програма навчальної дисципліни

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

Завдання учбової дисципліни. Освоїти сучасні уявлення щодо термодинамічних процесів, що відбуваються при синтезі надтвердих матеріалів.

Мета викладання дисципліни – вивчення термодинаміки, кінетики, процесів масоперенесення і структуроутворення матеріалів на основі алмазу, кубічного нітриду бору, карбідів, бориду і нітриду, встановлення закономірностей кристалізації, твердофазного, рідкофазного і конверсійного спікання матеріалів при високих тисках.

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

Пререквізити навчальної дисципліни: наявність глибоких обґрунтованих знань в галузі механічної інженерії, детальне розуміння підходів до створення і застосування новітніх

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для загальноуніверситетських дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

матеріалів, вміння проводити експериментальні і теоретичні дослідження у галузі механічної інженерії; знання сучасного стану, засад і принципів розвитку механічної інженерії на міжнародному, міждержавному, державному та регіональному рівнях.

Постреквізити: будуть отримані теоретичні та практичні навички, що допоможуть реалізувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язання значущих соціальних, наукових, культурних, етичних та інших проблем, пов'язаних з розвитком механічної інженерії. Здатність до постійного самовдосконалення у професійній сфері, відповідальність за навчання інших при проведенні науково-педагогічної діяльності та наукових досліджень в галузі механічної інженерії. Інтегрувати існуючі методики та методи досліджень та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень..

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин		
	усього	у тому числі	
		аудиторні	само- стійна робота
Модуль 1			
Змістовний модуль 1. Загальні уявлення про хімічну термодинаміку			
Тема 1. Завдання термодинаміки. Технічна і хімічна термодинаміка	6	2	4
Тема 2. Перше начало термодинаміки. Ентальпія. Термохімія. Закони Гесса і Кірхгофа	6	2	4
Тема 3. Друге начало термодинаміки. Ентропія. Теорема Нернста	6	2	4
Тема 4. Термодинамічні параметри і види термодинамічних процесів. Термодинамічні функції. Взаємозв'язок меж термодинамічними функціями і їх природними змінними. Зміна енергії Гіббса і енергії Гельмгольца при протіканні процесу	12	4	8
Тема 5. Термодинамічні функції в теорії розчинів. Закони Генрі і Рауля. Надлишкові величини в теорії розчинів (фугитивність, активність)	6	2	4
Тема 6. Вільна і внутрішня енергії. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.	6	2	4
Змістовний модуль 2. Методи визначення термодинамічних і теплофізичних характеристик матеріалів			
Тема 7. Термічний аналіз	6	2	4
Тема 8. Калориметрія	6	2	4
Змістовний модуль 3. Хімічна термодинаміка та фазові рівноваги			
Тема 9. Термодинамічна рівновага. Термодинамічні і хімічні потенціали та їх застосування у вченні про рівновагу в гомогенних і гетерогенних системах	6	2	4
Тема 10. Загальні властивості гомогенних систем. Термодинамічна класифікація гомогенних рідких систем. Ідеальні розчини. Регулярні розчини.	6	2	4

Ідеально-асоційовані розчини. Термодинамічна класифікація гомогенних твердих систем. Розчини заміщення та проникнення. Термодинамічні моделі для опису різних типів розчинів. Загальні властивості діаграм гомогенних систем.			
Тема 11 Хімічна термодинаміка гетерогенних систем. Принцип рівноваги Гіббса. Класифікація різних типів рівноваги. Умови рівноваги гетерогенних систем. Правило фаз Гіббса. Основні поняття. Аналіз правила фаз. Закон діючих мас	12	4	8
Тема 12. Побудова діаграм стану однокомпонентних систем методом геометричної термодинаміки. Основні положення вчення про фазові переходи першого і другого роду. Рівноважні p-T діаграми вуглецю і нітриду бору	6	2	4
Тема 13. Діаграми стану подвійних систем з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому та твердому станах. Термодинамічний вивід діаграм стану. Вигляд діаграми при наявності поліморфізму чистих компонентів. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану подвійних систем 3-d перехідних металів під атмосферним та високим тиском	6	2	4
Змістовний модуль 4. Методи визначення термодинамічних і теплофізичних характеристик матеріалів			
Тема 14. Метод електрорушійних сил. Метод вимірювання парціального тиску газової фази	6	2	4
Тема 15. Методи та апарати для створення високого тиску. Методи досліджень фазових перетворень під високим тиском. Термічний аналіз під високим тиском	6	2	4
Тема 16. Використання синхротронного випромінювання для досліджень під високим тиском	6	2	4
Змістовний модуль 5. Хімічна термодинаміка та фазові рівноваги			
Тема 17. Діаграми стану подвійних систем з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані і обмеженою розчинністю в твердому стані. Термодинамічний вивід діаграми стану з евтектичною рівновагою та перитектичною рівновагою. Трикутник Таммана. Вигляд діаграми при наявності поліморфізму чистих компонентів. Нерівноважна кристалізація системи. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану систем Ni-C та Co-C під атмосферним та високим тиском. Система аміак-нітрид бору під високим тиском	6	2	4

Тема 18. Діаграми стану подвійних систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані. Термодинамічний вивід кривої розшарування. Кристалізація з двох рідких фаз. Монотектична рівновага. Випадки повної відсутності розчинності як в твердому, так і в рідкому стані. Діаграми стану подвійних систем з хімічними сполуками. Їх термодинамічний вивід. Конгруентна та інконгруентна кристалізація. Синтектична рівновага. Системи з утворенням сполук в області твердих розчинів. Дальтонідні та бертолідні фази. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану систем Fe-C, Mn-C під атмосферним та високим тиском. Система нітрид літію-нітрид бору під високим тиском	6	2	4
Тема 19. Системи простого евтектичного типу. Системи з хімічними сполуками, що плавляться конгруентно та інконгруентно	6	2	4
Тема 20. Системи з твердими розчинами без утворення хімічних сполук. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану потрійних систем Fe-Ni-C, Fe-Co-C, Mn-Ni-C під атмосферним та високим тиском	12	4	8
Тема 21. Системи з обмеженою розчинністю в рідкому стані. Поліморфні перетворення в потрійних системах	6	2	4
Тема 22. Загальні уявлення про діаграми стану четвертих систем	6	2	4
Разом	150	50	100

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Инструментальные материалы: свойства и упрочнение / С.С. Самогун, В.К. Лещинский, В.А. Мазур, Ю.С. Самогутина. – Мариуполь: ПГТУ, 2013. – 430 с.
2. Сверхтвердые материалы. Получение и применение / Под общей ред. Н.В. Новикова. В 6-ти т. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2006. Т. 1:
3. Сверхтвердые материалы. Получение и применение / Под общей ред. Н.В. Новикова. В 6-ти т. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2006. Т. 2:
4. Сверхтвердые материалы. Получение и применение / Под общей ред. Н.В. Новикова. В 6-ти т. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2006. Т. 3:
5. Залога В.О., Гончаров В.Д., Залога О.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні. – Суми: СумДУ, 2013. – 371 с.
6. Инструменты из сверхтвердых материалов / Под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – М: Машиностроение, 2014. – 608 с.
7. Твердые сплавы в процессах механической обработки / Под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – К: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2015. – 368 с.

8. Лавриненко В.И., Солод В.Ю. Инструменты из сверхтвердых материалов в технологиях абразивной и физико-технической обработки. – Каменское: ДГТУ, 2016. – 529 с.

9. Туркевич В.З. Хімічна термодинаміка та фазові рівноваги в системах з вуглецем і нітридом бору. Навчальний посібник. – К.: Київський ВГЦ Університет, 2004, 86 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

17 лекцій по 2 години.

8 практичних занять по 2 години, в тому числі зі застосуванням комп'ютерної техніки та ліцензійного програмного забезпечення.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Підготовка до аудиторних занять – 30 годин.

Розв'язок задач – 30 годин.

Написання реферату – 40 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- відвідування занять (як лекцій, так і практичних) є обов'язковим;
- на заняттях забороняються розмови по мобільних телефонах але засоби зв'язку можуть бути використані для пошуку інформації;
- реферати можуть надаватися в електронному вигляді і будуть оцінені on line;
- відповідність вимогам академічної доброчесності є обов'язковим;

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

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль а) техніка високих тисків; б) використання синхротронного випромінювання для досліджень матеріалів при високих тисках;
- можливе зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доктор хімічних наук, професор, академік НАН України Туркевич Володимир Зіновійович

Ухвалено кафедрою високотемпературних матеріалів та порошкової металургії (протокол № 21 від 08 липня 2022 року)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О.Патона (протокол № 10/22 від 10 липня 2022 року.)